



**Universidade de Brasília (UnB)**  
**Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS)**  
**Doutorado em Desenvolvimento Sustentável**  
Área de Concentração: Política e Gestão Ambiental

***O PROCESSO PRODUTIVO CAPITALISTA NA AGRICULTURA E A  
INTRODUÇÃO DOS ORGANISMOS GENETICAMENTE  
MODIFICADOS: O caso da cultura da Soja Roundup Ready (RR)  
no Brasil***

Pedro Ivan Christoffoli

Tese de Doutorado

Brasília, DF, maio de 2009

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**O PROCESSO PRODUTIVO CAPITALISTA NA AGRICULTURA E A  
INTRODUÇÃO DOS ORGANISMOS GENETICAMENTE  
MODIFICADOS: o caso da cultura da Soja *Roundup Ready* (RR) no  
Brasil**

Pedro Ivan Christoffoli

Orientador: Donald Rolfe Sawyer

Tese de Doutorado

Brasília – DF, maio de 2009

Ficha Catalográfica

Christoffoli, Pedro Ivan

**O processo produtivo capitalista na agricultura e a introdução dos organismos geneticamente modificados:** o caso da cultura da Soja *Roundup Ready* (RR) no Brasil./Pedro Ivan Christoffoli  
Brasília, 2009  
309 p.: Il.

Tese de Doutorado. Centro de Desenvolvimento Sustentável.  
Universidade de Brasília, Brasília.

1. Organismos Geneticamente Modificados. 2. Transgênicos. 3. Soja. 4. Desenvolvimento Capitalista na Agricultura. I. Universidade de Brasília. CDS. II. Título

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese e emprestar ou vender tais cópias, somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor se reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Pedro Ivan Christoffoli

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**O PROCESSO PRODUTIVO CAPITALISTA NA AGRICULTURA E A  
INTRODUÇÃO DOS ORGANISMOS GENETICAMENTE  
MODIFICADOS: o caso da cultura da Soja *Roundup Ready* (RR) no  
Brasil**

Pedro Ivan Christoffoli

Tese de doutorado submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Doutor em Desenvolvimento Sustentável, área de Concentração em Política e Gestão Ambiental

Aprovada por:

---

Dr. Donald Rolfe Sawyer – (Centro de Desenvolvimento Sustentável – CDS/UnB)  
(orientador)

---

Dr. Tirso Walfrido Sáenz Sanchez –  
(Centro de Desenvolvimento Sustentável – CDS/UnB) - Examinador Interno

---

Dra. Vanessa Maria de Castro – (Centro de Desenvolvimento Sustentável – CDS/UnB) –  
Examinadora Interna

---

Dr. Luis Antonio Pasquetti – (Curso de Gestão do Agronegócio - Faculdade de Planaltina –  
UnB) - Examinador Externo

---

Dr. Claus Magno Germer – (Departamento de Economia – UFPR) – Examinador Externo

Brasília - DF, 29 de Maio de 2009

Dedico esta tese aos meus pais Ricardo e Angelina, ao meu filho Gustavo e a toda minha família pelos apoios e sacrifícios feitos em vista de assegurar a possibilidade de que um filho da classe operária viesse a estudar na Universidade Pública Brasileira

Dedico-a também ao povo brasileiro. Que essa oportunidade de estudar, fruto do trabalho social de milhões de trabalhadores, possa reverter em uma ação mais qualificada e comprometida pela transformação social e à superação das injustiças em nosso país.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador Prof. Donald Rolfe Sawyer, pela orientação serena, pluralista e segura, e que desde o princípio soube acreditar em minha capacidade e me estimular à superação das adversidades.

Aos companheiros do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) que desde sempre tiveram compreensão pelas horas de dedicação em vista dos estudos. E que sempre estimularam, e também foram minha motivação para este doutoramento.

Aos demais membros da banca, professores Tirso Walfrido Sáenz Sanchez, Vanessa Maria de Castro, Luis Antonio Pasquetti, e Claus Magno Germer, pelas palavras de estímulo e pela generosidade na avaliação. Os considero como exemplo pessoal, militante e acadêmico a ser seguido e emulado.

Aos colegas do Doutorado e aos professores. Muitos amigos se fizeram nessa jornada tão gratificante. Em especial: Andrea, Ferraro, Severiano Joseh, Maria Zilda e Márcio. Aos professores Laís Mourão, Maria Augusta e Doris Sayago.

## Resumo

O estudo trouxe luz à questão da introdução dos Organismos Geneticamente Modificados na Agricultura Brasileira, em particular na cultura da Soja. Discute-se como as alterações promovidas nas normativas estadunidense e mundial sobre a legislação de propriedade intelectual possibilitaram a apropriação privada de parcela da mais-valia social gerada na agricultura, e também da natureza, pelo grande capital, afetando a vida e o modo de produção de milhões de agricultores por todo o planeta.

Analizou-se também o processo de concentração e centralização de capitais ocorrido na indústria de sementes mundial, onde, em cerca de dez anos, possibilitado pelas transformações radicais no campo da engenharia genética e no arcabouço legal da propriedade intelectual, tal processo, coerente com o proposto pela teoria de Marx, resultou em um grau de concentração jamais visto no setor sementeiro mundial, com menos de dez empresas controlando quase 70% do volume de negócios global no setor.

A introdução massiva de organismos geneticamente modificados no Brasil se dá com a soja RR, desenvolvida pela empresa Monsanto e lançada inicialmente nos EUA e Argentina. Nesses dois países a soja se expande rapidamente dominando o cenário produtivo daquela cultura, ao passo que no Brasil, aliado ao impedimento legal de seu plantio, somam-se outros fatores que obstaculizam a adoção massiva da soja RR. A introdução desse organismo no país se dá inicialmente de forma ilegal.

O estudo demonstrou que no caso brasileiro, a existência de uma desvantagem estrutural na produção de soja no estado do Rio Grande do Sul propiciou a rápida e massiva adoção de soja geneticamente modificada por todos os segmentos de produtores, ao passo que nos outros dois principais estados produtores (Paraná e Mato Grosso) esse processo se deu de forma lenta e difícil. Outro aspecto identificado diz respeito a vantagens estruturais derivadas das condições de clima e solos no Estado do Mato Grosso, que propicia até o presente momento, maior rendimento físico e maior rentabilidade econômica às cultivares convencionais.

A explicação para tal fenômeno reside fundamentalmente na existência de alternativas produtivas representadas por variedades de soja convencional de alto rendimento, superiores às cultivares transgênicas então disponibilizadas pela Monsanto. Também foi identificado no Brasil a existência de uma defasagem produtiva da soja transgênica, em relação às cultivares convencionais, derivadas do que na literatura se denomina de yield lag, ou seja, uma defasagem derivada do fato da cultivar de soja utilizada para a engenhariação não ser a cultivar de ponta em termos de produtividade. Essa defasagem tende a ser temporária, uma vez que a indústria e a pesquisa buscam lançar novas variedades transgênicas a cada ano. No entanto, ela ainda se manifesta especialmente no segmento de produtores médios e grandes, que se utilizam de pacotes tecnológicos e cultivares convencionais de elevada produtividade.

No entanto, em geral se pode afirmar haver um estado de equilíbrio dinâmico entre as cultivares transgênicas e convencionais, em vista de que em alguns aspectos, como o custo de produção mais reduzido para o uso de transgênicos, ser contrabalançado pelo maior rendimento físico por hectare e em alguns casos pela obtenção de preço-prêmio para a soja convencional. Tal equilíbrio faz com que a balança penda a favor da manutenção da soja convencional por um segmento importante de produtores, justamente os que têm maior volume e menores custos de produção, mas ao mesmo tempo leva um crescente número de produtores, especialmente os pequenos e médios, e os que não se utilizam de todo o pacote tecnológico, a adotar a soja GM.

Quanto aos aspectos ambientais o estudo debruçou-se sobre o consumo de herbicidas, principal fator considerado nas propagandas favoráveis aos transgênicos. Identificou-se que de fato há a redução do uso de herbicidas nos primeiros anos de uso da soja RR, ocorrendo no entanto uma retomada da curva de uso com o passar do tempo. Tal fato é coerente com estudos realizados nos EUA e decorre principalmente do surgimento de ervas espontâneas resistentes ao glifosato, exigindo de parte dos agricultores a utilização de um maior volume de herbicidas.

## Abstract

This study brings to light the question of the introduction of genetically modified organisms (GMOs) in Brazilian agriculture, particularly soybean production. The text discusses how changes in intellectual property rights could permit the capitalistic appropriation of large amounts of socially generated plus-value in agricultural sector, and of nature too, by large corporations, affecting life and mode of production of millions of small farmers all over the world.

The analysis shows the process of capitalistic concentration and centralization occurred on the seed industry, where, in near a decade, resulted in a massive concentration of capitals never seen before in this sector. Today, less than ten corporations control over 70% of the global seed market. This situation became possible, because radical changes in the field of genetic engineering and legal architecture of intellectual property rights occurred during the nineties. This entire process fulfills the elements proposed by Karl Marx theory on market concentration.

The GMOs introduction in Brazilian agriculture occurs after RR soybean variety, developed by Monsanto Corporation, early introduced in USA and Argentina. In these countries, the predominance of RR soybean arises rapidly, championing the field of soybean seeds. Despite these facts, in Brazil RR Soybean face extreme difficulties to gain market, in the same period. Added to legal constraints (the first introduction was considered not legal), RR Soybean must face economic obstacles to its expansion.

In the Brazilian case the study demonstrates that, the existence of structural disadvantages in conventional soybean production in Rio Grande do Sul state, propitiates a quick and massive adoption of GMO Soybean by all segments of producers, from small to large farmers, from low productive, to high yielding landowners. Otherwise, in other two large Brazilian soybean producer states (Paraná and Mato Grosso) the GMO adoption rate faced a slow and difficult way, derived from diverse conditions. Another aspect identified says about to structural advantages from climate and soil conditions in Mato Grosso State, which provides until present, the highest yield and most relevant profits to conventional soybean.

The reason to this phenomenon lies essentially in the existence of high yielding soybean varieties, superiors to transgenic crops, until now disposable to Brazilian farmers by Monsanto or other firms. It was identified too, in Brazil, the existence of a productive disadvantage of transgenic soybean, related to conventional cultivars, derived from yield lag, i. e. one problem derived from the fact that the soybean variety used to made genetic engineering was not in the group of elite varieties, or highest yielding varieties, resulting in delays in transgenic crops adoption rate.

This delay must be temporary, because industry and public research teams are focused to launch new high yielding transgenic soybean varieties every year. Despite these efforts, that delay actually appears to be specially sensitive to medium and large Brazilian soybean producers, who make use of high yielding technological "packages", that perform very well with conventional soybean varieties.

The study found a dynamic state of equilibrium between transgenic and conventional soybean varieties, because despite production costs are lower in GM production, hectare yielding is higher to conventional soybean, and sometimes obtains premium prices for non-transgenic crops.

In present, that situation tends to favour conventional crops in many situations, specially to producers that obtain highest yields and net returns. This dynamic situation made that balance droop in favour of maintainance of conventional soybean for large and important segment of producers, specifically those that yield high volumes and obtain low costs of production. But, at the same time, leads to a growth number of small and medium producers that don't use the top level technological packet, or that confront with high rates of weed infection, to adopt GM soybean.

Regarding environmental aspects, the study analyses the herbicide consumption in Brazil, one of the major aspects argued in ads or speeches to promote transgenic crops. The study identified reduction in use of herbicides in the first years of adoption of GM soybean. Otherwise, there is an increase on herbicide use after initial years of reduction. These facts are coherent with studies taken in US and Europe, and suggests that the emergence of resistance of weeds to glifosate put in question the affirmation of reduction in use of herbicides and obligates farmers to use an increasing amount of pesticides.



## Résumé

L'étude met en lumière la question de l'introduction des organismes génétiquement modifiés dans l'agriculture brésilienne, en particulier dans la culture du soja. Elle discute comment les changements opérés dans les normes sur la législation de la propriété intellectuelle aux États-Unis et dans le monde ont rendu possible l'appropriation privée des parts de plus values sociales générées par l'agriculture, ainsi que de la nature, par le grand capital, affectant la vie et le mode de production de millions d'agriculteurs sur toute la planète.

L'étude analyse aussi le processus mondial de concentration et de centralisation des capitaux qui ont lieu dans l'industrie mondiale des semences, dans laquelle, en environ 10 ans, rendu possibles par les transformations radicales dans le le champ de l'ingénierie génétique et la législation en matière de propriété intellectuelle, un tel processus, cohérent avec le point de vue de Marx, a généré un niveau de concentration jamais atteint dans le secteur mondial des semences, avec moins de dix entreprises contrôlant quasiment 70% du volume des affaires globales dans le secteur.

L'introduction massive des organismes génétiquement modifiés au Brésil a lieu avec le soja RR, développé para l'entreprise Monsanto et lancé initialement au États-Unis et en Argentine. Dans ces deux pays, le soja se répand rapidement et domine le scénario de production de cette culture, alors qu'au Brésil, en plus de l'interdiction légale de plantation, d'autres facteurs viennent faire obstacle à l'adoption massive du soja RR. L'introduction de cet organisme dans le pays a lieu initialement de manière illégale.

L'étude a démontré que dans le cas brésilien, l'existence d'un désavantage structurel dans la production de soja dans l'État du Rio Grande do Sul a favorisé l'adoption rapide et massive du soja génétiquement modifié par tous les segments des producteurs, alors que dans les deux autres principaux états producteurs ((Paraná et Mato Grosso), ce processus a eu lieu de manière lente et difficile. Un autre aspect identifié est celui des avantages structureaux qui viennent des conditions de climat et de sols dans l'État du Mato Grosso, qui génèrent jusqu'à présent, un meilleur rendement physique et une meilleure rentabilité économique pour les cultures traditionnelles.

L'explication à un tel phénomène réside fondamentalement dans l'existence d'alternatives productives représentées par des variétés de soja conventionnelles à hauts rendements, supérieurs aux cultures transgéniques actuellement vendues par Monsanto. L'étude a aussi identifié, dans le cas du Brésil, l'existence d'un déphasage productif du soja transgénique en relation aux cultures conventionnelles, provenant de ce que la littérature dénomme le Yiel Lag, c'est-à-dire un déphasage provenant du fait que la culture de soja para ingénierie n'est pas la culture de pointe en terme de productivité. Ce déphasage tend à être temporaire, une fois que l'industrie et la recherche lancent de nouvelles variétés transgéniques chaque année . Cependant, il se manifeste spécialement dans le segment des producteurs moyens et grands, qui utilisent des solutions technologiques et de cultures conventionnelles de haute productivité.

Néanmoins, il est possible d'affirmer qu'il existe en général une situation d'équilibre dynamique entre les cultures transgéniques et conventionnelles, étant donné que, dans certains cas, le coût de production moindre avec l'utilisation de transgéniques est contrebalancé par le rendement physique par hectare plus grand du soja conventionnel et par l'obtention d'un subside pour sa plantation. Un tel équilibre fait que la balance penche en faveur de la maintenance du soja conventionnel pour un segment important de producteurs, justement ceux qui ont un volume plus grand de production et des coûts plus faible de production, mais en même temps, cet équilibre amène un nombre croissant de producteurs, spécialement les petits et les moyens et ceux qui n'utilisent pas de solutions technologiques à adopter le soja génétiquement modifié.

Quant aux aspects environnementaux, l'étude s'est penché sur la consommation d'herbicides comme argument principal dans la propagande favorable aux transgéniques. En fait, il a été démontré qu'il y a une réduction de l'utilisation d'herbicides dans les premières années d'utilisation du soja RR, donnant lieu néanmoins à une reprise dans la courbe d'utilisation au cours du temps. Un tel fait est cohérent avec des études réalisées au États-Unis et découle principalement du surgissement spontané d'herbes résistantes au Glyphosate, exigeant de la part des producteurs l'utilisation d'un volume plus grand d'herbicide.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Expansão do cultivo da soja no Brasil, no período 1970 a 2003.....	30
Figura 2 – Evolução da participação percentual dos principais exportadores de soja em grão no total mundial exportado, Período 1993 a 2002.....	32
Figura 3 – Brasil. Área cultivada com soja (à esquerda) em mil hectares e expansão da soja no Brasil, em percentual de crescimento na área plantada no período 1995-2003 (à direita). ....	34
Figura 4 – Evolução da participação na área plantada de soja no Brasil por estados (em %). .38	
Figura 5 – Brasil. Evolução da produção de soja nos estados de Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Brasil, no período 1990 a 2006 (em mil ton).....	39
Figura 6 – Efeito dos principais tecnologias modernas sobre as exigências de força de trabalho segundo as fases do ano agrícola.....	89
Figura 7 – Esquema do ciclo capitalista de produção e uso de sementes como meio de produção apropriado pelo capital.....	111
Figura 8 – Brasil. Participação por empresa no mercado de sementes de soja, até 1997. ....	132
Figura 9 - Brasil. Participação relativa das principais espécies na produção de sementes - 1998 .....	133
Figura 10 - Área global cultivada com lavouras GM (em milhões de Ha) - 1996-2007 .....	145
Figura 11 - área global ocupada com culturas geneticamente modificadas, 1996-2007 (em milhões de ha).....	145
Figura 12 - Taxa de adoção global (em %) para os principais cultivos (em milhões de ha), 2007.....	146
Figura 13 - área global de cultivos GM, 1996-2007, por características engenheiradas (em Milhões de Hectares) .....	149
Figura 14 – Estados Unidos da América. Evolução do plantio de cultivares transgênicas de milho de acordo com a quantidade de características engenheiradas (em milhões de acres) 150	
Figura 15 - Plantas de soja GM contendo a construção gênica para tolerância à seca (esquerda) e não GM (direita) sob estresse hídrico. Pesquisa em andamento na Embrapa CNPSoja. ....	151
Figura 16 –Rendimento da Soja RR (em Kg/ha) em função da época de dessecação na pré ou pós-semeadura da soja. ....	154
Figura 17 - Efeitos da dessecação antes e depois da semeadura em Soja.....	155
Figura 18 - Foto de lavoura convencional (em sequência a soja GM) infestada com leiteiro, resistente ao Glifosato. Laranjeiras do Sul, PR (2009).....	159
Figura 19 – Brasil -Evolução do plantio de soja convencional e transgênica. 1998-2007 ....	163
Figura 20- Evolução da produtividade da soja nos estados do MT, PR e Rio Grande do Sul em Kg/ha (1993 a 2006) .....	168
Figura 21 – Evolução da produtividade da soja no Rio Grande do Sul (Kg/ha) e linha de tendência móvel para períodos de 3 anos.....	169
Figura 22 – Evolução do número de estabelecimentos rurais voltados à produção de soja ..	178
Figura 23- Brasil. Produção e número de empregos gerados na cultura da soja: 1985, 1996 e 2003.....	180
Figura 24 – Argentina. Evolução da produção e preços da soja (FOB-Buenos Aires) .....	209
Figura 25 - Brasil. Preço da tonelada de soja (em USD) .....	211
Figura 26 – Evolução do preço real da soja pago ao produtor nos EUA (em US\$/ton).....	211
Figura 27 – Comparativo de preços históricos (CBOT X mercado de soja do RS).....	212
Figura 28 – Evolução histórica do preço da soja na CBOT .....	213
Figura 29 – Evolução do preço real da soja (US\$/ton) com base nos preços CBOT atualizado pelo <i>Consumer Price Index</i> - EUA. Valores em dólares de 2009. ....	215
Figura 30 - Custo médio da semente de milho, soja e algodão nos EUA. 1975 a 2006 (em	

US\$/acre).....	223
Figura 31 – Preços médios de semente de soja na Argentina em 1997. Em US\$/sc 50 libras .....	225
Figura 32 – Brasil. Evolução da produtividade da soja em grão. 1976 a 2005 (em Kg/ha) ..	226
Figura 33 – Evolução da área plantada com milho nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Mato Grosso, no período 2000 a 2005. Em mil hectares.....	258
Figura 34 – Evolução relativa da área plantada com milho e soja no Paraná no período 2000 a 2005. Índice ano 2000 = 100.....	258
Figura 35 – Mato Grosso. Evolução da área plantada com milho e soja no estado. Índice ano 2000 = 100.....	259
Figura 36 – Brasil. Índice de evolução da área plantada com a cultura da soja e do volume de I.A. comercializado de 15 herbicidas registrados para a soja. Índice ano 2000 = 100.....	259
Figura 37 - Consumo de Ingrediente ativo por hectare de 15 tipos de herbicidas para soja (2000 a 2005).....	261
Figura 38 - Quantidades comercializadas dos 14 principais herbicidas (exceto o glifosato), em mil toneladas de IA para a cultura da soja nos estados do MT, PR e RS - período 2000 a 2005 .....	262
Figura 39 – Brasil. Índices de evolução da área de soja plantada e da comercialização de Glifosato. Índice Ano 2000 = 100 .....	264
Figura 40 - Quantidade comercializada de Glifosato nos estados do MT, PR e RS, em mil toneladas de IA, período 2000 a 2005 .....	265
Figura 41 – Rio Grande do Sul – índice de evolução da área plantada com soja e do volume de I.A. comercializado de 15 herbicidas registrados para a soja. Índice ano 2000 = 100 .....	266
Figura 42 – Rio Grande do Sul. Índices de evolução da área de soja plantada e comercialização de 14 herbicidas recomendados para soja, sem o Glifosato. Índice Ano 2000 = 100 .....	267
Figura 43 – Rio Grande do Sul. Evolução comparada entre a curva de aumento na área plantada com soja e o aumento na utilização do herbicida Glifosato, no período 2000-2005. Índice ano 2000 = 100.....	267
Figura 44 – Mato Grosso. Índice de evolução da área plantada com soja e do volume de I.A. comercializado de 15 herbicidas registrados para soja. Ano-base 2000 = 100.....	268
Figura 45 – Mato Grosso. Índices de evolução da área de soja plantada e comercialização de 14 herbicidas recomendados para soja, sem o Glifosato. Índice Ano 2000 = 100.....	269
Figura 46 – Mato Grosso. Índice de evolução da área plantada com soja e do consumo aparente de Glifosato no estado. Ano base 2000 = 100.....	269
Figura 47 – Paraná. Índices de evolução da área de soja plantada e comercialização de 14 herbicidas recomendados para soja, sem o Glifosato. Índice Ano 2000 = 100.....	270
Figura 48 – Paraná. Evolução da área plantada com soja e do consumo aparente de 14 herbicidas, com expurgo do ano 2000 .....	271
Figura 49 – Paraná. Evolução no consumo aparente de Glifosato e na área plantada com soja. Índice do ano 2000 = 100.....	272
Figura 50 – Paraná. Evolução da área plantada com soja e do consumo aparente de Glifosato. Índice do Ano 2001 = 100.....	272
Figura 51 - Rio Grande do Sul. Região de produção significativa de soja no Estado (em cinza).....	280
Figura 52 - Panfleto da Monsanto alertando agricultores de que a "pirataria" de sementes não vale a pena!.....	308
Figura 53 – Produtividade da Soja no Brasil e em estados selecionados (Kg/ha) no período 1976 a 2005 .....	309
Figura 54 - Produção de soja no Brasil e em estados selecionados (em 1000 ton).....	310

Figura 55 - Sistema de identificação de origem da soja no Brasil ..... 314

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variação na importação efetuada pelos mercados importadores da soja argentina e brasileira entre os triênios analisados (em mil toneladas e %)	32
Tabela 2- Taxas de variação dos preços doméstico e internacional da soja e da taxa de câmbio efetiva real, entre épocas de plantio e de comercialização (em %)	33
Tabela 3 - Brasil. Evolução dos índices de produtividade na cultura da soja – 1989 a 1998	35
Tabela 4 - Evolução da produção (em 1.000 t) e da produtividade média (Kg/ha) da soja no Brasil – Década de 1990	36
Tabela 5 - Evolução da produção (em 1.000 t) e da produtividade média (Kg/ha) da soja no Brasil – Década de 2000	37
Tabela 6 – Área semeada com soja nos Estados do Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul e Brasil– 2000 a 2005 (em Milhões de hectares)	38
Tabela 7– Principais produtores de soja no Mundo, 1983-2003	39
Tabela 8 – Principais países exportadores de soja em grão por quantidade exportada, 1983-2003	40
Tabela 9 - Principais estados exportadores de soja em grão (em toneladas), 2003-2007	40
Tabela 10- Destino das exportações de soja em grão dos principais estados em 2007	40
Tabela 11- Técnicas de transformação genética associadas com a biologia	52
Tabela 12 – Relação de normativas internacionais relacionadas aos OGM	70
Tabela 13 - Cronologia de normativas brasileiras relacionadas aos OGMs	70
Tabela 14 - Conflitos existentes entre Direitos e Obrigações estabelecidos pelo TRIPS e pela CDB.	76
Tabela 15 Principais companhias sementeiras do mundo. Vendas em milhões de US\$ (2007)	129
Tabela 16 – EUA - Impactos do Milho Bt na performance financeira de três empresas líderes de mercado (1998-2000)	136
Tabela 17 - Área global de culturas geneticamente modificadas por país em 2007 (em milhões de Ha)	147
Tabela 18 - Taxa de adoção (% sobre área total plantada) de soja, milho e algodão transgênicos desde sua introdução, nos EUA	151
Tabela 19- Sistema de tratamentos culturais para o controle de plantas daninhas da soja GM e Convencional (NOGM) nos estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás.	155
Tabela 20 - Brasil. Principais estados exportadores de soja em grão no período de 2003 a 2007 (em mil toneladas)	165
Tabela 21 - Principais países importadores da soja em grão brasileira no ano de 2007 (em 1000 tons)	165
Tabela 22 – Brasil. Destino da soja em grão dos principais estados exportadores – ano 2007	165
Tabela 23 – Brasil. Estimativas da população e estabelecimentos envolvidos com a produção de soja no Brasil - 1996	171
Tabela 24 – Brasil. Indicadores de produção e produtividade da cultura da soja, 1985	172
Tabela 25 – Brasil – Indicadores de produção e produtividade do trabalho na cultura da soja por estrato de área. 1996	174
Tabela 26 – área cultivada com soja, segundo grupos de área total dos estabelecimentos, nos estados com maior participação na produção – 1995/96	175
Tabela 27 – Brasil. Área cultivada e número de trabalhadores empregados na cultura da soja em três estados selecionados (1996)	176
Tabela 28 – Estimativa de produtividade do trabalho na cultura da soja por estados selecionados. 1996. Em toneladas de soja/trabalhador	177

Tabela 29 – Alterações verificadas no sistema de controle de ervas espontâneas na soja RR em relação à soja convencional. ....	183
Tabela 30 – Europa. Comparação de retorno entre soja transgênica e convencional.....	205
Tabela 31 – EUA. Diferenças de produtividade entre a soja convencional e transgênica.....	205
Tabela 32 – Produção e preço mundial da soja. 1996 a 2006 .....	207
Tabela 33 – Exportação mundial de soja em grão e participação relativa dos principais países exportadores, 1993 a 2002 (em 1000 toneladas).....	208
Tabela 34 - Desempenho comparativo dos custos de produção de soja entre Argentina, Brasil (PR e MT) e USA (US\$/ha) .....	212
Tabela 35 – EUA. Preço nominal e preço real da soja no CBOT no período 1997 a 2006. Preços atualizados a valores de 2007. (US\$/ton) .....	214
Tabela 36- Brasil. Exportações de soja em grão e participação relativa dos principais mercados compradores (em 1000 toneladas e %), no período de 1986 a 2000. ....	216
Tabela 37 – EUA - Tendências nas despesas de produção em sementes e pesticidas para a produção e receitas na produção de milho. (Estados do Corn Belt). 1975 a 2000.....	221
Tabela 38 – Brasil. Estimativas de custos de produção por unidade de área de soja GM e convencional em municípios selecionados. ....	228
Tabela 39- Estimativas de custo de produção (em US\$/sc) em municípios selecionados.....	228
Tabela 40 – Estimativa de gastos com sementes e herbicidas pós-emergentes na cultura da soja transgênica e convencional em municípios selecionados. ....	229
Tabela 41- Brasil. Variação percentual entre o custo operacional efetivo da soja GM e convencional em estados selecionados do Centro Oeste. Safra 2005/06.....	230
Tabela 42 – Perda em produtividade das cultivares transgênicas em relação às convencionais (média de 3 safras – em %) .....	231
Tabela 43 – Produtividade comparada soja convencional X soja RR em 21 locais no Paraná (em Kg/ha).....	232
Tabela 44 – Custos e resultado da produção transgênica no Assentamento Nova Esperança, município de Capão do Cipó, RS – Safra 2004/05.....	233
Tabela 45– Paraná: Volume e custos reais de utilização de herbicidas na cultura da soja convencional na safra 2007/08. Em R\$/hectare. ....	234
Tabela 46 – Paraná: Volume e custo estimados de utilização de herbicidas na cultura da soja convencional na safra 2008/09. Em R\$/hectare. ....	235
Tabela 47 – Paraná: Volume e custo reais de utilização de herbicidas na cultura da soja transgênica na safra 2008/09. Em R\$/hectare. ....	235
Tabela 48 – Brasil. Benefícios potenciais da adoção da soja GM.....	238
Tabela 49 – EUA. Quantidade media aplicada por acre plantado com soja convencional e tolerante a herbicida (HT) e diferenças estimadas por acre (1996-2004).....	254
Tabela 50 – EUA. Uso do herbicida na soja RR e convencional – 1996-2004.....	255
Tabela 51 – Quantidade comercializada dos 15 principais herbicidas para soja, nos estados de MT, PR e RS, em mil toneladas de ingrediente ativo (I.A.), período 2000 a 2005 e variação percentual no período.....	256
Tabela 52 - Brasil. Área plantada com soja nos estados de MT, PR, Rio Grande do Sul e total do Brasil no período 2000-2005 (em 1000) .....	257
Tabela 53 - quantidade em Kg/ha de ingrediente ativo dos 15 principais herbicidas utilizados na cultura da soja nos estados de MT, PR e RS - período 2000 a 2005 .....	260
Tabela 54 – Brasil. Quantidades dos 14 principais herbicidas registrados para a soja (exceto o Glifosato), em toneladas de ingrediente ativo, comercializadas nos estados de MT, PR, RS e Brasil – 2000 a 2005 e variação percentual no período .....	262
Tabela 55 - Quantidade comercializada de glifosato nos estados do MT, PR e RS e Brasil, em mil toneladas de IA, período 2000 a 2005 .....	263

Tabela 56 - Consumo aparente de Glifosato nos estados do MT, PR e RS, em Kg de IA/ha, período 2000 a 2005.....	265
Tabela 57 – EUA - Número estimado de casos de pirataria de sementes sob investigação e processo judicial pela Monsanto Corporation. 2006 .....	307
Tabela 58 – Rendimento médio de grãos, em Kg/ha e em % em relação à média do respectivo ciclo, das cultivares de soja da Rede Soja Sul, no Estado do Rio Grande do Sul (anos 2003/04 a 2005/06).....	311
Tabela 59 – Estimativa do custo de produção da cultura da soja convencional por hectare, no município de Andirá, PR, safra 2009/09.....	312
Tabela 60 – Estimativa do custo de produção da cultura da soja transgênica por hectare, na região de Ubitatã, PR, safra 2008/09.....	313
Tabela 61 – Diferenças nas taxas médias de aplicação de herbicida por acre em variedades de Soja RR versus convencionais, 1998.....	315
Tabela 62 – Custo de produção de soja convencional no município de Porto Barreiro, Paraná. Safra 2008/09.....	316
Tabela 63 – Custo de produção de soja transgênica no município de Porto Barreiro, PR, safra 2008/09.....	317

## SUMÁRIO

SUMÁRIO .....	16
Apresentação .....	17
capítulo 1. O desenvolvimento capitalista da agricultura brasileira e a expansão da cultura da Soja .....	22
Capítulo 2 - Origem e desenvolvimento histórico dos Organismos Geneticamente Modificados (OGM) .....	43
2.1 - A evolução da base técnico-científica que permitiu a emergência dos OGM na agricultura .....	44
2.2 O melhoramento da soja GM – a soja RR (Roundup Ready) .....	52
Capítulo 3 – A Mercantilização da Vida - Evolução da legislação sobre propriedade intelectual e os Organismos Geneticamente Modificados .....	56
3.1 O controle capitalista sobre os genes - A constituição de uma nova fronteira para o desenvolvimento do capital .....	56
3.2 A evolução da legislação internacional sobre Organismos Geneticamente Modificados.....	58
3.3. A OMC e o acordo TRIPS - .....	61
3.4. A contratualização da relação empresas-agricultores .....	64
3.5. O marco legal da proteção ao direito de propriedade intelectual no Brasil ..	69
3.6. Aparato Jurídico Internacional - Acordos e Tratados Internacionais:.....	71
3.7. Legislação e normativas nacionais:.....	77
Capítulo 4 – Os organismos Geneticamente modificados e a subordinação da natureza e do trabalho ao capital.....	84
4.1 - Tempo de produção e tempo de trabalho na agricultura .....	85
Progresso Técnico e Apropriação Capitalista da Ciência e Tecnologia na agricultura ...	92
Sujeição Formal e Sujeição Real do trabalho ao capital na agricultura.....	101
4.4 Inovações biológicas como catalisadoras do progresso técnico e da sujeição do trabalho ao capital na agricultura.....	108
Capítulo 5 - Concentração e Centralização de capitais na indústria de Biotecnologia.....	118
5.1 O processo de concentração e centralização de capitais.....	118
5.2 A tendência à oligopolização na indústria de biotecnologia.....	121
5.2.1 Aspectos históricos e empíricos da formação e consolidação da indústria de biotecnologia.....	124
5.2.2 A concentração da indústria de sementes no Brasil .....	131
5.2.3 Evidências dos ganhos de oligopólio no setor de biotecnologia.....	135
Capítulo 6 - A Evolução da produção e produtividade das lavouras Transgênicas.....	143
6.1 Aspectos históricos – O crescimento dos cultivos OGMs no Mundo.....	143
6.2 Aspectos técnicos da produção da soja convencional e transgênica.....	152
6.3 Evolução do cultivo da soja RR no Brasil.....	162
6.4 Aspectos relacionados à produtividade do trabalho na cultura da soja.....	170
Capítulo 7 – A economia da produção da soja geneticamente modificada.....	187
7.1 Preço de produção e geração de excedente econômico.....	187
7.1.1 A geração de excedente econômico .....	189
7.1.2 Preço de produção e valor na agricultura.....	195
7.2 Economia comparada da soja convencional e transgênica.....	199



7.3 A economia da soja RR em nível internacional.....	205
7.4 Efeitos da expansão do plantio da soja RR sobre o preço de produção .....	217
7.5 Dados econômicos da soja RR no Brasil.....	226
Capítulo 8 - sustentabilidade Ambiental Da Soja geneticamente modificada .....	241
8.1 Os Organismos Geneticamente Modificados e os riscos ambientais.....	241
8.2 A soja RR e o consumo de herbicidas .....	253
Conclusão geral da tese .....	275
O processo de implantação da soja GM no Brasil .....	277
Fase 1 - 1996 a 2002 .....	281
Fase 2 - 2003 a 2007 .....	284
Fase 3 - 2006-2009.....	285
Referências .....	291
ANEXOS.....	307

## APRESENTAÇÃO

A cultura da soja é a principal cultura agrícola do Brasil, tanto em termos de área cultivada como pelo valor econômico gerado, ocupando mais de 22 milhões de hectares em 2008. Em termos de comparação, o milho ocupa 14,7 milhões e a cana-de-açúcar 7 milhões de hectares.

A soja foi o principal produto que contribuiu para viabilizar, a partir dos anos 1970, a modernização conservadora da agricultura brasileira, via absorção de insumos e equipamentos industriais e mediante o fornecimento de excedentes produtivos exportáveis que contribuíram para a política de substituição de importações e a conseqüente industrialização do Brasil. Ainda em meados dos anos 1990, as exportações do complexo soja se constituem no principal gerador de divisas do país, suplantando outros produtos agrícolas e industriais, e representando atualmente cerca de 10% do valor total das exportações brasileiras.

O Brasil é atualmente o segundo maior produtor e exportador de soja no mundo (23% do total mundial), superado pelos Estados Unidos da América (com 41%) e seguido de perto pela Argentina (16%). A soja representa o principal produto agrícola comercializado no mundo, com produção de 214 milhões de toneladas e exportações em 2005 de 64 milhões de toneladas (PINAZZA, 2007).

A partir de 1996 foi introduzida nos EUA a primeira variedade de soja geneticamente modificada resistente ao uso de herbicida Glifosato, mediante a utilização de técnicas inovadoras de engenharia genética, sob o comando da companhia estadunidense Monsanto. Em pouco mais de uma década, num movimento sem precedentes em escala mundial, a produção de soja transgênica se torna predominante, trazendo uma série de questionamentos e resistências de setores de consumidores, cientistas e agricultores.

No Brasil, importante produtor mundial dessa oleaginosa, o processo de introdução da Soja RR se deu de forma conturbada, sujeita a disputas legais e com enfrentamento via lutas sociais e disputas judiciais, resultando num ritmo assimétrico de adoção da mesma. De um lado, no extremo Sul do país, agricultores gaúchos passam a adotar ilegalmente a soja RR de forma tal que, ainda antes da legalização da mesma em 2005, a esmagadora maioria da produção se desse utilizando sementes contrabandeadas da Argentina. De outro, nos demais estados, mesmo após a legalização da soja transgênica, o avanço dessas cultivares geneticamente modificadas (GM) enfrentou inúmeras dificuldades, resultando que, somente na safra 2006/2007 analistas do setor estimassem que teria superado a faixa dos 50% de área plantada.

A presente tese de doutoramento trata desse processo de introdução dos

Organismos Geneticamente Modificados no Brasil, estudando o caso da Soja tolerante ao uso do herbicida Glifosato (a soja Roundup Ready, ou RR). A pergunta central que norteou a pesquisa foi: **“Quais fatores explicam o processo de adoção da Soja GM na agricultura brasileira, desde a perspectiva do sistema capitalista, e por que da adoção desigual da mesma entre os diversos estados produtores e os distintos atores sociais do campo?”**.

Como perguntas secundárias estabeleceram-se:

- Que fatores explicam a adoção e disseminação dos OGM na agricultura brasileira e em especial na cultura da soja?
- Do ponto de vista da agricultura capitalista, qual a necessidade de introdução dos transgênicos no Brasil?
- Por que os agricultores do Rio Grande do Sul (tanto pequenos, como médios e grandes produtores) adotaram massivamente a tecnologia OGM, mesmo à revelia da legalidade, ao passo que sojicultores de outros estados não o fizeram, mesmo depois de liberado o plantio legal?
- Como atuou o Estado brasileiro na autorização para a introdução dos OGMs, na análise e avaliação dos riscos envolvidos, no estabelecimento de normas e restrições, no direcionamento da pesquisa estatal agropecuária, na disponibilização de crédito para financiamento das lavouras?
- A introdução dos OGM na soja tem trazido alterações no Tempo de Produção e Tempo de Trabalho nessa cultura?

A metodologia utilizada partiu de um recorte temático histórico analítico enfocando a introdução de Organismos Geneticamente Modificados (OGM) na cultura da soja no Brasil no período 1996-2009:

- Foi realizada revisão bibliográfica e documental.
- Entrevistas com informantes chaves acerca da atuação de empresas transnacionais – pesquisadores da Embrapa (2), técnicos da Emater (5), pesquisadores da área (5).
- Entrevista com 15 agricultores dos estados do Rio Grande do Sul e Paraná, legisladores, servidores públicos, dezenas de representantes de movimentos sociais e ambientais.
- Análise da legislação brasileira e internacional (acordos internacionais e leis especialmente dos EUA) relacionado aos OGM e leis de Propriedade Intelectual.
- Análise de fontes secundárias: notícias nos meios de comunicação social, artigos, textos disponíveis na internet, balanços e informes das empresas.

O objetivo geral da pesquisa foi o de **“analisar as transformações recentes ocorridas na base técnica de produção na agricultura brasileira, examinando os condicionantes e contradições derivados da introdução de OGMs na cultura da soja, em vista da sustentabilidade da produção agropecuária do país”**.

Como objetivos específicos buscou-se:

- Analisar os fatores que motivaram diferentes graus de adoção dos OGM por agricultores de distintos estratos sociais e de três estados produtores de soja (Rio Grande do Sul, Paraná e Mato Grosso).
- Analisar as transformações na base técnica de produção na agricultura, em específico o caso dos OGMs, como aspecto particular do processo de valorização do Capital e sua interação com a degradação do meio ambiente;
- Analisar a atuação do Estado Brasileiro na criação das condições institucionais necessárias para introdução dos OGM na agricultura brasileira (em especial focando aspectos de legislação, fiscalização, geração e difusão de tecnologias, crédito, para a cultura da soja)

Para tanto o trabalho foi organizado em oito capítulos. No Capítulo Primeiro discute-se o processo recente de desenvolvimento capitalista na agricultura brasileira e a expansão da cultura da soja que se converte no principal produto agrícola em termos de extensão de área e também na pauta de exportações nacionais.

A cultura da soja é introduzida no Brasil via os estados do Rio Grande do Sul e São Paulo, mas se desenvolve inicialmente no Sul do país, evoluindo posteriormente, numa dobradinha com o cultivo do trigo, de forma a possibilitar a utilização mais racional das terras e do maquinário. Assim, nessa primeira fase a dinâmica produtiva da soja é alimentada em vista do mercado interno, em concorrência direta com o óleo de algodão e banha suína (então dominantes). Apenas a partir de 1973-74 devido a fatores externos, com a subida de preços internacionais do produto, e sua utilização como fonte de proteína para rações animais, a soja se converte em *commodity* com seus preços e destino da produção sendo crescentemente determinados pelo mercado internacional. Desde então a soja se expande pelo território brasileiro, tornando o país o segundo maior produtor e exportador desse produto, saindo de 14,6 milhões de toneladas em 1983 para 51,5 milhões de toneladas em 2003 e as exportações evoluindo de 1,3 milhão de toneladas em 1983 para 19,9 milhões em 2003.

O Segundo Capítulo procura elucidar o desenvolvimento da transgenia enquanto conjunto de elementos técnicos e científicos que permitiu a quebra de barreiras no cruzamento entre espécies de seres vivos. O advento da engenharia genética possibilitou

que o ser humano pudesse superar barreiras técnicas julgadas intransponíveis e abre um novo horizonte para o desenvolvimento de variedades com características construídas ao sabor da intencionalidade, permitindo enfrentar os limites que a natureza impunha ao trabalho humano e estabelecendo as bases para a reorganização da forma de produção na agricultura.

O Capítulo Terceiro aborda a evolução da legislação sobre a propriedade intelectual e as transformações no arcabouço legal que permitiram ao capital se apropriar de esferas da natureza antes não tocadas pela propriedade privada: o controle sobre o código genético dos seres vivos. Sem a mudança na legislação dos EUA e posteriormente internacional, com o acordo OMC/TRIPS, a emergência dos transgênicos em seu formato atual, bem como uma série de transformações qualitativas e quantitativas na economia agrícola mundial simplesmente não teria ocorrido. Esses acordos propiciaram o patenteamento do código genético de seres vivos, tornando-o apropriável pelo capital, viabilizando a mobilização privada de recursos para custear as milionárias despesas com laboratórios, cientistas, e todo um aparato jurídico dedicado a estabelecer direitos de patentes, e assegurar dos usuários das tecnologias geradas, o pagamento de royalties pelo uso das mesmas.

O capítulo quatro discute os transgênicos como parte do processo de sujeição do trabalho e da natureza ao capital, na agricultura. Analisa-se o desenvolvimento histórico do capitalismo no campo e as barreiras e dificuldades enfrentadas pelo capital para moldar a agricultura à sua imagem e semelhança. A tese procura discutir o papel dos OGMs na criação de condições para um salto no grau de controle do capital sobre o trabalho e sobre a natureza. Discute como a possibilidade de manipulação genética e de sua alteração, conforme os interesses e desígnios do capital permitirão ao mesmo a reconstrução da agricultura em novos termos, permitindo a apropriação de mais sobretrabalho dos agricultores e trabalhadores rurais pelos capitalistas, de uma redistribuição da mais-valia baseada na agricultura, portanto.

O Capítulo Quinto estuda as profundas transformações ocorridas nos setores de biotecnologia, sementes e insumos para a agricultura nos últimos anos. Os transgênicos foram engendrados a partir de técnicas geradas em universidades públicas. No entanto, essas técnicas, logo foram internalizadas e aperfeiçoadas pelas grandes corporações de biotecnologia, em sua maioria surgidas e controladas a partir da indústria químico-farmacêutica. No capítulo discutem-se os processos de concentração e centralização de capitais que levaram à formação dos grandes conglomerados que mudaram a face mundial do mercado de sementes, utilizando como pedra de toque, como base tecnológica, a

transgenia. Também se demonstra como no ramo industrial as leis do desenvolvimento capitalista desvendadas por Marx regularam e dirigiram a completa reconfiguração e consolidação do setor de semente no Brasil e no mundo, subordinando inclusive os processos públicos de geração de pesquisas e conhecimento aos interesses das mega corporações transnacionais.

Os Capítulos Sexto a Oitavo são centrais no estudo desenvolvido, uma vez que procuram desnudar a lógica econômica por detrás da introdução e desenvolvimento dos OGMs no Brasil. Esses capítulos discutem as modificações trazidas no processo produtivo da soja GM, os seus efeitos econômicos, bem como procura esclarecer as razões para o desenvolvimento desigual e diferenciado dessa tecnologia no Brasil.

O Capítulo Sexto discute a evolução da produção e produtividade física da soja no Brasil e no mundo, e os impactos trazidos pela soja RR nos aspectos técnicos e de produtividade física das lavouras, com a introdução dos OGMs.

O Capítulo Sétimo discute a economia da soja RR propriamente dita, que alterações traz na dinâmica econômica do mercado mundial da soja, a partir dos efeitos sobre o preço de produção internacional, e em nível micro, os impactos sobre custos de produção e rentabilidade econômica das unidades de produção de soja.

O Capítulo Oitavo procura discutir os limites trazidos pelos OGMs à sustentabilidade da produção agrícola no país, sendo a soja o principal produto agrícola, aquele de maior extensão, em que portanto, os efeitos ambientais da introdução dos OGMs são amplificados para cerca de 20 milhões de hectares. Ainda que não se traga conclusões definitivas, procura elencar os principais elementos relacionados à sustentabilidade da soja GM no Brasil, especialmente focando no aspecto do consumo de herbicidas, a face mais visível desse debate.

A parte conclusiva da tese procura, a partir dos diversos elementos trazidos ao longo do trabalho, elucidar e resumir como se deu o processo histórico de introdução da soja RR no Brasil. Busca-se estabelecer uma periodização desse processo e também identificar os aspectos centrais, as forças motrizes e de resistência que levaram à configuração atual do processo produtivo da soja RR no Brasil. Busca também trazer de forma ordenada e resumida o conjunto de conclusões a que se chegou com o presente trabalho, de forma a que se possa ter uma visão sintética sobre o processo analisado.

## **CAPÍTULO 1. O DESENVOLVIMENTO CAPITALISTA DA AGRICULTURA BRASILEIRA E A EXPANSÃO DA CULTURA DA SOJA**

### ***1.1 O desenvolvimento capitalista na agricultura brasileira no período 1960 – 2005***

O processo de desenvolvimento do meio rural brasileiro conformou-se historicamente com base em processos economicamente concentradores, socialmente excludentes e destruidores do meio ambiente (SILVA, 1981; DELGADO, 1985, GRAZIANO NETO, 1986; BRUM, 1988). Os anos 1950 vislumbram o início de um processo acelerado de mudanças no meio rural, em decorrência da adoção de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento do capitalismo no campo brasileiro.

Contudo, é a partir da década de 1960 que se inicia profundo processo de transformação - sem precedentes anteriores, nessa escala - na agricultura brasileira. Com base no que se convencionou denominar de “Revolução Verde”, o campo brasileiro transformou-se completamente, ainda que de forma desigual por regiões, produtos e tipos de produtores. A produção e produtividade da agricultura aumentaram consideravelmente, calcadas em crédito rural subsidiado; na indução de padrão produtivo dependente de insumos industrializados, produzidos por empresas transnacionais; e apoiado em um serviço público de extensão rural, cuja função principal foi a de cumprir um “projeto educativo para o capital”, ou seja, de elevar o nível de produtividade do trabalho e familiarizar os produtores com o uso das tecnologias da revolução verde (FONSECA, 1985; DELGADO, 1985).

O modelo de produção agropecuária construído a partir dos anos 1960 se desenvolve com base na utilização intensiva de insumos, máquinas e equipamentos industrializados, com vistas à produção para o mercado interno - e principalmente internacional - em arranjos denominados complexos agroindustriais (CAIs), onde a agricultura se insere de forma subordinada aos setores industrial, comercial e financeiro (MULLER, 1989).

O resultado desse processo foi a chamada modernização conservadora, em que a produção agropecuária aumentou e se modernizou de forma desigual no país, sem trazer melhorias para a maioria da população rural, resultando em concentração da terra, da riqueza e na expulsão dos trabalhadores rurais para as cidades ou para as regiões de fronteira agrícola (SILVA, 1981; DELGADO, 1985).

Mantiveram-se intactas as estruturas seculares de dominação política e econômica e criou-se uma massa de miseráveis no país, aumentando a desigualdade social. Contudo,

contribuiu para conformar um setor moderno, estreitamente articulado na política e na economia com o setor atrasado, em uma simbiose que perdura e busca se fortalecer até os dias de hoje.

*ao lado dos processos modernizantes, patrocinados pelo Estado para a chamada agricultura capitalista, há também uma organização de interesses oligárquicos rurais, não necessariamente modernizantes, mas que dão uma base política de sustentação ao projeto de modernização conservadora. Assim entendemos, por exemplo, a generosa assistência fiscal e financeira à grande propriedade e ao capital comercial, principalmente nas regiões Nordeste e na fronteira agrícola, ainda que tal apoio financeiro não esteja necessariamente articulado à mudança na base técnica de produção rural. [...] Nesse sentido, a mediação estatal não conduz a uma lógica compulsiva no sentido de generalizar a modernização. Ao contrário, há uma aliança de matizes claramente política, onde o elemento conservador agrário, expresso pela grande propriedade e pelo capital comercial das regiões mais atrasadas, associa-se à política financeira e fiscal do Estado, sem que necessariamente realize a reprodução do capital passando pelo aprofundamento de relações interindustriais do CAI. (DELGADO, 1985, p. 60)*

Esse modelo foi implantado com base numa ação estratégica do Estado Brasileiro que permitiu sua viabilização. Para isso, o Estado implantou o Sistema Brasileiro de Assistência Técnica e Extensão Rural – SIBRATER a partir dos anos 1960, e criou a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa em 1973, para gerar e difundir tecnologias que resultassem em aumento da produção e produtividade do trabalho agrícola, com maior rentabilidade para o capital. No entanto, o instrumento essencial para esse êxito foi a utilização do crédito farto e subsidiado, que induziu à adoção pelos agricultores, de pacotes tecnológicos gerados pela pesquisa e orientados pelas empresas produtoras dos insumos (FONSECA, 1985).

A expansão da produção e produtividade nas lavouras modernizadas contribuiu para superar pela via burguesa o dilema dos anos 1960, que colocava a reforma agrária no centro dos debates para a superação do atraso produtivo no campo brasileiro. A incorporação de equipamentos e insumos industrializados, e a inserção dependente da agricultura frente aos complexos agroindustriais modificaram profundamente a estrutura e dinâmica produtivas em amplas regiões do país. O Brasil passa gradualmente a se converter em grande produtor e exportador de vários produtos da agropecuária.

Ainda que essas transformações produtivas tenham inicialmente se concentrado no Centro-Sul do país, suas consequências foram amplamente sentidas em todas as regiões brasileiras. A agricultura se transforma crescentemente em apêndice da indústria e, cada vez mais, subordinada ao mercado internacional.

Os setores que então se modernizaram, ainda que minoritários em termos numéricos



– cerca de 20% dos agricultores no início dos anos 1980 - rapidamente passam a se tornar referência enquanto padrão tecnológico, econômico e produtivo da agricultura, afetando de forma gradativa direta ou indiretamente um amplo segmento de produtores (notadamente pequenos e médios) que até então não haviam se inserido na dinâmica produtiva capitalista industrializada (MÜLLER, 1989; TEIXEIRA, 2005).

Os anos 1970 e 1980 se caracterizam por um período de crédito agrícola farto e barato, que é distribuído de forma desigual entre os produtores, privilegiando os grandes proprietários e empresas capitalistas (agroindústrias e comerciais). Em consequência disso, a concentração fundiária avança nas regiões Centro e Sul do país, e se mantém acentuada no Nordeste, provocando o deslocamento de cerca de 30 milhões de pessoas para os centros urbanos e uma fração disso para as zonas de fronteira agrícola internas.

Segundo Delgado (1985, p. 22) com base em dados do IBGE: “entre 1970 e 1980 a população urbana aumentou em 54,5% (taxa geométrica anual de 4,5%), significando o influxo de 28,4 milhões de novas pessoas que se urbanizaram. Em apenas uma década, a proporção da população urbana, que era de 55,92% da população total em 1970, passou a 67,57% em 1980. No mesmo período ocorreu declínio absoluto da população rural das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, em torno de 4,54 milhões de pessoas. Parte dessa população migrante – 2,11 milhões de pessoas – realizou migração rural-rural em direção aos estados de fronteira agrícola (Amazonas, Pará, Rondônia, Acre e Mato Grosso).

*A agricultura brasileira transitou do predomínio do modo tradicional de produzir, para o predomínio do modo moderno, que combina insumos e serviços industriais com terra e trabalho. Essa transformação profunda expressa que houve mudanças (i) no objeto de trabalho; (ii) no processo de trabalho; (iii) nas formas da força de trabalho e (iv) na gestão e controle das unidades de produção. (MÜLLER, 1989, p. 60)*

Os complexos agroindustriais constituídos nesse período estimulados pelas políticas públicas de modernização do campo, passam a se constituir no pólo em que ocorre a principal acumulação do valor-trabalho gerado na agricultura e setores a ela associados. Para tanto, passam a ditar o que se deve cultivar, com base em qual modelo tecnológico e sob qual remuneração (BRUM, 1988; SILVA, 1981; GERMER et al., 1981).

Esse processo marca o que KAUTSKY (1980) denominou de tendência de industrialização da agricultura pelo capital, num processo onde se verifica a extensão do modo industrial de produzir na agricultura, cujas magnitudes e ritmos dependem das condições de reprodução dos interesses dos grupos sociais que atuam no complexo agroindustrial.

A agricultura enfrenta uma estagnação nos anos 1980, período em que o conjunto da economia brasileira passa por ajustes estruturais profundos, resultando na “década perdida”.

É nesse período também que ocorre uma readequação estrutural importante na política agrícola, com o gradual esvaziamento dos subsídios à agricultura, adotada desde os anos 1960 e que marcou fortemente o setor. Desde então a política agrícola vem passando por ajustes que introduzem dinâmicas concorrenciais, condicionadas pelos ajustes econômicos impostos pelo Fundo Monetário Internacional (FMI) ao país, ainda que em uma economia fechada à concorrência internacional.

*O quadro que se apresentou nas décadas de 1980 e 1990, para o setor agrário, é de uma redução dos incentivos agrícolas via crédito rural e de uma modernização cada vez mais excludente, principalmente com a introdução em pontos isolados das chamadas “novas tecnologias”, que se expandiam em países desenvolvidos, ou seja, o uso da informática, microeletrônica e biotecnologia na produção agrícola. (TEIXEIRA, 2005 p. 31)*

A década de 1990 vai se caracterizar como um período de alterações nas características de inserção do Estado na agricultura. Assolado pela ideologia neoliberal, o Governo brasileiro começa a efetuar a desmontagem dos aparatos estatais que permitiram exercer políticas públicas ativas desde o início dos anos 1970. O sistema nacional de extensão rural é fortemente golpeado. As instituições de pesquisa são gradativamente asfixiadas. Privatizam-se e desmontam-se as unidades de armazenagem e a política de garantia de preços mínimos encolhe e passa a ser pautada pelos preços do mercado internacional. São liberadas as importações de produtos agrícolas e, abruptamente os preços agrícolas internos sofrem alinhamento aos internacionais, ainda que estes estivessem “contaminados” por pesados subsídios dos países capitalistas avançados. Essa década marca a passagem a um patamar mais amplo de subordinação da agricultura aos interesses do capital financeiro internacional, agora em relação de dependência mais direta com as grandes empresas transnacionais, que se expandem no país.

O Governo Fernando Collor de Mello (1990-1992) e, em menor medida o de Itamar Franco (1993-1994) promovem uma abertura comercial drástica, eliminação de subsídios e de controles de preços e desregulamentação dos mercados, com a extinção, por exemplo, do Instituto do Açúcar e do Alcool, do Instituto Brasileiro do Café e da política de controle de preços. A produção seguiu aumentando, com ritmos mais lentos de incorporação de novas áreas ao cultivo. A exportação começou um caminho ascendente tendo em vista a recessão econômica. (JANK, NASSAR e TACHINARDI, 2005).

Como resultado desse conjunto de políticas e com a adoção de novos padrões produtivos, centenas de milhares de empregos desaparecem na agricultura. Esse foi o caso da cultura do algodão, nos anos 1990, que se desestrutura completamente frente à concorrência com produtos importados subsidiados, vindo a ressurgir no final do século

totalmente reconfigurada, produzindo agora em extensas unidades territoriais, re-localizado espacialmente, abandonando o Paraná – até então principal produtor nacional – e se localizando nos cerrados. Gonçalves, Barbosa e Ramos, 2006, (cit. por MARTINS et. al., 2006) exemplificam essa transformação, onde atualmente mil propriedades produzem o mesmo algodão que 61 mil propriedades há 15 anos, desempregando nesse processo 250 mil pessoas.

Essa reestruturação possibilita enfrentar a nova realidade concorrencial da agricultura, resultando na abertura de novas fronteiras agrícolas principalmente nos cerrados, abrangendo a região Centro Oeste e se estendendo para o Norte e Nordeste brasileiros.

A partir do final dos anos 1990, uma série de transformações estruturais nos mercados mundiais de produtos agrícolas, leva a um aumento na demanda por *commodities* agrícolas, resultando em melhoria do cenário interno para os grupos do agronegócio brasileiro. A entrada da China no mercado de compra de soja representou incremento significativo que altera completamente a dinâmica de preços no setor.

Em paralelo a isso, o desenvolvimento científico-tecnológico representado simbolicamente pelo domínio das técnicas de transgenia e pelo lançamento de variedades de plantas geneticamente modificadas, sacudiu o modelo produtivo adotado pela agricultura comercial. O capitalismo penetra na seara dos processos genéticos em escala jamais alcançada anteriormente, abrindo possibilidades de manipulação de seres vivos. As possibilidades e riscos trazidos por essas técnicas e seu domínio por grandes empresas transnacionais que se preocupam apenas com a elevação da lucratividade, levou a reações frontais de grupos de cientistas, ecologistas, consumidores e movimentos sociais de trabalhadores rurais (CARVALHO, 2003).

Esse acelerado processo de transformação, na década de 1990 e início dos anos 2000 faz com que a produção de *commodities* avançasse em direção principalmente aos cerrados e secundariamente à mata Amazônica, conformando um amplo *arco do desmatamento* - extensa região geográfica pressionada pela derrubada de florestas para o plantio de pastagens e a produção de grãos. A realidade se contrapõe às teses que sustentam o papel do progresso tecnológico nas lavouras tradicionais, como forma de contenção do desflorestamento (ANGELSEN e KAIMOWITZ, 2001).

Essa tese supõe que o progresso tecnológico resultante em elevação da produtividade agrícola implicaria conseqüentemente em menor pressão para o uso terras de florestas pela agricultura e, portanto, a sua preservação, sua manutenção como floresta intocada. Isso seria verdadeiro, desde um ponto de vista estritamente econômico, mas não se aplica em todos os casos. Porque no caso brasileiro há uma relação direta da

apropriação de terras novas de floresta, com a dinâmica de constituição de patrimônios privados, de reserva de valor; e também como meio de reconfiguração da classe dominante do país, nas regiões de fronteira agrícola.

Nessa dinâmica patrimonialista, maiores produtividades na agricultura significam maiores lucros, e levam a uma expansão da agricultura sobre as áreas de floresta, ou ainda um efeito indireto, deslocam atividades como a pecuária, que por sua vez, pressionariam áreas de floresta. Esse processo se alimenta da soja, que oxigena a especulação fundiária.

Com a chegada do século XXI, novas e profundas transformações começam a ocorrer, afetando novamente a dinâmica da agricultura. Em geral são mudanças de padrão tecnológico (avanço da biotecnologia, com os transgênicos) e de mercado (resoluções de controvérsias pela Organização Mundial do Comércio – OMC, além do aprofundamento da vinculação da produção agrícola nacional aos mercados internacionais; ampliação da produção de biocombustíveis). A agricultura estaria entrando em novo período de transição estrutural, o maior desde a revolução verde, dos anos 1960. Tal transição deverá promover futuramente a expansão da atividade agropecuária nos trópicos da América do Sul — especialmente nos cerrados e na Amazônia brasileira (NEPSTAD e ALMEIDA, [2004]; MAPA, 2005).

O agronegócio brasileiro conseguiu responder ao desafio do aumento da produção e produtividade da agropecuária, gerando crescentes excedentes econômicos exportáveis, contribuindo para equilibrar a balança de pagamentos. Contudo, é um sistema que traz contradições tais como o empobrecimento de parcelas importantes das populações do meio rural, expulsão de ocupantes das terras, e da redução absoluta de empregos pelo efeito da mecanização e da concentração fundiária (SILVA, 1981; DELGADO, 1985; GERMER, 1981). Também contribui com a erosão genética mediante a uniformização de variedades e a redução da biodiversidade; e com a contaminação do meio ambiente através do uso de produtos químicos tóxicos, da introdução de elementos derivados de adubos solúveis nas reservas de água, pela poluição orgânica de corpos d'água, e pelo desmatamento de milhões de hectares de florestas em todo o país (OLIVEIRA, 2004).

O Brasil exportava em 1964, ano do golpe militar, um total de US\$ 1,43 bilhão. Em 1984 exportava US\$ 27 bilhões e em 1989 chegou a US\$ 34,3 bilhões. Em 2003 as exportações chegaram a US\$ 73 bilhões, dos quais 41,9% com produtos agrícolas e 8,1 bilhões apenas com produtos do complexo soja. Nesse mesmo ano o saldo comercial da balança do agronegócio respondeu por um superávit de US\$ 24,8 bilhões. Esses números confirmam a evolução havida na produção agropecuária brasileira no período 1960-2004 (OLIVEIRA, 2004).

Por trás dessa aparente ilha de prosperidade, contudo, escondem-se contradições e

paradoxos: a destruição do meio ambiente volta a se acelerar. A modernização e a mecanização dos campos geram por um lado empregos mais qualificados, contudo, expulsam dezenas de milhares de trabalhadores sem qualificação que são substituídos por maquinário sofisticado.

Como reflexo disso, e buscando resistir à aplicação desse modelo de agricultura capitalista no país, diversos movimentos sociais surgiram como reação aos processos de exclusão social e de degradação ambiental. Movimentos ecologistas de um lado, e de pequenos agricultores, sem-terra, quilombolas e indígenas de outro, têm questionado a expansão do agronegócio e denunciado sua insustentabilidade a longo prazo.

Um dos pontos dessa disputa diz respeito à recente introdução dos OGMs na agricultura. Os movimentos sociais têm se posicionado de forma ostensiva contrariamente aos transgênicos. No entanto, agricultores na sua base social têm adotado de forma massiva em algumas regiões, os OGM. Isso mostra a complexidade desse novo estágio do processo de modernização capitalista em curso na agricultura e é parte do objeto de estudo desta tese: Qual razão econômica impele pequenos agricultores ao plantio de OGMs?

### ***A evolução da cultura da soja no Brasil***

A Soja é cultivada no Brasil desde o começo do século XX. Há registro de pesquisas e cultivos experimentais desde 1930. A partir dos anos 1960 cresce seu cultivo, em dobradinha com o trigo, no estado do Rio Grande do Sul, visto que isso permitia uma utilização mais racional dos equipamentos agrícolas e das terras. No entanto, seu cultivo somente cresceria de forma acelerada com a viabilização do modelo da revolução verde e particularmente nos *anos 1970*, quando os preços da oleaginosa dispararam no mercado internacional.

Em 1974 o Governo americano decide embargar as exportações de soja para a Europa, a fim de preservar os estoques para seu consumo doméstico. Com isso os países europeus buscam novas fontes de abastecimento para produção de rações. Num curto espaço de tempo, os preços sobem exponencialmente. Esse primeiro *boom* da soja dura um tempo relativamente pequeno. Ainda que tenha havido uma recuperação de preços no final dos anos 1990, nunca os preços reais da soja no país retornaram aos patamares dos anos 1970. A partir dessa crise, a produção cresce nos estados de Santa Catarina (SC) e Paraná (PR). O Brasil chega a assumir, temporariamente, o posto de maior exportador de soja, porém no final da década, os EUA retomam a dianteira nas exportações, e o Brasil volta a ser o segundo maior produtor e exportador.

Até os anos 1970 a soja somente era cultivada de forma comercial nas regiões de clima temperado e subtropical, com latitudes próximas ou superiores a 30º. A Embrapa desenvolveu cultivares específicas para regiões mais ao norte desse paralelo, ao introduzir genes de período juvenil longo, fase em que a planta não é induzida ao florescimento, mesmo havendo condições favoráveis, ou seja, dias curtos, permitindo a partir do início dos anos 1980, que a soja fosse plantada no norte de Mato Grosso (DUARTE e CASTRO, 2004).

Também nos anos 1980 o setor enfrenta grave crise com redução de preços motivada pelo excesso de produção no mercado internacional. Os EUA retomam as exportações e a Europa busca reagir aos preços elevados e à sua extrema dependência externa estabelecendo um amplo programa de subsídios que levará ao aumento exponencial de sua produção interna de soja.

A nova realidade produtiva na Europa e as safras crescentes nos EUA e América do Sul provoca uma grande mudança na estrutura produtiva da soja em todo o mundo. Essa crise conduz a uma diferenciação entre os produtores de soja. No Brasil, ao final dos anos 1980 unidades menores que 100 hectares passam por dificuldades para se manter na atividade em regime de monocultura. Ocorre a inviabilização de muitos pequenos sojicultores. Começa um processo de: a) seleção e exclusão de produtores; b) crise e migração para outros estados, principalmente Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Pará; c) investimentos em ganhos de produtividade e não mais em expansão da área plantada (no caso do Rio Grande do Sul); d) diversificação produtiva limitada, reduzindo a dependência soja-trigo.

Com a migração de colonos ocorreu a expansão geográfica do cultivo da soja para a região Centro-Oeste do país, onde as terras eram mais baratas e mais produtivas para essa cultura (BRUM, [s.d.]). Dos anos 1970 a meados da década de 1980 o Governo brasileiro implementou programas para a ocupação produtiva dos cerrados, como o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (PRODECER), que apoiou com base em crédito subsidiado e assistência técnica os agricultores que aí se instalaram. Com a retirada dos subsídios, altera-se o perfil dos sojicultores, sobrevivendo os mais especializados e capitalizados.

Com o barateamento da soja, a indústria lança novos produtos derivados (óleo de soja, margarinas, proteína texturizada de soja (PTS), lecitina de soja, ...) que levam a mudanças nos hábitos alimentares da população, favorecido pela crescente urbanização. Há também um aumento na produção animal (carnes de aves e suínos, leite e derivados) puxando a demanda interna por proteína de soja para as fábricas de rações.

Nos anos 1990 inicia-se um segundo grande ciclo de ascensão da cultura: a

elevação dos preços e a expansão da produção para o Centro-Oeste. Em 1996 foi editada a Lei Kandir, que desonerou o ICMS das exportações de soja, aumentando a competitividade da atividade e contribuindo para a retenção de mais-valia gerada na agricultura, sob o poder do capital agrário. Isso não se dá sem ônus: acelera-se o impacto ambiental, com a destruição de milhões de hectares de áreas de matas de cerrado, e a sua contaminação por agrotóxicos, adubos químicos, etc.

O impacto social segue na mesma lógica da “modernização conservadora” (crescimento sem distribuição de renda, exclusão social, êxodo rural e concentração fundiária). No Rio Grande do Sul a soja também volta a crescer, uma vez que incorpora avanços tecnológicos, tais como o plantio direto, a melhoria de variedades e técnicas de plantio, que resultam no aumento de produtividade para mais de 2.000 Kg/ha (a partir de 1992). Em 1996 começa a ser introduzida a soja RR ilegalmente no estado.

Ao final da década há um novo período de depressão nos preços internacionais. Desta vez, entretanto, com a desvalorização cambial de 1999 no Brasil, os preços internos da soja se sustentam e reagem, o que afeta positivamente os sojicultores.

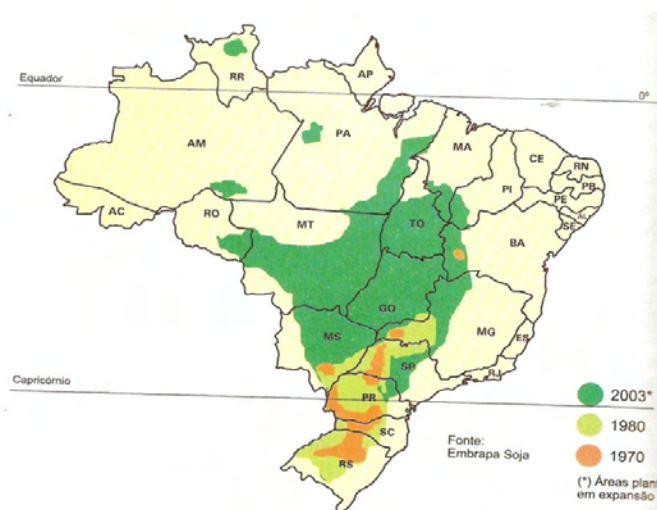


Figura 1 - Expansão do cultivo da soja no Brasil, no período 1970 a 2003  
Fonte: DUARTE e CASTRO (2004, p. 132)

O dinamismo do mercado internacional da soja, ademais do algodão e carne bovina, impulsionou a expansão do agronegócio para os cerrados nas décadas de 1980 e 1990 e a colonização produtiva da região do arco do desmatamento, via a substituição de áreas de pastagem por soja, ou outras culturas como o algodão e, em menor escala o milho (NEPSTAD e ALMEIDA, [2004]).

Desde os anos 1970, o mercado da soja no Brasil tem se caracterizado por forte

atrelamento ao mercado internacional. Esse aspecto será novamente retomado na tese, tendo importância crucial na rápida adoção da tecnologia transgênica. As alterações nos preços internacionais e na taxa de câmbio explicam em grande medida os movimentos de expansão ou retração do plantio da oleaginosa, bem como as oscilações de preços no mercado interno.

A dinâmica nacional da soja pode ser afetada por vários fatores como: a) os preços internacionais; b) a taxa de câmbio; c) a inflação interna; e d) a variação na demanda interna do produto<sup>1</sup>. Em geral, a variação de preços no mercado internacional tende a afetar a cultura da soja em dois momentos cruciais: quando se dá a decisão de plantio e no momento da realização econômica da safra, na colheita.

Na época do plantio afetam-se diretamente as decisões imediatas como o total de área a ser plantada e o nível tecnológico a ser empregado (volume de adubos, herbicidas, tipo da semente, tratamentos culturais, etc.). Já a variação de preços na época da colheita pode provocar perdas inesperadas ou levar a ganhos de oportunidade, conforme o sentido da oscilação dos preços. E as duas juntas afetam enormemente as intenções de plantio pelos agricultores nas safras subsequentes. Uma perda de safra anterior diminui a gordura disponível para queimar em novas safras, pondo em perigo a sobrevivência da unidade produtiva.

Estudo realizado por Schultz, Brandt e Brandt (2008) mostrou que a variação do preço dos insumos para cultivo da soja no período 1994-2006 foi explicada principalmente pela variação no câmbio (com 90,68% de correlação). Já o preço da soja foi influenciado em 88,43% pelo câmbio, ao passo que o saldo da balança comercial teve 58,47% de correlação. A inflação e a variação de preços na Bolsa de Chicago (*Chicago Board of Trade* - CBOT) tiveram correlação de 10,46% e 2,19% respectivamente.

Entre 1990 e 2000 a área cultivada com soja no Brasil cresce 18%, passando de 11,5 para 13,6 milhões de hectares, ao passo que a produção se elevou em 64%, subindo de 19,9 para 32,7 milhões de toneladas. Isso denota importante incremento na produtividade física da cultura, que passa a superar os 2.400 Kg/ha em 2000. Conforme pode ser visto na Figura 1, isso se deve em grande medida à expansão da cultura para a região Centro Oeste, onde encontra melhores condições climáticas e menor competição com ervas espontâneas.

No período 2000-2004 um terceiro *boom* da soja emerge no Brasil, motivado pela queda de safra e redução de subsídios diretos nos EUA, aliado a um crescimento de consumo na China. A China, que nos anos 1990 era praticamente autossuficiente na produção da soja e que estava pouco presente no mercado comprador da América do Sul,

---

<sup>1</sup> Um efeito importante, p. ex., nos próximos anos, poderá ser a implantação do programa do Biodiesel e H-BIO, pela Petrobrás e empresas privadas, que tendem a consumir parte do óleo de soja disponível no mercado nacional (FSP, 2006). A respeito dos programas de biocombustíveis e a questão dos transgênicos no mercado internacional ver Ribeiro (2006).



passa em poucos anos a se constituir no principal destino da soja do Mercosul.

Tabela 1 – Variação na importação efetuada pelos mercados importadores da soja argentina e brasileira entre os triênios analisados (em mil toneladas e %)

Mercado	1993/94/95 (a)	2000/01/02 (b)	b/a
	Importação Total	Importação Total	Crescimento do mercado %
P. Baixos	4.144	5.740	38,5
Japão	4.858	4.900	0
Alemanha	3.097	4.253	37,3
Espanha	2.330	3.077	32
Itália	1.327	984	-25,8
China	2.618	14.317	546,9
Mundo	30.549	51.345	68

Fonte: ROCHA e MENDONÇA (2005, p. 13) a partir de dados da FAO e FNP Consultoria.

Com o aumento da produção no cone sul da América Latina, o eixo da produção se desloca dos EUA para essa zona, que passa a ser conhecida como a República da Soja.

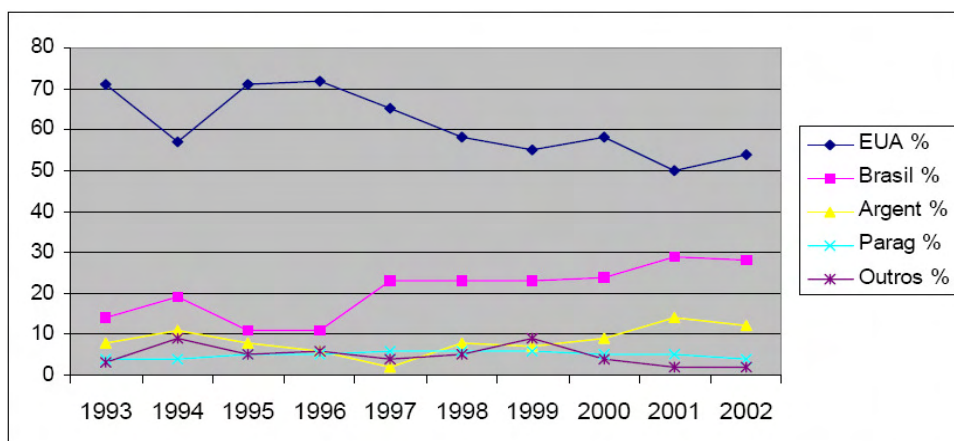


Figura 2 – Evolução da participação percentual dos principais exportadores de soja em grão no total mundial exportado, Período 1993 a 2002.

Fonte: ROCHA, MENDONÇA e RIBEIRO, 2005 p. 5, a partir de dados da FNP Consultoria e Ministério da Agricultura da Argentina.

A taxa de expansão anual da área plantada com soja sobe à casa dos 18% no Brasil. Pela primeira vez acontece a entrada significativa de soja na pré-Amazônia (Norte do Mato Grosso, Pará, Maranhão, Tocantins) e cerrados da Bahia, Piauí, e Maranhão, sendo que a maior parcela da produção procede das grandes áreas de cerrados.

São essas oscilações de preços que ajudam a explicar em grande medida os recentes movimentos ocorridos no plantio da soja no Brasil, como pode ser conferido a partir da análise da tabela seguinte (2).

Tabela 2- Taxas de variação dos preços doméstico e internacional da soja e da taxa de câmbio efetiva real, entre épocas de plantio e de comercialização (em %)

Períodos	Época de plantio		Taxa de câmbio	Época de comercialização		Taxa de câmbio
	Preço doméstico	Preço internacional		Preço doméstico	Preço internacional	
1998 a 1999	32,1	-13,2	47,9	9,9	-27,8	42,8
1999 a 2000	-12,7	-4,8	-10,5	7,6	8,8	-5,4
2000 a 2001	43,6	-3,9	35,1	-7,4	-20,0	16,5
2001 a 2002	33,2	17,6	10,2	15,4	4,6	-7,5
2002 a 2003	-15,2	12,6	-16,2	42,8	25,6	20,0
2003 a 2004	-8,3	-6,8	-3,6	26,3	57,6	-6,3

Fonte: Conab/FGV.

Nota: As épocas de plantio e de comercialização foram os meses de agosto a outubro e março a maio, respectivamente. As taxas de variação foram calculadas com base nas médias simples dos preços calculados para esses períodos.

Fonte: BRANDÃO, REZENDE e MARQUES (2005)

Uma mudança importante se verifica nos anos 2000. Nas comparações de 2001 com 2002, de 2002 com 2003 e de 2003 com 2004, os sojicultores se beneficiam com ganhos expressivos, trazidos em grande parte pelo mercado internacional. A onda de expansão da cultura da soja no período foi em grande parte fruto da conjugação de dois aspectos: num primeiro momento, a ligeira queda nos preços internacionais da soja foi compensada pela valorização cambial e, num segundo momento, houve um duplo efeito favorável que turbinou os preços da soja no mercado interno: a retomada dos preços internacionais aliado a uma valorização cambial interna (BRANDÃO, REZENDE e MARQUES, 2005).

O efeito no campo foi imediato: expansão do cultivo da soja em praticamente todas as regiões do país, porém com características diferenciadas em vista da disponibilidade de terras para cultivos. As figuras abaixo procuram ilustrar tais diferenças. De um lado, onde havia amplas faixas de terras disponíveis (caso das regiões centro-oeste, norte e regiões de cerrados do nordeste) a soja amplia a área cultivada em mais de 100%. Nas regiões do centro sul do país onde as terras já estavam ocupadas por outras atividades produtivas rentáveis (ou pela própria soja, como pode ser depreendido pela figura da esquerda) essa expansão se dá com menor amplitude e em áreas marginais.

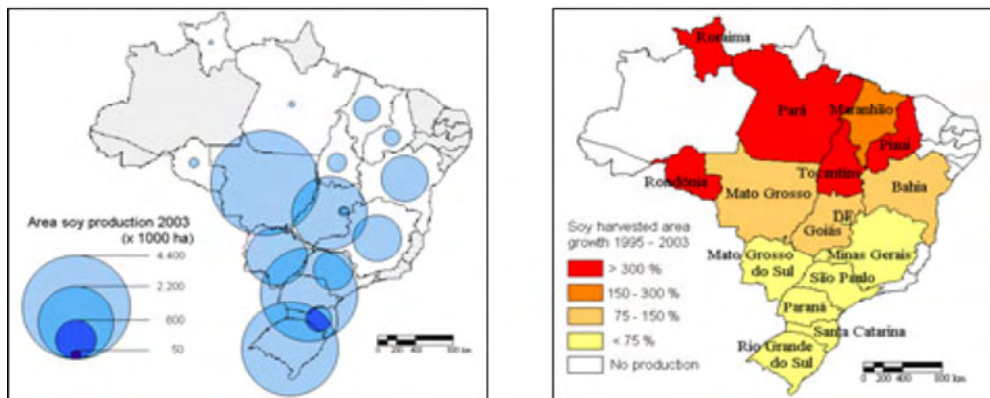


Figura 3 – Brasil. Área cultivada com soja (à esquerda) em mil hectares e expansão da soja no Brasil, em percentual de crescimento na área plantada no período 1995-2003 (à direita). Fonte: Conab, 2003 (cit. por DROS, 2004 p. 27).

A soja concentra sua produção no Centro-Oeste e Sul, com destaque para Rio Grande do Sul, Paraná e Mato Grosso, mas pela figura à direita acima, observa-se a vigorosa expansão por que passou essa cultura no período 1995-2003, sendo que nos estados do Norte e Nordeste houve mais de 300% de aumento na área cultivada. Os estados do Sul passaram por um crescimento bem menor no período, com menos de 75% de evolução na área plantada, demonstrando o possível “esgotamento econômico” das áreas de fronteira e a competição com outros usos da terra.

O fim do terceiro *boom* da soja em 2004 é explicado pelo movimento de sobrevalorização do Real nos últimos anos, aliado à nova redução dos preços internacionais da soja, motivada pela normalização da safra americana (duramente afetada por quebras no triênio 2002-2004). As variações de preço no mercado contribuem para explicar também as variações no consumo de herbicidas nessa cultura em todo o período considerado, já que as variações de preço da cultura influenciam diretamente na adoção dos pacotes tecnológicos pelos agricultores (conforme será abordado no Capítulo 8 - sustentabilidade Ambiental Da Soja geneticamente modificada).

### ***A evolução da produtividade física no Brasil e a dinâmica de mercado da cultura da soja no período recente***

A produtividade da cultura da soja no país evoluiu muito positivamente demonstrando elevada incorporação de progresso técnico. De início, nem chegava a alcançar os 2.000 Kg/ha nos anos 1970 e 1980, variando entre os extremos de 1.190 a 1.760 Kg/ha no período

1970-1982. No estado do Rio Grande do Sul que era então o principal produtor, a produtividade era ainda menor que a média nacional, variando nesse mesmo período entre 900 e 1.715 Kg/ha.

Tabela 3 - Brasil. Evolução dos índices de produtividade na cultura da soja – 1989 a 1998

Ano	Produtividade
1986 – 1988	100.00
1987 – 1989	100.00
1988 – 1990	98.0
1989 – 1991	95.0
1990 – 1992	96.0
1991 – 1993	103.7
1992 – 1994	115.0
1993 – 1995	118.0
1994 – 1996	119.0
1995 – 1997	121.3
1996 – 1998	124.3

Fonte: IBGE

A produção do Rio Grande do Sul, que respondia por 65% da safra nacional em 1970, evoluiu para 45% em 1977, 38% em 1980, e reduziu-se para 14,3% em 1999, refletindo o crescimento mais acelerado da produção em outros estados. A área plantada evoluiu no estado sulino, de menos de um milhão de hectares em 1970 para 3,4 milhões em 1977, quatro milhões em 1979 e em 1989 3,7 milhões de hectares [BRUM, s.d.]. Aparentemente esse volume de plantio é o teto econômico de terra disponível para o cultivo dessa oleaginosa no Rio Grande do Sul visto os dados mais recentes (Tabela 6).

O período coberto pelos anos 1990 viu a maior expansão territorial do cultivo da soja no país, alimentado pela forte demanda mundial do produto, e pelas taxas favoráveis no câmbio. É também nessa década que o país passa por um importante processo de estabilização econômica e desregulamentação de políticas públicas, que iria representar um ponto de clivagem na atuação do Estado Brasileiro em relação à agricultura e induziria os agentes econômicos privados à busca de maior eficiência econômica. Tendo em vista a estreita correlação entre as políticas públicas desse período, combinadas à situação estrutural da produção de soja nas diversas regiões do país, e ainda à posterior introdução ilegal da soja transgênica no Rio Grande do Sul, considera-se relevante uma análise mais detalhada desse período.

A escassez de alimentos no início dos anos 1990, derivada de uma sequência de quebras de safra, motiva o Governo brasileiro a reativar a política de preços mínimos (Política de Garantia de Preços Mínimos – PGPM), então indexados pela taxa referencial de juros (TR), e expande o crédito para a safra 1991/92. No entanto, como já estava em marcha a abertura comercial iniciada pelo próprio Governo Collor, com livre importação de produtos agrícolas e industriais, tal política conduziu a um aumento considerável de

estoques governamentais.

Rezende (2000) considera ter havido nesse período uma política contraditória para a agricultura. De um lado o Governo autoriza a livre importação de bens agrícolas *in natura* ou industrializados, mesmo havendo estoques governamentais, o que contribui para nivelar os preços do mercado interno com os do mercado internacional (e conter, assim, os preços internos de produtos agrícolas). De outro, indexa os financiamentos à evolução das taxas de juros internas e se compromete a comprar a produção caso os preços de mercado fiquem abaixo do valor necessário para quitar os financiamentos, o que leva à formação de estoques adicionais.

Em agosto de 1994 é lançado o Plano Real visando à estabilização econômica. Para a agricultura se mantém o foco na PGPM, turbinada pelo farto crédito de custeio. Em 1995 a safra é a maior até então, com conseqüente queda de preços agrícolas levando à formação de estoques também recorde neste ano. Cerca de ¼ da safra é comprada pelo Governo para formação de estoques, totalizando para o caso da soja mais de 3 milhões de toneladas.

Visando frear o crescimento crescente dos estoques, o Governo desindexa os preços agrícolas e o crédito rural na safra 1996/97. São suspensos novos contratos de EGF-COV (Empréstimos do Governo Federal, com opção de venda) para comercialização das safras e se estimula a criação de mecanismos de mercado para financiamento das mesmas. Nesse ano há quebra de safra no país e aumento dos preços internacionais de produtos agrícolas, inclusive a soja. Nesse período os estoques governamentais são praticamente zerados, visto os preços internacionais também terem subido (REZENDE, 2000).

Nessa década, com a estabilização econômica, a cultura da soja segue expandindo para a região Centro Oeste do país e duplica sua produção também no estado do Paraná.

Tabela 4 - Evolução da produção (em 1.000 t) e da produtividade média (Kg/ha) da soja no Brasil – Década de 1990

Safra	RS		PR		MT		Brasil	
	Produção	Kg/ha	Produção	Kg/ha	Produção	Kg/ha	Produção	Kg/ha
1992/93	6.067	2.030	3.417	2.360	4.197	2.450	22.558	2.027
1993/94	5.442	1.800	4.817	2.525	4.970	2.490	24.912	2.150
1994/95	5.847	2.040	5.332	2.610	5.440	2.370	25.651	2.179
1995/96	4.235	1.570	5.624	2.700	4.686	2.460	23.155	2.221
1996/97	4.755	1.620	6.448	2.630	5.721	2.730	26.391	2.175
1997/98	6.462	2.037	6.582	2.550	7.150	2.750	31.307	2.299
1998/99	4.467	1.520	7.313	2.789	7.134	2.800	30.915	2.384
1999/00	4.783	1.650	7.752	2.516	8.456	3.020	32.754	2.367

Fontes: IBGE; CONAB (2008); DUARTE e CASTRO (2004); BRUM (sd); SEAB/DERAL (PR); CISOJA, 2009.

Nessa década a produção praticamente fica estagnada e até mesmo regride no Rio Grande do Sul, quase sempre afetada por estresses climáticos que afetam a produtividade da cultura. Também nesse estado, ainda que ilegal, o plantio de soja transgênica já é dominante. No Paraná e Mato Grosso o volume produzido de soja tem aumento de mais de

100% no mesmo período. No final da década o *ranking* de principais estados produtores da soja se inverte, com o Mato Grosso assumindo a dianteira. O crescimento da produtividade física por hectare se dá de forma clara nos dois estados, ficando estacionada e oscilante no caso do Rio Grande do Sul.

Os anos 2000 encontram uma agricultura empresarial já financiada principalmente pela iniciativa privada, em especial pela busca de crédito privado no exterior (*via trading companies* e compradores internacionais), processo que se desenvolveu de forma crescente a partir de 1995, com a queda da inflação e estabilização da paridade Dólar-Real.

Tabela 5 - Evolução da produção (em 1.000 t) e da produtividade média (Kg/ha) da soja no Brasil – Década de 2000<sup>2</sup>

Safr	RS		PR		MT		BRASIL	
	Produção	Produtiv.	Produção	Produtiv.	Produção	Produtiv.	Produção	Produtiv.
2000/01	7.113	2337	8.623	3.060	9.640	3.090	37.720	2.395
2001/02	5.579	1703	9.478	2.887	11.636	3.020	42.020	2.751
2002/03	9.631	2668	10.971	3.016	12.949	2.930	41.916	2.567
2003/04	5.559	1396	10.036	2.550	15.008	2.864	52.017	2.816
2004/05	2.621	641	9.541	2.300	17.705	2.900	49.792	2.329
2005/06	8.010	2040	9.682	2.470	16.768	2.870	51.452	2.208

Fontes: CONAB; IBGE; DUARTE e CASTRO (2004); Embrapa; CISOJA, 2009.

O crescimento da produtividade da soja no Brasil se deu na ordem de 1% anual graças a investimentos em pesquisa e melhoria nos procedimentos de cultivo. Em alguns períodos, como o de 1990-1998 esse incremento chegou a taxas de 4,27% ao ano (DUARTE e CASTRO, 2004; Embrapa, 2005). Esses avanços aconteceram em várias áreas, como: sistemas de semeadura (maior precisão das semeadoras); cultivares mais adaptadas; melhoria da capacidade produtiva dos solos (e maior uso de insumos para correção e fertilização de solos); adoção de práticas conservacionistas, de cobertura do solo e de plantio direto. Um exemplo da evolução tecnológica foi a recomendação de população padrão de plantas de soja que se reduziu gradativamente, de 400 mil para aproximadamente 320 mil plantas por hectare, em vista do melhor crescimento e maior rendimento das plantas (EMBRAPA, 2005).

Com a evolução da produtividade e o estímulo do mercado internacional, a soja se expande por todo o país, em especial na última década.

<sup>2</sup> Gráficos com a série histórica ampliada acerca do volume de produção e da produtividade da cultura da soja no Brasil podem ser vistos nos anexos 3 e 4 da tese.

Tabela 6 – Área semeada com soja nos Estados do Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul e Brasil– 2000 a 2005 (em Milhões de hectares)

Brasil/Estado	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Var2004/00	Var2005/00
Mato Grosso	3,1	3,9	4,4	5,2	6,1	5,9	95,7%	88,8%
Paraná	2,8	3,3	3,6	3,9	4,1	3,9	47,2%	39,4%
Rio Grande do Sul	3,0	3,3	3,6	4,0	4,1	3,9	37,7%	30,8%
Brasil	14,0	16,3	18,5	21,4	23,3	22,2	66,8%	59,1%

Fonte: Conab. Citado por BALCEWICZ, 2007

Ainda que o crescimento na área plantada tenha sido expressivo nesses três estados principais produtores da soja, sua participação no total produzido no país não sofreu alteração significativa, passando de 63,57% em 2000 para 61,71% em 2005.

Participação % na área plantada de Soja no Brasil

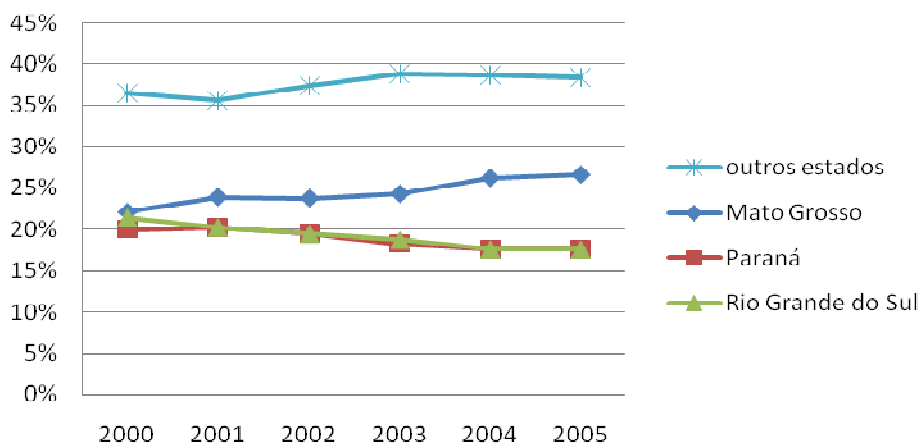


Figura 4 – Evolução da participação na área plantada de soja no Brasil por estados (em %)

Houve aumento de mais de 60% da área plantada com soja no país, tornando-se o principal cultivo em termos de valor econômico e área plantada. A produção nacional cresceu ano a ano nesse período desde o início dos anos 1990.

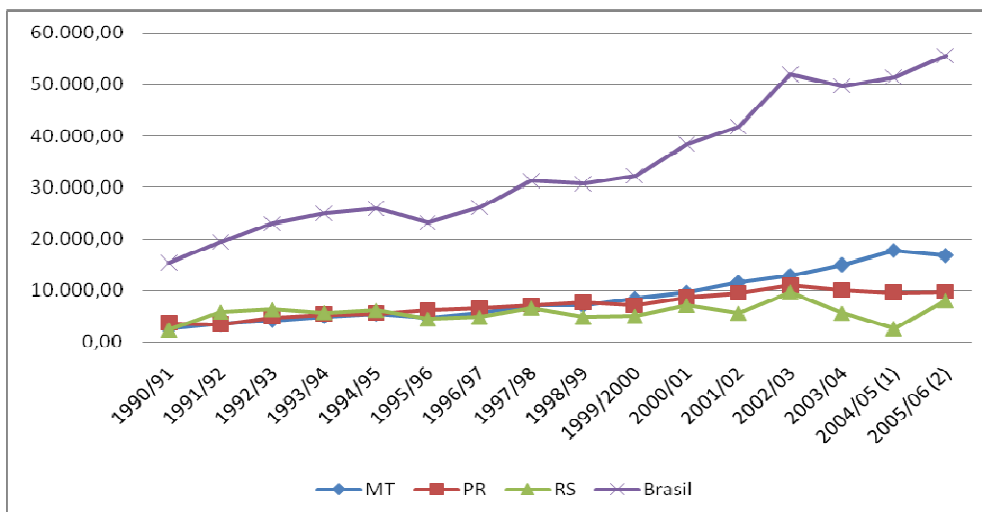


Figura 5 – Brasil. Evolução da produção de soja nos estados de Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Brasil, no período 1990 a 2006 (em mil ton).  
Fonte: CONAB. Elaboração do autor.

Nesse mesmo período a produção estadunidense elevou-se de 44,5 milhões de toneladas para 65,8 milhões. No Brasil a produção aumentou de 14,6 para 51 milhões de toneladas. A Argentina se firmou como o terceiro maior produtor mundial, com 34,8 milhões de toneladas.

Tabela 7– Principais produtores de soja no Mundo, 1983-2003

país	produção (milhões de toneladas)		
	1983	1993	2003
1. Estados Unidos	44,5	50,9	65,8
2. Brasil	14,6	22,6	51,5
3. Argentina	4,0	11,0	34,8
4. China	9,9	15,3	16,5
5. Índia	0,6	4,8	6,8
6. Paraguai	0,8	1,8	4,4
7. Canadá	0,7	1,9	2,3
8. Bolívia	0,1	0,5	1,6
outros países	4,3	6,4	5,6
<b>Mundo</b>	<b>79,5</b>	<b>115,2</b>	<b>189,2</b>

Fonte: OLIVEIRA e FERREIRA FILHO, 2005 p. 4, a partir de dados da FAO.

O destino da soja passa a ser crescentemente o mercado global, que aumenta exponencialmente nesse período passando de 26 milhões de toneladas em 1983 para 65,1 milhões vinte anos depois. Em 1983 o Brasil representava menos de 5% das exportações mundiais de soja, com pouco mais de 1,3 milhões de toneladas exportadas, passando em 2003 para quase 30% do total e a quantia de 19,9 milhões de toneladas.



Tabela 8 – Principais países exportadores de soja em grão por quantidade exportada, 1983-2003.

país	qt exportada (milhões de toneladas)		
	1983	1993	2003
1. Estados Unidos	22,7	19,5	31,0
2. Brasil	1,3	4,2	19,9
3. Argentina	1,4	2,4	8,7
4. Paraguai	0,5	1,4	1,7
5. Holanda	0,2	0,2	1,6
outros países	0,4	0,2	1,3
<b>Mundo</b>	<b>26,6</b>	<b>28,3</b>	<b>65,1</b>

Fonte: OLIVEIRA e FERREIRA FILHO, 2005 p. 3, a partir de dados da FAO.

Os estados de Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul, que respondiam por 55,72% do total de soja produzida no Brasil em 1990, evoluíram para 61,86% do volume de produção nacional no ano de 2006. Com isso, os produtos do complexo soja foram crescendo na pauta de exportações e desde há muitos anos também se converteram no principal item da balança comercial brasileira. Os principais estados exportadores são também os maiores produtores:

Tabela 9 - Principais estados exportadores de soja em grão (em toneladas), 2003-2007

Estados	2003	2004	2005	2006	2007
Mato Grosso	4.848.502	5.041.915	9.086.389	9.920.599	6.822.137
Rio Grande do Sul	3.792.297	2.200.352	439.739	3.281.005	5.503.371
Paraná	5.111.064	4.513.005	4.006.891	2.891.525	3.729.772
Goiás	2.183.320	1.843.558	3.066.616	2.800.224	2.192.407
Mato Grosso do Sul	233.830	345.325	978.248	1.182.096	1.065.860
Santa Catarina	41.712	79.622	132.873	206.735	1.057.247

HIRAKURI, 2008b p. 22. A partir de dados da SECEX/MDIC

O principal país de destino da soja em grão nesse período foi a China, seguido pela Holanda e Espanha. Esse dado é relevante no atual estágio de introdução dos OGMs devido a restrições e resistências ao consumo de produtos transgênicos por alguns países, notadamente na Europa (que combina alto poder aquisitivo com restrição ao consumo de OGMs).

Tabela 10- Destino das exportações de soja em grão dos principais estados em 2007

Mato Grosso		Rio Grande do Sul		Paraná	
País	Exportações	País	Exportações	País	Exportações
China	2.399.843	China	2.966.593	China	1.362.055
Holanda	1.311.943	Tailândia	640.142	Espanha	703.038
Espanha	754.563	Irã	323.753	Holanda	585.545
Itália	598.823	Holanda	287.112	Reino Unido	225.669

HIRAKURI, 2008b p. 22. A partir de dados da SECEX/MDIC

As exportações do complexo soja renderam ao Brasil somente nos anos de 2007 e 2008, a quantia de 11,3 e 17,9 bilhões de dólares em exportações, dos quais cerca de 60% oriundos da venda de soja em grão.

Em resumo, o desenvolvimento da agricultura brasileira se deu sob a dinâmica capitalista, impulsionada a partir dos anos 1960, resultando na concentração da propriedade da terra, na expulsão dos pequenos agricultores e trabalhadores rurais sem terra, gerando concentração de renda e riqueza, num processo denominado de modernização conservadora. Em pouco mais de duas décadas a população urbana passa a ser majoritária, e a produção agrícola se moderniza de forma a suplantar o modelo produtivo tradicional baseado na força de trabalho humana e na tração animal.

A utilização de insumos modernos como adubos químicos, sementes selecionadas, pesticidas e a mecanização agrícola permitem a elevação da produtividade do trabalho no campo, gerando um excedente populacional que se viu obrigado a migrar para as periferias das grandes cidades. Uma das culturas onde mais se emprega esse tipo de tecnologia é a soja, que em conjunto com o trigo, contribui em muito para que na região Centro-Sul do país seja constituído um setor agrícola modernizado, altamente produtivo, e com capacidade de geração de excedentes econômicos voltados ao abastecimento interno da crescente população urbanizada, bem como para a exportação.

A soja também possibilitou, a partir dos anos 1970, a formação de superávits na balança de pagamentos nacional contribuindo para a estratégia de substituição de importações adotada pelo Governo brasileiro. Constituindo-se gradualmente no principal item da pauta de exportações, substitui o tradicional café. Para chegar a esse ponto foi preciso constituir uma base técnica e produtiva nas regiões Sul e Centro Oeste, de forma a poder assegurar o fornecimento de crédito, insumos, maquinário e a armazenagem e escoamento da produção. Isso se deu com apoio maciço de políticas públicas subsidiadas tais como a extensão rural, a pesquisa agrícola, o sistema nacional de crédito rural, e os sistemas público-privados de armazenagem e transporte da produção.

A produção e a produtividade da soja cresceram consistentemente ao longo dessas décadas, tendo a produção se deslocado crescentemente rumo ao Centro Oeste e Norte, tanto que o principal pólo produtivo da soja se localize no eixo Mato Grosso-Goiás-Mato Grosso do Sul.

Assim como a produção nacional cresceu horizontal e verticalmente, o mercado mundial de soja também se viu encorpado, em especial pela crescente demanda de proteínas animais em todo o mundo e, em especial na China, que se converte no principal responsável pelo crescimento recente do consumo de soja no mundo nos últimos anos.

Ainda no caso brasileiro, a construção dessa pujança econômica em torno da soja se dá num contexto de diversas crises econômicas inflacionárias, com múltiplos planos governamentais buscando estabilizar a moeda, fato somente viabilizado em meados dos anos 1990, a partir do Governo Itamar Franco e Fernando Henrique Cardoso. É nesse contexto que se dá a entrada da soja transgênica no país, ilegal nos primeiros anos, tolerada nos anos 2003 e 2004, e finalmente legalizada a partir de 2005, apesar dos protestos de grande parcela dos consumidores e movimentos sócio-ambientais brasileiros.

## **CAPÍTULO 2 - ORIGEM E DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO DOS ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS (OGM)**

### ***Introdução***

O sonho de promover cruzamentos sem as restrições impostas pela natureza sempre povoou a mente de cientistas e melhoristas. Mas muito antes disso também se fez presente na mente de poetas e sonhadores, povoando as lendas e mitos dos diferentes povos do mundo, como o do Minotauro, do Centauro, da Medusa e das sereias, bem como as lendas das tribos indígenas. No Brasil diversos mitos e contos infantis também tomam em conta a possibilidade de se reorganizar a natureza com base na sabedoria e nos desejos humanos (um exemplo notório é o de Monteiro Lobato com seus sabugos de milho humanos, porcos que falam, etc.).

Durante milhares de anos o ser humano buscou nas relações produtivas com a natureza, pela observação e trabalho, estabelecer o domínio e a adequação das características de plantas, animais e microorganismos de forma a se tornarem úteis às finalidades da melhoria das condições de vida social. As ferramentas utilizadas foram a seleção e o melhoramento genéticos, como forma básica de obtenção desses resultados (UZUNIAN e BIRNER, 2002).

A busca de condições de sobrevivência pela espécie humana levou à primeira revolução agrícola, nos primórdios do desenvolvimento. A domesticação de animais e a seleção e domínio no cultivo de plantas representaram os grandes passos desse processo. Daí em diante, inicia-se um esforço permanente pela elevação nos índices de produtividade e diversidade de cultivos e criações existentes.

No século XX desenvolve-se a Revolução Verde, que procurou responder aos desafios de produtividade mediante incremento no uso de insumos químicos, na mecanização dos trabalhos agrícolas e na melhoria genética. A genética se desenvolve basicamente a partir do início desse século, depois da redescoberta dos estudos do botânico austríaco Gregor Mendel.

A evolução técnico-científica alcançada no século XX permitiu ampliar em muito o potencial até então estabelecido pela Ciência Genética. A descoberta das características do DNA e as técnicas de manipulação gênica mediante sofisticadas técnicas químicas laboratoriais, auxiliadas pelo barateamento e desenvolvimento de novos computadores e da automação (robótica) permitiram a emergência de uma nova revolução científica dos laboratórios das universidades e empresas capitalistas. Esse é o ponto do presente capítulo:

mostrar as bases materiais e teóricas que permitiram a emergência dos Organismos Geneticamente Modificados (OGM).

### **2.1 - A evolução da base técnico-científica que permitiu a emergência dos OGM na agricultura**

A base do que hoje se constitui na ciência Genética foi desenhada a partir dos estudos desenvolvidos pelo monge Gregor Mendel por volta de 1866, onde se estabelece pela primeira vez um conhecimento científico sistematizado sobre os fundamentos da variabilidade fenotípica em plantas (no caso a ervilha), a partir das suas características genéticas. A redescoberta dos estudos de Mendel, no início do séc. XX, leva a um florescimento do ramo da biologia que se encarrega do estudo da genética dos seres vivos (UZUNIAN e BIRNER, 2002).

Mendel assentou as bases que permitiriam a explicação do porque da variabilidade e da hereditariedade das características diferenciadas que se manifestam em todos e cada um dos organismos vivos. Estas se expressam a partir da determinação estabelecida inicialmente em seu código genético (genoma), mas também das interações com o meio ambiente. Esse conjunto de genes se combina em diferentes composições, as quais determinam as características das espécies e dentro delas, de cada indivíduo em si. O potencial gênico do ser vivo interage com o ambiente externo no sentido de constituir o que se denomina de fenótipo, ou características realizadas e, até certo ponto, visíveis desses indivíduos. Ou seja, um determinado potencial genético presente num organismo pode ser constringido pelas restrições ambientais (bióticas e/ou abióticas) até ao ponto de não se manifestar ou de exercer suas funções apenas parcialmente. Essas informações presentes no código genético são transmitidas aos descendentes de diversas formas, conforme as estratégias reprodutivas adotadas pelas diferentes espécies de seres vivos.

Descobriu-se que é possível dirigir a variação da composição genética permitindo alterar as características de plantas ou animais, possibilitando selecionar as características desejáveis conforme as finalidades utilitárias que se pretendia obter. No entanto, até os anos 1970 uma barreira aparentemente intransponível se fazia presente. Os cruzamentos sexuais permitiam apenas e tão somente promover melhorias com base em um conjunto dado de genes. Ou seja, existia uma “biblioteca genética” que poderia ser utilizada. Mas as regras naturais impediam ou restringiam fortemente os cruzamentos apenas a espécies próximas, sendo praticamente impossível a superação das barreiras entre espécies distantes, sem falar então entre organismos de reinos diferentes.

No entanto, a inquietude científica e interesses econômicos poderosos sempre

procuraram dirigir esforços no sentido de domínio dos mecanismos genéticos de transmissão e combinação de características. E foi mediante a gradual superação de lacunas teóricas, metodológicas e de técnicas laboratoriais de manipulação gênica que se estabeleceram as condições para um ponto de viragem no campo da genética.

### ***Os métodos tradicionais de melhoramento genético de plantas e animais***

A partir da redescoberta dos trabalhos de Mendel, surge em 1903 a Associação dos Melhoristas da América (American Breeders Association) conformada por melhoristas comerciais, cientistas das universidades agrícolas e estações experimentais, e pesquisadores do departamento de agricultura dos EUA (USDA), com o objetivo explícito de aplicar as leis fundamentais da genética ao melhoramento da agricultura Estadunidense.

O melhoramento do milho enfrentava sérios limites nos primeiros anos do século XX. Os mecanismos então existentes de melhoria e os concursos anuais de produtividade realizados nos EUA não conseguiam alavancar os rendimentos físicos por hectare. Pesquisadores como George Shull e Donald Jones desenvolveram pesquisas buscando aplicar princípios mendelianos para entender os mecanismos de hereditariedade e para encontrar métodos de melhoramento genético do milho.

Nesse esforço de aprimoramento dos métodos de melhoramento genético é feita a descoberta do hibridismo (Heterose, ou vigor híbrido). O pleno domínio de sua importância e a aplicação do princípio natural do hibridismo como método de melhoramento foi um importante impulsionador para que se constituísse e consolidasse a moderna indústria de sementes, uma vez que se optou por um sistema que automaticamente induzia à compra anual de sementes pelos agricultores que quisessem acessar sementes híbridas altamente produtivas.

Também nesse período foram desenvolvidas as especificações técnicas e metodológicas para os delineamentos experimentais em processos de melhoramento genético, com evolução dos testes estatísticos e dos sistemas comparativos de resultados.

A partir dos cruzamentos intra-espécie era possível identificar indivíduos ou conjuntos de indivíduos com características comuns (linhagens) promissores para determinados objetivos (direcionamento da pressão de seleção) que eram então submetidos a experimentação para poder determinar seu potencial de uso.

As alterações no genoma do organismo pelo melhoramento clássico não são tão precisas, visto que a transferência de genes de um organismo para outro ocorre por meio de cruzamentos (reprodução sexual), misturando-se todo o conjunto de genes dos dois organismos, em combinações aleatórias. Como consequência, o processo de seleção do

caráter desejado demanda uma enorme quantidade de tempo e é pouco preciso (GUERRANTE, 2003 p. 2-3).

Os mecanismos tradicionais utilizados para o processo de seleção e melhoramento sempre se mantiveram restritos ao marco das espécies aparentadas. Isso porque raramente se conseguiu promover cruzamentos entre espécies diferentes. Nos poucos casos que se conseguiu, na maioria das vezes a progênie resultante foi estéril. Com esses limites supostamente “intransponíveis” entre as espécies, a fonte básica de variabilidade era aquela naturalmente existente, ou seja, a variabilidade encontrada na própria natureza, dentro da mesma espécie ou em espécies aparentadas. Com isso, o melhoramento encontrava uma barreira natural muito difícil de ser vencida.

Como consequência, nesse período histórico compreendido entre meados do século XIX e a década de 1960, tornou-se fundamental o esforço de coleta e preservação das fontes naturais de diversidade genética existente no planeta (a biodiversidade), como fonte única de variabilidade a ser utilizada nos programas de melhoramento. Foram estabelecidos, principalmente pelos países ricos, os primeiros bancos de germoplasma<sup>3</sup>, as coleções de espécies, os jardins botânicos, etc.

Uma técnica que se buscou utilizar para enfrentar tal limite natural foi a de induzir artificialmente a variabilidade através de processos como a exposição à radioatividade ou a produtos químicos, de forma a induzir a mutações. Essas mutações eram estudadas e se procurava verificar se as características resultantes eram úteis ou não aos interesses humanos.

Esse processo buscava então acelerar algo que ocorre na natureza ao longo da evolução das espécies: a variabilidade natural derivada das mutações surgidas espontaneamente (ao acaso durante o processo reprodutivo, ou como fruto de indução por fatores ambientais externos aos seres vivos), mas esse processo era caro, lento e de resultados duvidosos.

### ***A evolução das novas biotecnologias e a emergência dos OGM***

Entre os anos 1940 e a primeira metade dos anos 1970 foi estabelecida a base do conhecimento sobre a genética de microorganismos (micróbios). A manipulação genética propriamente dita evoluiria apenas a partir dos anos 1970, via o desenvolvimento de novas

---

<sup>3</sup> De fato, os bancos de germoplasma não foram importantes apenas para esse determinado período histórico, pois na verdade cumprem um papel fundamental ainda hoje. Segundo BOYD (2003, p. 55) “esses recursos genéticos são críticos para as companhias de biotecnologia porque quaisquer características que essas companhias controlem se tornam inúteis se elas não forem engenheiradas em variedades de elite que contenham todas as outras características de valor acumuladas pelos esforços anteriores de melhoramento”. Outro exemplo desse aspecto está no acordo firmado entre Monsanto, universidades e o Jardim Botânico de St. Louis (um dos melhores dos EUA) para o desenvolvimento de novos OGMs.

técnicas e aplicações (NICHOLL, 2002). Em 1941 George Beadle e Edward Tatum estabeleceram a teoria “um gene, uma enzima” a qual respondeu a uma questão que persistia na comunidade científica, ao explicar que os genes são instruções codificadas para a construção de proteínas.

Em 1944 um passo fundamental é dado por Oswald Avery que identificou o DNA (ácido desoxirribonucléico) como a matéria-prima que forma os genes. A partir dessa descoberta vários grupos de pesquisa se dedicaram a estudar o DNA, sendo sua composição foi rapidamente elucidada. O DNA é uma molécula constituída de açúcar, fosfato e quatro bases nitrogenadas denominadas Adenina, Citosina, Timina e Guanina. Posteriormente descobriu-se que essas bases nitrogenadas (nucleotídeos) eram o alfabeto do código genético. Com isso assentou-se a ligação entre processos químicos e biológicos, no campo da genética (ROCHA e FARALDO, 2004).

Em 1953 Watson e Crick descobrem a estrutura helicoidal do DNA o que aceleraria as descobertas e revolucionaria a genética. Em 1967 Khorana e Niremberg decifram o código genético, ao concluir que o DNA poderia ser traduzido pela forma como os nucleotídeos (ou bases) eram organizados em trincas (ou códons) (ROCHA e FARALDO, 2004). Com essas descobertas e desenvolvimentos, estavam assentadas as bases científicas para a revolução biotecnológica. Faltava apenas a descoberta de algumas ferramentas adicionais.

O surgimento das técnicas de recombinação gênica no horizonte da pesquisa científica representou uma quebra de paradigma na evolução da Genética. Rompeu com mais de um século de ciência normal (no sentido dado por KUHN, 1987) que visava acumular conhecimentos gradativos visando o entendimento da hereditariedade das diversas espécies de seres vivos e sua utilização mediante engenho e finalidade humanos.

Para se chegar a esse estágio foi necessário que antes ocorresse um enorme acúmulo de conhecimentos, reordenados com base em uma proposição teórica importante: a de se aceitar a ideia de que a transmissão das informações e características genéticas se dava a partir de peças de informação, de genes insertos como parte de um código genético, disponíveis e intercambiáveis.

Para BOYD (2003) essa metáfora da “vida como um código” foi desenhada a partir de ideias tiradas da teoria da informação e da cibernética e propiciou a fundação teórica para os esforços de melhoria dos sistemas biológicos. Ela pressupõe que os códigos podem ser quebrados, programados e reprogramados. A ideia básica de que todos os organismos empregam as mesmas regras para transformar sequências de nucleotídeos em sequências de aminoácidos usando códons de 3 letras criou a oportunidade para o desenvolvimento da biotecnologia. O avanço trazido com as técnicas de Cohen e Boyer (peças de DNA de um



organismo vivo ser tirado e inserido em outro) propiciou os meios técnicos para superação da barreira das espécies e da movimentação de genes que codificam determinadas características (assumindo-se que eles possam ser encontrados e isolados) entre organismos sexualmente incompatíveis.

Tal passo não é completamente artificial, visto sua ocorrência na natureza já ter sido constatada desde o início do século XX. Descobriu-se que alguns vírus e bactérias conseguem transferir parte de seu DNA para outro ser vivo (hospedeiro). Ao inserirem sequências específicas de genes, fazem com que o hospedeiro passe a produzir substâncias que são de interesse do organismo infectante e não do infectado. Foi o conhecimento dessa característica natural que deu a pista para o desenvolvimento de técnicas artificiais de recombinação gênica, sendo até hoje a base de um dos métodos de transgenia mais empregados.

Embora técnicas diversas e complexas estivessem envolvidas, os princípios básicos da manipulação genética são razoavelmente simples. A premissa na qual a tecnologia é baseada é de que a informação genética, codificada no DNA e arranjada em forma de genes, é um recurso que pode ser manipulado em várias formas para adquirir certos objetivos. (NICHOLL, 2002 p. 2).

As primeiras moléculas de DNA recombinante foram geradas na Universidade de Stanford somente no ano de 1972. Conforme SCHURMAN (2003) vários analistas localizam o início da revolução biotecnológica em 1973 quando Herbert Boyer da Universidade da Califórnia, em San Francisco, e Stanley Cohen da Universidade de Stanford inventaram a técnica do DNA Recombinante (rDNA). Em 1976 Boyer e um sócio estabeleceram a empresa Genentech para produzir insulina humana geneticamente modificada. A partir disso, a biotecnologia entra definitivamente em Wall Street, o coração financeiro do capitalismo mundial.

Mas, para se chegar a esse primeiro passo, uma série de ganhos científicos e tecnológicos teve de ser desenvolvida. Em 1967, isolou-se pela primeira vez a enzima DNA ligase. Esta enzima pode juntar duas peças de DNA, um pré-requisito para a construção de moléculas recombinantes, podendo ser considerada como uma cola molecular.

Essa descoberta foi seguida pelo isolamento da primeira enzima de restrição em 1970, um marco importante no desenvolvimento da engenharia genética. Enzimas de restrição são essencialmente tesouras moleculares, que cortam o DNA em sequências precisamente definidas. Tais enzimas podem ser utilizadas para produzir fragmentos de DNA que são apropriados para serem juntados com outros fragmentos genéticos. Assim, em 1970 as ferramentas básicas requeridas para a construção de DNA recombinante estavam disponíveis. (NICHOLL, 2002)

Essa metodologia foi estendida em 1973 pela junção de fragmentos de DNA ao plasmídeo pSC101, da bactéria *Escherichia coli*. Estas moléculas recombinantes comportavam-se como replicantes, isto é, elas podiam se autorreproduzir quando introduzidas nas células da *E. coli*. Assim, pela criação de moléculas recombinantes *in vitro*, e colocando o construto em células bacterianas onde elas poderiam replicar-se *in vivo*, fragmentos específicos do DNA poderiam ser isolados de colônias de bactérias que formaram clones (colônias de bactérias formadas a partir de uma célula singular, na qual todas as células são cópias idênticas). Este desenvolvimento marcou a emergência da tecnologia que se tornaria conhecida como clonagem genética (NICHOLL, 2002).

Em 1983 o americano Kary Mullis desenvolve a técnica de PCR (*polymerase chain reaction*) que usa ciclos de síntese de DNA para produzir inúmeras cópias de genes ou fragmentos de genes. Mais tarde essa técnica se torna uma das principais ferramentas nas pesquisas biotecnológicas, ao permitir a aceleração (amplificação) da obtenção de sequências clonadas de DNA alterado geneticamente (NICHOLL, 2002; GUERRANTE, 2003; UZUNIAN e BIRNER, 2002).

Com o gradativo desenvolvimento de novas técnicas visando a melhoria de processos de recombinação gênica, começam a surgir no início dos anos 1980 as primeiras cultivares de plantas geneticamente modificadas. Em 1980 o primeiro organismo vivo é aceito como passível de ser patenteado, nos EUA. Tratava-se de uma bactéria transgênica com a finalidade de digerir petróleo, e marca um salto importante no desenvolvimento histórico da biotecnologia.

### **2.1.5. Base Técnica dos procedimentos em Engenharia Genética**

O sustentáculo da manipulação genética é a habilidade de isolar uma sequência singular de DNA de um genoma. Essa é a essência da clonagem de genes, que pode ser considerada uma série de quatro passos (NICHOLL 2002, p. 2):

1. Geração de fragmentos de DNA
2. Ligar a um vetor ou molécula transportadora
3. Introdução em uma célula hospedeira para amplificação
4. Seleção da sequência requerida.

Para efetuar a inserção de pedaços de DNA em células de outros organismos vivos é necessária a utilização de vetores. Esses podem ser plasmídios ou vírus transdutores (vírus que introduzem em suas células hospedeiras fragmentos de DNA estranho). Os Plasmídeos são estruturas genéticas extra-cromossômicas, capazes de autorreplicação, presentes em

muitas bactérias. Constituído de uma molécula de DNA circular, o plasmídeo confere à bactéria uma vantagem seletiva: enquanto alguns determinam a produção de substâncias antibióticas, outros conferem à bactéria resistência aos antibióticos. Sua replicação e segregação durante a reprodução bacteriana são independentes do cromossomo bacteriano (GUERRANTE, 2003 p. 149-150).

É preciso então obter um fragmento de DNA (DNA vetor) para o qual se deseja inserir um pedaço de DNA estranho, ou seja, o gene que se quer clonar. Obtido o DNA vetor é preciso “cortá-lo” em um ponto determinado para que seja inserido nele o DNA a ser clonado. Esse corte é efetuado pelas chamadas enzimas de restrição, que ocorrem naturalmente em bactérias. Enzimas de restrição são assim chamadas porque restringem a ação dos DNAs de vírus no interior das células bacterianas, mas não restringem a atividade do DNA da própria bactéria porque o DNA bacteriano é dotado de uma “capa de proteção” formada por determinados radicais químicos, que o protege da atividade das enzimas de restrição produzidas pela própria bactéria (UZUNIAN e BIRNER, 2002 p. 229). Essas substâncias cortam o DNA sempre em determinados pontos, levando à produção de “peças com pontas expostas” (UZUNIAN e BIRNER, 2002 p. 229).

Uma vez que o gene que se deseja multiplicar é introduzido pelo vetor em uma célula, esta promove a sua multiplicação, gerando inúmeras cópias dele (clonagem de genes). Para ligar o DNA inserido ao DNA receptor utiliza-se de outros tipos de enzimas denominadas de *ligase*. Com essa técnica produz-se então o DNA recombinante, que possui o gene inserido e que se deseja clonar. Feito isso, o DNA recombinante é introduzido em uma bactéria. A bactéria se reproduz, multiplicando assim o DNA buscado (UZUNIAN e BIRNER, 2002).

A retirada e o isolamento dos genes clonados se efetua mediante a desnaturação da molécula de DNA que se deseja clonar. Desnaturar a molécula de DNA significa separar as duas fitas complementares (processo que em geral é realizado por aquecimento) (UZUNIAN e BIRNER, 2002). Em seguida utiliza-se uma pequena sequência de 20 bases de DNA, (chamada *primer*), complementar à sequência da fita que se quer clonar, a enzima DNA polimerase, capaz de reconstituir uma dupla hélice de DNA em um tubo de ensaio, incorporando a um único filamento de DNA as bases complementares. Após a ligação das bases do *primer* à fita de DNA, a DNA polimerase orienta a inserção das demais bases e, assim, completa a síntese da nova fita.

A seguir a dupla hélice é novamente desnaturada por aquecimento, os dois filamentos se separam e tornam a atuar como moldes de duas novas hélices. A cada ciclo duplica a quantidade de DNA e podendo-se continuar o processo repetidas vezes. (UZUNIAN e BIRNER, 2002 p. 230). Finalmente, para a inserção dos genes recombinados,

no genoma de plantas, utilizam-se três técnicas principais: a) infecção por *Agrobacterium tumefaciens*; b) bombardeamento ou biobalística; e c) eletroporação de Protoplastos (GUERRANTE, 2003).

A *Agrobacterium tumefaciens* possui uma habilidade natural de transferir genes presentes em suas células para células vegetais. Desde 1907 ela foi associada ao surgimento de galhas nas raízes de plantas (galhas da coroa). Nas décadas de 1940-50 descobriu-se que o efeito induzido nas plantas persistia mesmo com a retirada completa das bactérias, o que levou à conclusão de que as mesmas provocavam alterações genéticas permanentes nas plantas infectadas. Foi comprovado cientificamente na década de 1970 que a bactéria transferia parte de seu DNA (o plasmídeo Ti) aos hospedeiros, para induzi-los à produção de determinadas proteínas úteis à bactéria, que permanecia na região próxima ao tumor para delas se utilizar. Com base nesse mecanismo, boa parte das variedades GM disponíveis atualmente especialmente em plantas dicotiledôneas<sup>4</sup> foram criadas utilizando-se dessa bactéria engenheirada, através da substituição dos genes envolvidos na formação da galha da coroa por outros genes de interesse (GUERRANTE, 2003).

O bombardeamento por biobalística (também chamado “*gene gun*” em inglês) utiliza-se de bombardeamento por microprojéteis de ouro ou tungstênio disparados em alta velocidade (superior a 1.500 km/h) para carregar e introduzir DNA e outras moléculas em células e tecidos *in vivo*. As micropartículas penetram na célula vegetal de forma não-letal e depois liberam o DNA pela ação do citoplasma celular, ocorrendo o processo de integração do gene exógeno no genoma do organismo a ser modificado. Essa técnica é aplicada ao melhoramento de milho, trigo e soja. (GUERRANTE, 2003; BOYD, 2003)

A eletroporação de protoplastos utiliza-se da aplicação de campo elétrico de alta voltagem, por curtos períodos, às células a serem modificadas, nesse caso os protoplastos<sup>6</sup>. Uma solução contendo várias cópias do DNA de interesse e as células vegetais a serem modificadas, é exposta a um campo elétrico capaz de permeabilizar, reversivelmente, a membrana plasmática da célula, permitindo a entrada do DNA de interesse a ser incorporado ao genoma dessa célula (GUERRANTE, 2003 p. 15).

Doravante, a geração de novas variedades de plantas por engenharia genética teria à sua disposição técnicas e exigiria habilidades na formação de pessoal em áreas inteiramente distintas dos métodos tradicionais de melhoramento.

---

<sup>4</sup> Dicotiledôneas – plantas que ao germinar apresentam dois cotilédones, ou estruturas da semente responsável pelo armazenamento de nutrientes necessários para a fase inicial de germinação, até que a nova planta tenha capacidade de promover a fotossíntese e fixar raízes. Exemplos de plantas dicotiledôneas: feijão, soja, ervilha, tabaco, algodão, canola, tomate.

<sup>5</sup> A técnica do *gene gun* foi desenvolvida e patenteada paralelamente por duas empresas capitalistas estadunidenses (Agracetus e Biolistics) em 1988. Na década seguinte essa técnica tornou-se a principal ferramenta usada no desenvolvimento de novas plantas transgênicas (BOYD, 2003).

<sup>6</sup> Protoplastos são células de planta ou de fungo, da qual a parede celular foi removida por meio de ação enzimática.

Tabela 11- Técnicas de transformação genética associadas com a biologia

Transferência de rDNA	Cultura de meristemas	Cruzamentos sexuais
Elementos transferíveis	Cultura de embriões	Cruzamentos amplos
Microinjeção	Cultura de calos	Mutação química
Anticorpos monoclonais	Cultura de pólen/antera	Mutação por raios X
Mapeamento genético	Embriogênese somática	
Repressão Genética	Varição somaclonal	
Eletroporação	Fusão de protoplastos	
	Cultura de protoplastos	
	Infecção in vitro	
	Transformação de folhas	
	Transformação de gametas	
	Engenharia de cloroplastos	

Fonte: KLOPPENBURG, 2004, p. 203

## 2.2 O melhoramento da soja GM – a soja RR (Roundup Ready)

A resistência aos herbicidas parte de uma teoria simples: se as plantas puderem ser tornadas resistentes a herbicidas, então as ervas daninhas poderiam ser tratadas com um herbicida de amplo espectro<sup>7</sup> sem que a lavoura fosse afetada (BOYD, 2003). Com base nesse pressuposto, diversas companhias químicas iniciaram nos anos 1970 linhas de pesquisa visando encontrar mecanismos que viabilizassem essa característica de elevado potencial mercadológico.

A companhia Monsanto inicia seu programa de pesquisa no ano de 1975. Para isso nomeia Ernest Jaworski para liderar um time de cerca de 30 cientistas dentro da companhia, e se conectar a dezenas de cientistas ligados principalmente a universidades públicas estadunidenses, direcionados ao campo de cultura de tecidos e melhoramento de plantas, precursores do novíssimo campo da engenharia genética (CHARLES, 2001).

Nesse período os pioneiros dos estudos sobre os mecanismos de ação da *Agrobacterium* (Mary-Dell Chilton, Jeff Schell e Marc van Montagu) trabalharam muito de perto com Jaworski, trocando informações científicas, realizando consultorias, e mesmo trocando material biológico com ele. A empresa também adotava a prática de financiar as

<sup>7</sup> Herbicidas de amplo espectro – são produtos químicos destinados ao controle de plantas espontâneas (ervas indesejadas) cuja toxicidade elimina a quase totalidade de espécies de plantas. Para diferenciação, existem também herbicidas dirigidos apenas a espécies de folha estreita (em geral gramíneas, ou monocotiledôneas) ou de folha larga (dicotiledôneas em geral), que são denominados herbicidas seletivos.

pesquisas desenvolvidas por cientistas nas universidades.

Em 1980 e 1981 a Companhia junta novos cientistas à equipe de forma a lidar com três aspectos-chaves da engenharia genética: a) a manipulação do DNA; b) a questão de transportar esses genes para dentro das células de plantas; e c) a cultura de tecidos, para regenerar plantas inteiras a partir das células geneticamente modificadas (CHARLES, 2001). Isso permitiria que em 1983 a Monsanto assumisse a liderança em pesquisas no campo da engenharia genética, suplantando, surpreendendo e competindo com a comunidade científica mundial. Estavam assentadas as bases para o surgimento de plantas geneticamente modificadas, e em particular da Soja RR.

Em 1987 pesquisadores da Monsanto iniciam a busca de bactérias naturalmente resistentes ao Glifosato. Em 1989 é encontrada uma enzima bacteriana que por apresentar estrutura química diferente das enzimas correspondentes na planta de soja, não era capaz de se ligar ao Glifosato e, portanto, permitia a sobrevivência da mesma ao herbicida. Outro caminho escolhido para a resistência ao Glifosato foi o de buscar aumentar artificialmente o volume de enzimas produzidas pela planta, de forma a que o efeito do Glifosato fosse insuficiente para destruir a planta modificada (GUERRANTE, 2003).

A soja transgênica resistente ao herbicida Glifosato (ambos produzidos pela empresa Monsanto) foi autorizada para comercialização nos EUA no ano de 1994. O Glifosato já era comercializado pela Monsanto desde 1976 tornando-se rapidamente o produto mais vendido pela empresa desde então.

O mecanismo de ação do Roundup se dá por meio do seu princípio ativo, o Glifosato, que se liga a uma enzima, presente em plantas e responsável pela produção de proteínas essenciais ao crescimento vegetal. O glifosato inibe a ação da enzima, de forma que a planta morre por falta das proteínas que deixam de ser sintetizadas. O Glifosato tinha seu uso autorizado apenas para o período de pré-emergência das culturas, ou seja, ele era aplicado antes que as sementes dos cultivos tivessem germinado, de forma a protegê-las do contato com o herbicida (GUERRANTE, 2003).

*O Roundup age pela inibição de uma enzima sintetizadora de aminoácidos denominada 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphato sintase (EPSP sintase ou EPSPS). Plantas resistentes têm sido produzidas seja pelo incremento da síntese do EPSPS pela incorporação de cópias extras do gene, ou pelo uso de um gene EPSPS bacteriano que é ligeiramente diferente da versão presente na planta, e que produz uma proteína que é resistente aos efeitos do Glifosato. (Nicholl, 2002 p. 232)*

No entanto, para viabilizar a inserção do gene bacteriano na soja, foi preciso superar outros entraves genéticos. Para tanto foram incorporadas quatro fontes diferentes de genes: a) um gene do vírus mosaico que infecta a couve-flor, cuja função seria agir como uma

espécie de interruptor ativando a enzima bacteriana; b) da *Agrobacterium sp.*, linhagem CP4 foi extraído um gene responsável por controlar a quantidade de proteína de crescimento produzida pela soja; c) a petúnia híbrida forneceu a garantia de que as proteínas de crescimento sintetizadas pela planta fossem direcionadas para as regiões de interesse; e d) a *Agrobacterium tumefaciens* contribuiu com um gene que modifica uma enzima responsável pela finalização da etapa de inserção do pacote genético a ser inserido no genoma da soja (MENASHE, 2001; GUERRANTE, 2003).

Depois de ter configurado o arranjo genético que daria origem à soja RR, o DNA recombinante foi introduzido na soja por meio da técnica da biobalística. Após milhares de tentativas, os pesquisadores da Monsanto conseguiram algumas linhagens capazes de resistir a doses elevadas de Glifosato. Essa linhagem foi posteriormente testada a campo e resultou em qualidade e produtividades próximas ao alcançado pelas variedades convencionais (GUERRANTE, 2003). A soja Roundup Ready é lançada no mercado dos EUA no ano de 1995 e em pouco tempo, tornar-se-ia dominante no mercado internacional de sementes.

Como conclusão do capítulo, registra-se que o surgimento dos organismos geneticamente modificados representa a culminância de um processo iniciado pelo monge Gregor Mendel, e pela retomada dos estudos de genética no início do século XX. Fundamentalmente, tudo foi possível pela evolução teórica no campo da genética e dos métodos laboratoriais para manipulação gênica, bem como pela mobilização de um enorme esforço científico ao longo de cinco décadas (anos 1940 a 1980).

Em suma, a emergência dos OGM como fato científico e principalmente econômico, é fruto de um conjunto de fatores que possibilitou a confluência de recursos humanos e financeiros, conhecimento sistemático e sistematizado nas universidades e institutos públicos, com o direcionamento por empresas capitalistas do ramo da genética de plantas.

Além do domínio acerca da genômica em si, das modificações introduzidas nas sementes, essa técnica possibilitou o direcionamento das pesquisas para o desenvolvimento associado da genética com o uso de produtos químicos patenteados, controlados pelas corporações. Ou seja, possibilitou-se vincular genética com interesses mercadológicos associada à venda de produtos químicos.

O presente capítulo buscou abordar o primeiro aspecto, a construção do campo técnico-científico que foi a base sem a qual essa revolução não teria iniciado. A base científica da engenharia genética, ainda que em constante evolução, permite já hoje obter avanços inimagináveis há cerca de 30 anos, por exemplo.

O próximo passo é desvendar as bases legais que permitiram a apropriação privada pelas grandes corporações capitalistas de parcelas da natureza até então intocadas pelo

capital: o genoma e os seres vivos.



## **CAPÍTULO 3 – A MERCANTILIZAÇÃO DA VIDA - EVOLUÇÃO DA LEGISLAÇÃO SOBRE PROPRIEDADE INTELECTUAL E OS ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS**

### **3.1 O controle capitalista sobre os genes - A constituição de uma nova fronteira para o desenvolvimento do capital**

“Indo direto ao ponto, todos os genes que interessam estão sendo clonados [isolados para propósito de patenteamento]. Há uma verdadeira corrida para chegar lá primeiro”. Forrest Chumley, gerente da DuPont (FAIRLEY, 1988).

“Nós somos seus donos, nós somos proprietários de qualquer um que compre nossos produtos Roundup Ready” frase dita a um agricultor estadunidense por agente da Monsanto.

Como já foi dito, a humanidade sempre buscou novos caminhos para o melhoramento genético de plantas e animais. A incorporação de genes com características úteis em outras espécies sempre foi considerado como algo desejável, porém, por vezes considerado quimérico. Inúmeras pesquisas foram desenvolvidas ao longo do tempo visando desvendar e controlar os mecanismos da reprodução dos seres vivos. A emergência dos Organismos Geneticamente Modificados não pode e nem deve ser considerada como resultado de um estrito planejamento feito pelas grandes corporações capitalistas, pelo menos não no sentido de que elas teriam pré-estabelecido a forma e o conteúdo atual dessa questão. Esses elementos, já debatidos no capítulo dois, permitiram a emergência da Engenharia Genética e da Genômica, como desenvolvimentos fundantes da nova etapa de apropriação do capital sobre o trabalho e a natureza.

No entanto, a forma como se deu a alteração da legislação internacional sobre propriedade intelectual foi moldada de forma que se assegurasse ao capital a apropriação do valor-trabalho gerado na agricultura. À medida que se obtiveram resultados no campo científico-tecnológico para a geração dos OGMs, as companhias de biotecnologia buscaram assegurar a captura de ganhos extraordinários, não apenas no âmbito econômico estabelecido, na expansão de horizontes poucas vezes vista anteriormente pela humanidade, com o surgimento de novos mercados e a reconfiguração dos já existentes. Num espaço onde historicamente o capital tinha uma inserção relativamente reduzida - o campo da produção de sementes e da manipulação genética - abriu-se uma avenida por onde puderam trafegar os novos produtos que iriam revolucionar o modo de produzir na agricultura.

Assim que as firmas consolidaram suas posições e capitalizaram os enormes

investimentos em engenharia genética, genômica e na descoberta e desenvolvimento de novas drogas, elas demandaram maior proteção de direitos de propriedade privada. Estabelecer direitos de propriedade sobre organismos vivos foi considerado como necessidade estratégica, uma vez que tais direitos assegurariam os meios pelos quais as empresas poderiam lucrar a partir de seus investimentos em pesquisa e desenvolvimento. (SCHURMAN, 2003).

É nesse sentido que as corporações capitalistas buscaram direcionar a atuação dos representantes governamentais nas negociações internacionais, visando moldar um arcabouço legal que permitisse a plena apropriação dos resultados das pesquisas e desenvolvimento científico e tecnológico obtidos, com o propósito de assegurar sua lucratividade em todo o planeta.

O patenteamento serviu, além do anterior, para moldar o campo institucional onde se desenvolve atualmente a questão do controle sobre a vida, os seres vivos e a apropriação dos frutos do trabalho humano na agricultura e em outros campos de atividade produtiva. Representou também, do ponto de vista da competição empresarial, a criação de barreiras artificiais (no sentido dado por PORTER, 1989) visando dificultar o ingresso de novas empresas nesse campo tecnológico promissor. As empresas buscaram barganhar posições no mercado de capitais e frente à concorrência, visando criar barreiras a firmas entrantes, e estabelecendo novas formas de se apropriar do valor gerado na cadeia produtiva da agricultura.

A tecnologia representa o interesse concreto de classes em disputa pela apropriação do valor gerado na sociedade. Portanto o direcionamento das atividades de C&T permite ao capital assenhorear-se dos rumos da acumulação da riqueza social.

*Há alguma justiça em permitir ao mercado determinar se e em que extensão a manipulação genética melhora as condições de vida pela determinação de quais produtos serão introduzidos no mercado? Pode bem existir um grande número de oportunidades para a produção de produtos socialmente valiosos oferecidos pela bioengenharia que nunca serão pesquisados porque eles não seriam lucrativos. Por outro lado, um número de novos produtos da biotecnologia que são lucrativos para a iniciativa privada verão a luz do dia ainda que eles possam ter consequências negativas para certos segmentos da população ou ao meio ambiente. Ainda, mesmo quando as tecnologias são neutras, elas podem ser introduzidas em uma maneira que reflete o poder relativo das várias classes na sociedade. (KLOPPENBURG, 2004 p. 199)*

Para que essa ação do capital tivesse consequência, foi fundamental a alteração nas legislações nacionais e nas normas internacionais referentes à propriedade intelectual e também na relação empresas de sementes e agricultores. É dessa temática que trata o presente capítulo.

### **3.2 A evolução da legislação internacional sobre Organismos Geneticamente Modificados.**

Em 1961 é criada a União para a proteção de Novas Variedades de Plantas (UPOV) por seis nações europeias para prover um quadro internacional para a legislação sobre direitos de melhoristas de plantas. Imediatamente as empresas sementeiras estadunidenses buscam implementar leis nacionais com base na proposta da UPOV. A legislação vigente nos EUA até o final dos anos 1970 praticamente impedia a apropriação privada sobre a base genética existente.

*Com a passagem do Plant Patent Act (PPA) em 1930, [...] Congresso rejeitou a noção de que plantas de reprodução sexuada deveriam ser sujeitas a proteção de patentes. Novamente, em 1968, uma emenda proposta ao PPA que teria estendido direitos de patente para plantas de reprodução sexuada, foi rejeitada. No seguimento dessa derrota, no entanto, o congresso decidiu que alguma forma de proteção para estas plantas seria assegurada. Em 1970, o congresso decretou o Plant Variety Protection Act (PVPA), uma forma alternativa de proteção para variedades de plantas de reprodução sexuada. O Ato concede um termo de proteção de 20 anos para a maioria das plantas, e dá ao proprietário direitos exclusivos para multiplicar e comercializar sementes daquela variedade. (CENTER... 2005, p. 13)*

A conquista dessa lei pelas empresas melhoristas dos EUA foi árdua e levou várias décadas até que fosse aceita. Em 1969 entidades representativas do setor redataram um esboço daquilo que viria ser a lei PVPA (*Plant Variety Protection Act*) que se tornou a base para a lei que finalmente seria aprovada em 1970. No entanto, foi mantido o direito de uso desses materiais para fins de pesquisa e também o direito dos agricultores salvarem sementes para seu próprio uso.

A passagem para o regime do PVPA não foi um evento isolado, mas sim o resultado de processo histórico envolvendo a penetração progressiva do melhoramento de plantas pela indústria privada. Esse avanço dos melhoristas privados ter-se-ia dado por dois processos relacionados: o esforço das firmas privadas para aumentar o potencial mercadológico de variedades proprietárias; e a luta contínua para reduzir o papel do segmento público no lançamento de novas variedades. O PVPA não exigia para fins de registro, a demonstração de que as novas variedades fossem essencialmente diferentes ou superiores às já existentes. Portanto, foi mais uma lei direcionada a assegurar espaço para comercialização de cultivares, do que à pesquisa. Permitiu-se o surgimento de pseudo-variedades, na essência iguais às demais existentes (KLOPPENBURG, 2004).

O primeiro campo de disputa legal sobre os OGMs se deu também nos Estados Unidos da América (EUA), país que reunia as condições jurídicas, políticas e econômicas mais avançadas (e favoráveis às grandes corporações), e um clima científico aberto para a promoção de inovações no campo da genética. Em junho de 1980, a Suprema Corte dos EUA define que microorganismos geneticamente modificados podem ser legalmente considerados como equivalentes a uma invenção. Essa decisão foi provocada por demanda levantada por Ananda Chakrabarty, pesquisador da General Electric, que teve seu pedido negado pelo Escritório de Patentes Estadunidense (PTO), para o patenteamento de uma bactéria geneticamente modificada. A decisão da Suprema Corte revogou a decisão do PTO e obrigou então a que o Escritório concedesse o registro da propriedade ao pesquisador, o que na prática sinalizou a legalização da indústria de biotecnologia e a abertura legal para a apropriação privada de microorganismos, de plantas, e de animais.

As patentes são concessões governamentais de um monopólio temporário sobre uma invenção particular, geralmente por um período de 20 anos. Durante esse período o detentor da patente pode excluir todos e qualquer um de fazer, usar, ou vender a sua invenção (CENTER FOR FOOD SAFETY, 2005 p. 9).

Outras duas decisões influenciariam decisivamente a arquitetura legal que estruturou a indústria de biotecnologia nos EUA:

*Seis meses depois o PTO emitiu a primeira patente Cohen-Boyer (uma patente sobre processos) que deu para Stanford e para a Universidade da Califórnia os direitos de patente sobre uma técnica básica de engenharia genética (Processo para produção de quimeras moleculares biologicamente funcionais – US Patent N. 4.237.224, 02 de Dezembro de 1980). E dez dias depois disso, o Congresso passou a lei Bayh-Dole de 1980, permitindo a comercialização de produtos derivados de pesquisas apoiadas por fundos federais e introduzindo uma nova era na colaboração universidade-indústria e na transferência de tecnologias entre os setores público e privado. Juntos esses três desenvolvimentos criaram um novo espaço econômico no qual a indústria da biotecnologia pôde florescer (BOYD, 2003 p. 37)*

A lei Baih-Dole alterou as relações entre universidades e empresas privadas nos EUA ao criar incentivos para os cientistas estabelecerem empreendimentos privados bem como parcerias com empresas. Esses elementos foram críticos para o surgimento dos complexos universitários-industriais (BOYD, 2003).

Obviamente tais fatos não se deram de forma isolada. Esse período histórico marcava a predominância da ideologia neoliberal que varreu o planeta e modificou por completo as estruturas produtivas, legais e a lógica de atuação do Estado, em benefício do grande capital. Num esforço político e ideológico procura-se promover simultaneamente “o livre comércio, impulsionando a abertura unilateral e irrestrita nos países dependentes; a retirada do Estado de funções econômicas e de regulação social e trabalhista; e implantação

de legislações nos âmbitos internacional e nacional, que desregulem os investimentos estrangeiros” (REDES, 2003 p. 6).

*A partir da década de 1970, e em resposta ao esgotamento do modelo de acumulação, se iniciam novas estratégias econômicas, políticas e sociais desde os centros de poder, corporações e países centrais, para garantir o funcionamento e a lógica do aumento da taxa de lucro. Na agricultura, as corporações impulsionam em nível mundial um processo de reconversão tecnológica para a biotecnologia, e em particular a engenharia genética, como forma de manter e incrementar seus lucros e o controle do setor. Tecnologias de continuidade e ruptura com a revolução verde, desenvolvidas sob o mesmo paradigma de produção. (REDES, 2003 p. 5)*

No ano de 1985 a possibilidade de patenteamento foi estendida para plantas transgênicas. O escritório de Patentes dos EUA inicialmente rejeitou pedidos de extensão de patentes para variedades de plantas, por entender que a legislação americana vigente já delimitava regras específicas diferenciadas da lei geral de patentes daquele país. Nesse caso, a posição do Escritório de Patentes considerava ilegal o patenteamento de plantas inteiras e assegurava ainda o direito aos agricultores reproduzirem suas próprias sementes e, aos pesquisadores, de utilizarem qualquer material genético para realização de pesquisas e desenvolvimento de novas variedades (ou seja, mantinha o sentido original da lei norte-americana de proteção de variedades de plantas de 1970 e da UPOV<sup>8</sup>).

Essa interpretação é levada a questionamento em 1985 quando a empresa *Molecular Genetics* apelou da decisão inicial de negativa de patente para linhagens de milho que produziam níveis elevados de Triptofano, que é um aminoácido essencial para o desenvolvimento humano e animal, presente naturalmente nos grãos de milho. O corpo de apelações da PTO decide então revisar a decisão anterior do escritório e conceder a patente à empresa, baseando-se para isso na decisão do Caso *Chakrabarty*, pela Suprema Corte. Essa decisão, ainda que na esfera administrativa foi um primeiro passo decisivo para dar maior solidez à indústria biotecnológica. No entanto, foi apenas em 1988 que uma decisão judicial consolidou essa linha de entendimento, ao ser definido um caso semelhante numa Corte Distrital do Estado de Iowa, decisão posteriormente reafirmada pela Corte de Apelações e pela Suprema Corte (em Dezembro de 2001) (BOYD, 2003).

Ao permitir o patenteamento de plantas e, posteriormente, estendendo esse direito ao patenteamento de genes e partes (sequências) do DNA, se estabelece a base e o incentivo para uma corrida ao patenteamento da vida em seus componentes mais fundamentais. A consequência veio através da aceleração do processo de fusões e aquisições de pequenas empresas sementeiras ou startups (empresas de capital de risco) da área de biotecnologia por grandes companhias químico-farmacêuticas, especializadas

---

<sup>8</sup> Ver mais adiante a referência à União de Proteção das Obtenções Vegetais (UPOV) neste mesmo capítulo.

em engenharia genética. Ou seja, da extensão da concentração monopolística agora no campo da genética e, portanto ao nível mais básico das formas de vida.

As implicações dessa transição não demoraram a emergir. Sob o regime prévio de propriedade intelectual, governado pela lei de 1970 (Lei de proteção a variedades de plantas) os agricultores poderiam guardar suas sementes para seu próprio plantio no próximo ano. Sob o regime Chakrabarty, em contraste, os detentores de patentes sobre genes podem acionar judicialmente agricultores que guardarem sementes sem autorização ou sem efetuar o pagamento de royalties.

As decisões da Suprema Corte sobre o caso Chakrabarty e do Triptofano (2001) sinalizaram para a criação de direitos de propriedade intelectual tanto sobre o germoplasma existente como em relação a novos organismos geneticamente modificados. A evolução da genômica reforçou essa corrida levando as empresas privadas a expandir o número e amplitude de seus pedidos de patentes (ENRIQUEZ, 1998).

Estabelecido o precedente no sistema legal e visando dar mais solidez e ampliar o raio de ação das empresas de biotecnologia, o Governo dos EUA passa a introduzir o tema dos direitos de propriedade intelectual na discussão da Rodada Uruguai do GATT. O GATT é um acordo comercial internacional entre países signatários, criado em 1948 para estabelecer regras do comércio internacional. Em 2004 mais de 140 países já haviam se tornado membros da OMC (CHOUDRY, 2004). Como verificado anteriormente, os representantes oficiais dos governos usualmente incluem pessoal do setor privado (grandes empresas). Portanto, quem fica de fora é apenas a representação popular.

O acordo TRIPS (*Trade Related Intellectual Property Rights*), resultado de vitoriosa pressão Norteamericana e Europeia sobre os países pobres, estende o sistema legal de patentes sobre a vida para todo o planeta.

### **3.3. A OMC e o acordo TRIPS -**

Os acordos que levaram à constituição da Organização Mundial do Comércio (OMC) surgem num contexto de expansão e domínio do neoliberalismo na esfera internacional. Eles propugnavam total liberdade aos movimentos do capital, aceitando como natural a mercantilização de todas as formas de vida, argumentando que as forças de mercado deveriam ser deixadas livres para se desenvolver, com um mínimo possível de interferência dos Estados ou das comunidades locais (CHOUDRY, 2004).

O Acordo TRIPS (Aspectos Relacionados ao Comércio e à Propriedade Intelectual) surge no bojo da constituição da OMC, mas teria de fato pouco a ver com livre-comércio, e muito menos com a democracia. Para o estabelecimento das negociações e acordos, as

sessões são fechadas, fora do conhecimento da sociedade civil. Os documentos e outras evidências apresentados em disputas comerciais são mantidos confidenciais a não ser que as partes decidam liberá-los. Somente membros governamentais de países da OMC têm assento legal. Sindicatos, povos indígenas, camponeses e consumidores não têm direito a participar (CHOUDRY, 2004).

O Acordo TRIPS constituir-se-ia numa ferramenta protecionista que requer dos países membros da OMC garantias de proteção de patentes pelo menos por 20 anos. Tal fato se comprova por pesquisas como a conduzida com empresas americanas em 1984 que mostrou que mais de 80% das companhias contatadas indicaram que 'o bloqueio de certas áreas técnicas' sem a intenção de trabalhar a invenção foi um primeiro motivo para o patenteamento. Patentes são descritas como uma vantagem competitiva para negociar licenças. Em outras palavras, o sistema de patentes 'regula' a competição. Ele não necessariamente estimula a geração de tecnologias, muito menos sua difusão (SHIVA, 2001).

O acordo estabelece também a base para concessão de direitos de patente para os OGMs e outros produtos da biotecnologia. Por outro lado, é um sistema que desconsidera os conhecimentos e desenvolvimentos produzidos por comunidades tradicionais, pelos povos indígenas, ou pelos agricultores. Esses acúmulos, fruto de séculos de experiências são enquadrados no que a literatura inglesa conceitua de "*commons*" e não se constituiria objeto de proteção quanto à sua apropriação. A ideia de que o conhecimento possa ser criado, possuído, ou vendido por um único inventor conflita com muitas visões indígenas e tradições não-ocidentais onde o conhecimento é intrinsecamente ligado à cultura, à espiritualidade, à identidade e ao lugar, e é criado comunitariamente ao longo do tempo. Direitos de propriedade intelectual comodificam a natureza e privatizam o conhecimento para exploração exclusiva e lucro privado (CHOUDRY, 2004 p. 39).

Ou seja, com o TRIPS fica assegurado o controle privado sobre os novos conhecimentos e tecnologias gerados nos laboratórios das grandes empresas e universidades, mas se franqueia o acesso ao estoque de conhecimento da humanidade para usufruto gratuito pelos países do Norte e pelo grande capital (CHOUDRY, 2004; SHIVA, 2001). Essa distorção absurda é enfrentada posteriormente não na esfera do GATT/OMC e sim na Convenção das Nações Unidas sobre Diversidade Biológica (CDB), que restabelece o direito dos povos sobre seus conhecimentos e tradições. Ainda que haja controvérsias sobre esse tema e disputas de interpretação entre a CDB e a OMC, a primeira reconhece a necessidade de que os países e as comunidades onde se origina o conhecimento ou a fonte da biodiversidade utilizada para gerar patentes comercializáveis, sejam beneficiados também com o resultado econômico dos produtos gerados (benefit

sharing).

É uma espécie de *enclosure* (cercamento) moderna, numa alusão ao processo de cercamento das terras pelos nobres, expulsando os camponeses, que acelerou o desenvolvimento inicial do capitalismo na Inglaterra do século XVIII, estabelecendo uma acumulação primitiva de capital (BOYLE, 2006; DROSSOU e POLTERMAN, 2006; KLOPPENBURG, 2004).

Alguns autores visualizam que os acordos internacionais de propriedade intelectual têm representado um movimento no sentido de re-colonização dos países pobres do Sul pelos países do Norte do mundo. Vandana SHIVA relembra que grande parte das patentes dadas a produtos que incorporam genes de organismos vivos ou produtos derivados de seres vivos se utilizam de plantas, animais e microorganismos obtidos nos países do Sul, e na maioria das vezes obtidos a partir de estudos e observação de conhecimentos detidos por povos e comunidades tradicionais desses países (SHIVA, 2001). É um processo também que leva à acentuação da transferência de recursos dos países pobres para os ricos<sup>9</sup>, que são os que dominam essas tecnologias modernas.

O sistema de patentes promovido pelos países ricos é acusado de promover a pirataria intelectual, à custa de violações dos direitos humanos por significar um mecanismo de pilhagem de conhecimentos e de recursos naturais (especialmente culturais e genéticos) dos países do Sul do mundo (SHIVA, 2001). Além disso significou a proteção legal ao estabelecimento de mecanismos de prevenção, de colocação de barreiras à concorrência em áreas sensíveis. Ou seja, uma proteção legal a práticas monopolistas praticadas pelas grandes empresas.

Um aspecto relevante acerca dessa fase regulacionista nos estados nacionais e nos organismos internacionais diz respeito à mudança dos atores-chave no processo. Enquanto no passado foram as empresas produtoras de sementes híbridas (marginais na máquina econômica dos grandes países) as responsáveis pelas pressões em vista do estabelecimento da legislação de proteção de cultivares, modernamente são as gigantescas corporações industriais que congregam indústrias químicas, de sementes, de biotecnologia e farmacêuticas, que criaram uma coalizão cujos interesses em direitos de propriedade intelectual são similares e que coletivamente congregam um tremendo poder político. (SCHURMAN, 2003).

A rede de interconexões entre indústria e as administrações governamentais assegura que interesses privados (mesmo de monopólios) se sobreponham aos interesses dos cidadãos (CHOUDRY, 2004; ROBIN, 2008). Ocorre um verdadeiro sequestro do Estado

---

<sup>9</sup> Exemplo disso ocorre com a tecnologia Roundup Ready, da Monsanto, aplicada em cultivares de soja. Estimativas da empresa e do mercado indicam que apenas no Brasil a empresa tende a amealhar entre US\$ 120 e 400 milhões anuais com o uso dessa tecnologia (MST, 2006).



pelas corporações capitalistas<sup>10</sup>. O embrião desse processo foi o comitê de propriedade intelectual (uma coalizão extremamente atuante nos anos 1980-1990, de 13 grandes corporações estadunidenses, incluindo Dupont, Pfizer, Bristol-Myers e Merck) que trabalhou junto com representantes do Governo norte americano numa proposta a fim de padronizar as leis internacionais de propriedade intelectual de acordo com as linhas da lei americana e torná-las obrigatórias sob a OMC (CHOUDRY, 2004). Essa ação se deu na sequência de uma tentativa falha no período imediatamente anterior junto à Organização Mundial de Propriedade Intelectual, a qual foi vetada pelos países pobres.

Com o acordo TRIPS os países signatários passam a ter a obrigatoriedade de estabelecer leis que regulem o patenteamento de seres vivos, e que se assegure que as variedades de plantas possam ser protegidas por patentes ou por um sistema *sui generis* (outra forma de proteção legal). Com base no acordo TRIPS e em pressões nos campos político e econômico, o Governo dos EUA, apoiado pela Europa e Japão, vem impondo legislações similares às suas em todo o planeta. Como as principais corporações e universidades com capacidade científica e financeira estão localizadas nos países ricos<sup>11</sup>, essa imposição significa uma abertura de mercado para as corporações controlarem os principais mercados de grãos em todo o mundo. Governos que se recusam a adotar tais legislações são acusados de adotar práticas injustas de comércio, de adoção de barreiras comerciais não tarifárias contra direitos e produtos americanos, e são ameaçados então com sanções tarifárias. (CHOUDRY, 2004)

### **3.4. A contratualização da relação empresas-agricultores**

Como consequência do estabelecimento de direitos de propriedade sobre características engenheiradas e sobre sequências de genes, a partir do acordo TRIPS e de leis nacionais a ele alinhadas, a condição básica para o controle dos mercados de sementes estava criado. Os investimentos em engenharia genética de nada valeriam caso não pudessem ser patenteados, e se uma vez patenteados, tampouco pudessem ser incorporados a variedades convencionais já utilizadas massivamente pelos agricultores, e portadoras de germoplasma de alta qualidade. Esse aspecto é crucial, visto que as

---

<sup>10</sup> Cerca de 90% dos 111 membros da delegação norte americana nas negociações sobre propriedade intelectual durante a Rodada Uruguai do GATT vieram do setor privado. O presidente da Companhia Monsanto liderou o Comitê Assessor da Presidência dos EUA para política de comércio e negociações. Isso aconteceu com outros representantes americanos, entre os quais o representante governamental para as negociações de comércio, que se tornou posteriormente membro do *Board* (conselho) administrativo da Monsanto (CHOUDRY, 2004).

<sup>11</sup> Empresas e universidades de apenas 10 nações detêm mais de 95% das patentes depositadas internacionalmente, na área de engenharia genética (SHIVA, 2001).

características melhoradas pela engenharia genética são, até agora, pontuais. Elas se direcionam a alterar uma ou algumas poucas características de cada vez. Inclusive a maioria dos transgenes atuais inclusive é direcionada à resistência a alguns herbicidas e a incorporar os genes Bt derivados de microorganismos.

Ocorre que somente essas características não fazem uma variedade ser útil aos agricultores. É preciso incorporar tais genes modificados em variedades já existentes, com larga presença de mercado e que já estejam adaptadas às condições de extrema diversidade (biótica e abiótica) da agricultura mundial. Preferencialmente que se incorporem às variedades dominantes e mais produtivas. Ocorre que, no momento do surgimento dos OGMs em laboratório, o mercado mundial de sementes se caracterizava como extremamente concorrencial. Literalmente dezenas de milhares de firmas disputavam um mercado onde o principal produto era a semente de milho híbrida.

Essa compreensão levou as empresas líderes, particularmente Monsanto e Dupont, a adquirirem as principais companhias sementeiras do mundo e a desenvolverem sistemas de agricultura sob contrato, adequado para os novos cultivos biotecnológicos. O sistema de contrato com os agricultores busca assegurar que parte do valor gerado no trabalho agrícola flua para os cofres das empresas (BOYD, 2003). O mecanismo escolhido se assemelha em parte ao formato do sistema de integração utilizado no Sul do Brasil para criação de aves e suínos e produção de fumo, ainda que guarde diferenças importantes, por se tratar, até o momento, da produção de grãos, principalmente.

Mediante esse sistema, a agricultura se integra, de forma subordinada, ao circuito de reprodução ampliada do capital agroindustrial que já controla o material genético engenheirado e as sementes. Com isso é possível fechar o ciclo. As corporações da biotecnologia detêm as patentes dos genes, fazem acordos de licenciamento ou compram empresas sementeiras, as quais possuem coleções viáveis de germoplasma dos principais cultivos comerciais, e são capazes de montar sistemas de produção e entrega de sementes para os agricultores, em quantidades adequadas à demanda. Com grande oportunismo algumas companhias iniciaram ainda nos anos 1990 o cercamento do mercado de sementes, antes mesmo de se definir a legalidade dessa tecnologia proprietária (BOYD, 2003; KLOPPENBURG, 2004). O movimento se acelerou a partir de meados dos anos 1990, como será analisado nos próximos capítulos. Em menos de uma década foi erigido um oligopólio global com um punhado de mega-corporações, que agora controlam largos segmentos do complexo agroalimentar global.

Sem a compra das companhias sementeiras, a estratégia das grandes empresas de biotecnologia estaria incompleta, pois teriam dificuldades para se apropriarem completamente do valor gerado pelo uso de seus produtos. Contudo, para viabilizar a

apropriação real do valor gerado na agricultura, seria preciso enfrentar práticas historicamente reproduzidas pelos agricultores, em especial a tradição de produzir as próprias sementes para o plantio (BOYD, 2003; SHIVA, 2001). Os agricultores comumente selecionam sementes em suas lavouras e utilizam-nas ano após ano, assegurando a reprodução da unidade agrícola sem a necessidade de novas aquisições anuais de sementes. Muitas vezes esses agricultores trocam sementes com outros agricultores. Esse mecanismo vem sendo utilizado há milênios, desde o surgimento da agricultura, sendo os agricultores considerados por muitos pesquisadores como os verdadeiros guardiões da biodiversidade mundial.

Essa prática milenar assegurou, desde os primórdios da agricultura, a possibilidade de preservação e estabilização das condições alimentares para a espécie humana. Contudo, essas estratégias ancestrais, passam a representar um problema para as companhias, um obstáculo para sua lucratividade. Sem que os agricultores se vejam obrigados a comprar novas sementes, ou sem pagar algum tipo de taxa pelo uso da tecnologia transgênica, as empresas deixam de arrecadar centenas de milhões de dólares anuais, gerando perdas de receita inadmissíveis do ponto de vista da lucratividade do capital.

A solução encontrada residiu no estabelecimento de duas táticas: a primeira através de ameaças e cobrança forçada pelo uso não licenciado da tecnologia OGMs; a segunda através da indução de contratos formais em relação ao uso da tecnologia. A contratualização viabilizaria a imposição de uma “taxa de licença de uso da tecnologia”. Nestes contratos um valor é adicionado à venda de toda semente contendo a tecnologia de engenharia genética.

Associado às táticas citadas, as empresas adotam a política de terra arrasada: contaminar para controlar; tolerar o uso ilegal e mercado negro de sementes nos primeiros anos para ir criando o mercado e as condições para implantação do monopólio posteriormente.

Além disso, nos EUA o modelo utilizado, além do pagamento de taxas, regulamenta as práticas produtivas a serem adotadas por aqueles que comprem as sementes. No caso da soja RR da Monsanto, o acordo de licenciamento induz a que o agricultor use o herbicida Roundup fabricado pela própria Monsanto, apesar do fato que outros herbicidas mais baratos contendo o mesmo princípio ativo estarem disponíveis.

*O contrato também proíbe guardar sementes e inclui duras penalidades pela sua violação: a saber, pagamento de quaisquer taxas legais que a Monsanto incorra no acionamento do contrato, danos estipulados em 120 vezes o custo aplicável pelo uso da tecnologia, e perda de qualquer direito a obter sementes geneticamente modificadas no futuro. Finalmente, os agricultores são requeridos a submeter para inspeção seus campos e seus*

*registros contábeis e administrativos (BOYD, 2003 p. 50).*

Visto que os mecanismos de vigilância e obrigação de cumprimento desses acordos estão efetivamente construídos na tecnologia mesma, as companhias de biotecnologia, fazem uso de kits laboratoriais que permitem testar a existência de genes engenheirados, podendo identificar e monitorar o uso de suas tecnologias e características proprietárias (BOYD, 2003). E, portanto, cobrar pelo seu uso.

Devido às características do sistema de patentes nos EUA quando qualquer plantação não-OGM torna-se contaminada com características patenteadas, este cultivo efetivamente se torna “da Monsanto”, devendo pagar royalties, ou podendo o agricultor ser processado pela empresa por uso ilegal de tecnologia patenteada<sup>12</sup> (CENTER FOR FOOD SAFETY, 2005).

*A empresa Monsanto efetivamente ganha uma licença para controlar a semente mesmo depois de o agricultor a ter comprado, plantado e colhido. Este nível de controle sem precedentes [mesmo nos EUA] tem tido um impacto profundamente negativo no nível de vida de muitos agricultores americanos. Agricultores que replantaram semente salva da própria lavoura, frequentemente em ignorância dos termos estritos do contrato, tem enfrentado sérias penalidades financeiras que forçaram alguns à bancarota e levou outros a abandonar a agricultura. Outros agricultores que nunca souberam ter plantado sementes transgênicas tem sido penalizado quando sua semente foi identificada como contaminada com material genético patenteado pela Monsanto. (CENTER FOR FOOD SAFETY, 2005 p. 13)*

Esse contrato contém um guia suplementar que faz parte do mesmo, com 31 páginas contendo as cláusulas restritivas em relação ao uso da tecnologia patenteada. Mesmo nos EUA é difícil que agricultores dominem esse documento repleto de nomenclaturas científicas e jurídicas. Nesses documentos fica explícito o direito da Monsanto de acessar em qualquer tempo as instalações e campos de produção dos agricultores para identificar se as condições do contrato estão sendo seguidas (CFS, 2005). Até mesmo agências privadas são contratadas para fazer esses levantamentos, onde se exige acesso a documentos legais e fiscais e às informações financeiras prestadas ao Governo americano pelos agricultores.

Centenas de ações judiciais e extrajudiciais contra supostos violadores de contratos ou de direitos de patente são lançadas anualmente pela Monsanto na América do Norte. Informações indiretas fornecidas por membros da empresa indicam que em média chegam a mais de 500 ações por ano. A empresa de Saint Louis mantinha em seus quadros no ano de 2005, mais de 70 empregados apenas para cuidar desses casos de violação de patentes,

---

<sup>12</sup> É digno de referência o fato de que em Maio de 2009 a Suprema Corte do Canadá ter dado ganho de causa ao agricultor Percy Schmeiser contra a Monsanto por esta ter contaminado a sua lavoura de Canola.

com um orçamento anual de 10 milhões de dólares (CFS, 2005).

A principal tática utilizada é a da intimidação, forçando o agricultor a fazer acordo extrajudicial, evitando assim uma guerra legal custosa e demorada. Através dessa tática a empresa tem conseguido mesmo que agricultores que não plantaram sementes GM ou que tiveram lavouras contaminadas aceitem pagar para não sofrer as consequências legais e, principalmente financeiras.

Obviamente, as empresas adotam estratégias diferenciadas de acordo com a realidade socioeconômica e legal de cada país. Isso explicaria o fato da estratégia da Monsanto no Brasil ser diferente da aplicada nos EUA. Como a morosidade e a dubiedade do sistema legal brasileiro não favorecem a lógica da empresa processar os agricultores, ela decidiu adotar táticas diferenciadas no país. No Brasil e Argentina a ação se deu inicialmente via cobrança na comercialização dos grãos, após a colheita, como forma de forçar os agricultores recalcitrantes a pagarem os direitos proprietários. A Monsanto optou por ignorar no momento inicial o fato que os agricultores agiam ilegalmente contra as leis locais e contra o direito internacional de patente, o que lhe favorecia. No momento em que o uso de sementes transgênicas se tornou fato consumado e as pressões políticas internacionais (especialmente dos EUA) obrigaram os governos argentino e brasileiro a reconhecerem e autorizarem o uso de soja GM, a companhia imediatamente iniciou processos visando assegurar a cobrança de seus direitos de patente (ROBIN, 2008).

Inicialmente os agricultores buscaram fugir da cobrança da taxa, via reprodução não autorizada de sementes próprias ou via compra de sementes no mercado clandestino que havia se formado nos longos anos de contrabando e ilegalidade dos OGMs. Tanto isso é fato público que em Novembro de 2006 produtores argentinos de sementes passaram a reivindicar royalties devido à utilização não-autorizada de seu material genético por produtores gaúchos, ao passo que mesmo a associação de produtores de sementes do Rio Grande do Sul (APASSUL) reclama que os produtores seguem se utilizando de sementes ilegais para evitar o aumento de custos derivado da cobrança de taxas pela Monsanto (Gazeta Mercantil, 2006). Esse ponto será retomado no capítulo referente à análise econômica dos OGMs por identificar um determinado estágio de sobrevivência econômica dos produtores que seguem se utilizando de sementes clandestinas, mesmo depois da legalização do plantio de soja transgênica.

Em seguimento a seu esforço por regularizar o recolhimento dos direitos de propriedade, a empresa Monsanto iniciou gestões junto a entidades de classe. Ainda que inicialmente adotaram tom inamistoso, rapidamente, no entanto, estas foram levadas a contemporizar. Navios carregados de soja que aportaram na Europa se viram forçados ao pagamento de royalties e não houve outra saída que não fosse o cumprimento das

exigências da empresa.

Atualmente a empresa faz acordos anuais com entidades de classe para estabelecimento do valor dos royalties a serem cobrados das sementes geneticamente modificadas, aparentemente apaziguando, mas não resolvendo a situação (ver capítulo 6).

### **3.5. O marco legal da proteção ao direito de propriedade intelectual no Brasil**

No Brasil a soja transgênica foi introduzida ilegalmente no ano de 1997, a partir de contrabando originário da Argentina (a soja “Maradona”). No Estado do Rio Grande do Sul o plantio ilegal logo tomou proporções epidêmicas.

Inicialmente, o Governo Federal (cuja responsabilidade legal cabia ao Ministério da Agricultura) omite-se em fiscalizar e punir os transgressores, numa atitude de conivência visando à criação de um “fato consumado”. Apesar dos desmentidos da empresa Monsanto, até hoje permanece obscuro o papel da mesma na facilitação da disseminação ilegal de sua semente, numa estratégia de constituir o impasse político<sup>13</sup>.

O plantio ilegal, inicialmente restrito ao estado do Rio Grande do Sul passa gradativamente a ocupar espaços em Santa Catarina, Paraná<sup>14</sup> e Mato Grosso do Sul, ainda que em proporção marginal se comparada à escala que o processo atinge no estado meridional. Tal fato aparentemente guarda relação com aspectos estruturais da produção de soja no Estado do Rio Grande do Sul, a serem discutidos nos capítulos seguintes.

Mas é somente no ano de 2003 que a soja transgênica teria sua situação parcialmente legalizada com a promulgação de medidas provisórias (MPs) pelo Governo Lula. A regulamentação do plantio de transgênicos no país acontece inicialmente através de MPs que legalizam a situação criada pelo plantio ilegal e finalmente em março de 2005, com a aprovação da nova Lei de Biossegurança e Biotecnologia, se legaliza definitivamente a situação, alterando o arcabouço jurídico do tema. No entanto, para se chegar a essa situação foi necessário a evolução de um conjunto de normas legais que tiveram importante influência no processo.

O Estado brasileiro lançou mão de vários instrumentos e tratados internacionais para regular a questão dos OGM<sup>15</sup>, dentre os quais destacamos os que seguem:

---

<sup>13</sup> A empresa é acusada de adotar a prática de estímulo ao plantio ilegal de OGMs em vários países (SHIVA, 2001; ROBIN, 2008)

<sup>14</sup> No Estado do Paraná somente na safra 2008-09 as lavouras OGM chegaram a ocupar mais do que 50% da área cultivada (Gazeta do Povo, 2008)

<sup>15</sup> Para um aprofundamento nessa temática recomenda-se a leitura entre outros, dos seguintes autores: Guerrante (2003); Varella e Barros-Platiau (2005).

Tabela 12 – Relação de normativas internacionais relacionadas aos OGM

<b>Normativas Internacionais</b>	<b>Ano</b>	<b>Resumo das principais características</b>
UPOV	1961	União Internacional para a Proteção das Obtenções Vegetais
GATT OMC	1994	Acordo geral de Tarifas e Comércio Acordo de constituição da Organização Mundial do Comércio
Acordo TRIPS	1994	Acordo sobre Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual Relacionados ao Comércio
CDB	1992	Convenção sobre a Diversidade Biológica – Assinada durante a RIO-92
Protocolo de Cartagena	1995	Dispõe sobre o transporte internacional de OVM – organismos vivos modificados

Tabela 13 - Cronologia de normativas brasileiras relacionadas aos OGMs

<b>Normativas Brasileiras</b>	<b>Ano</b>	<b>Resumo das principais características</b>
Constituição Federal	1988	
Política Nacional do Meio Ambiente	1981	Lei 6938/81- estabelece exigência do EIA/RIMA
Lei de agrotóxicos	1989	Lei 7802/89 – Estabelece normas para regularização de pesticidas. Tem influência nos OGMs visto que alguns desses incorporam características inseticidas, como os Bt.
Código de Defesa do Consumidor	1990	Lei 8078/90 – estabelece, por exemplo, o direito dos consumidores conhecerem a composição dos produtos que estão consumindo e influencia na exigência de rotulagem dos OGMs.
Eco-92 é realizada no Brasil – CDB	1992	Convenção sobre a Diversidade Biológica – Entra em vigor em 29 de Setembro de 1993, na medida em que 30 países aprovam sua participação nos respectivos parlamentos
Lei de Biossegurança	1995	Lei 8974/95 – criou a CTNBio, vinculada ao MCT, e estabeleceu as primeiras normas sobre os OGMs no Brasil.
Decreto de regulamentação da CTNBio	1995	Dec. 1752/95
Lei de Propriedade Industrial	1996	Lei 9279/96 – permite patenteamento de microorganismos e processos biotecnológicos não-naturais. Lei criada para atender ao acordo TRIPS.
Lei de Proteção de Cultivares	1997	Lei 9456/97 – exigência do acordo TRIPS. Brasil decide pelo sistema <i>sui generis</i> de proteção a cultivares. Assegura direito de isenção do melhorista e privilégio do agricultor.
Pedido de liberação comercial da Soja RR é enviado pela Monsanto à CTNBio	1998	Em Setembro a CTNBio emite parecer favorável. No entanto liminar judicial impede o registro do produto no MAPA e seu plantio comercial. Também neste mês a 11ª Vara da Justiça Federal concede liminar ao Greenpeace e Idec proibindo a União de autorizar o plantio comercial de soja transgênica enquanto não regulamentar a comercialização de produtos geneticamente modificados e realizar estudo prévio de impacto ambiental

Lei Estadual de SP obriga rotulagem de alimentos contendo transgênicos	1999	Lei 10.467/99 -
MP referente ao acesso ao patrimônio Genético	2000	MP 2126/00 – regulamenta art. 225 da Constituição Federal do Brasil e dois artigos da CDB. Dispõe sobre os bens, direitos e obrigações relativos ao acesso ao patrimônio genético existente no território nacional. Orienta sobre a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da exploração do mesmo. Cria o Conselho de Gestão do Patrimônio Genético, vinculado ao MMA.
MP referente ao acréscimo e alteração dos dispositivos da lei de Biossegurança	2000	MP 2137/00 – cria a CTNBIO de fato (de direito ela já havia sido criada em 1995) e reforça a incumbência da mesma em verificar a necessidade ou não de elaboração de EIA/RIMA, delegando ao IBAMA somente a autorização e registro da liberação na natureza dos produtos GMs
Decreto ref. rotulagem de alimentos com OGMs	2001	Dec. 3871/01 – Exige rotulagem para produtos contendo transgênicos. Foi praticamente ignorada até meados de 2007.
Resolução sobre licenciamento ambiental	2002	Resolução nº 305 do CONAMA que exige licenciamento ambiental de qualquer atividade com OGM's, que venham a ser introduzidos no meio ambiente
Decreto que institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade,	2002	Decreto nº 4.339, de 22 de agosto de 2002, levando em consideração os compromissos assumidos pelo Brasil na Convenção sobre Diversidade Biológica, e o disposto no art. 225 da Constituição, na Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, na Declaração do Rio e na Agenda 21.
Normas para legalização da soja plantada ilegalmente	2003	- MP nº 113, de 26/03/03 autoriza a comercialização da produção de soja da safra de 2003. Determina a destruição das sementes e grãos GM depois desse período. Em 13 de Junho essa MP é convertida na Lei 10.688. - MP 131, de 25/09/03 – depois transformada na lei 10688/03; autoriza o plantio de soja GM para agricultores que já haviam cultivado soja ilegal anteriormente, alegando falta de sementes fiscalizadas. Autoriza a cobrança de royalties pela Monsanto, mas isenta a empresa de responsabilidade de eventual dano ambiental
	2004 e 2005	MP 233 de 14/10/04, depois transformada em lei 11092/05; autorizou provisoriamente mais um ano de plantio de soja GM para a safra 2004/05. Autoriza a cobrança de royalties na compra de sementes. Acordo no Rio Grande do Sul entre Monsanto e produtores para pagamento de Royalties.
Lei de Sementes e Mudas	2003	Lei 10.771 de 05 de agosto de 2003, regulamentada pelo decreto 5153 de 23 de Julho de 2004. Institui o Sistema Nacional de Sementes e Mudas e o registro nacional de sementes e registro nacional de cultivares.
Lei de Biossegurança	2005	Lei 11105/05 – Altera as normativas anteriores de forma a facilitar a liberação de OGMs no país. Não trata de possível contaminação e nem sobre o pagamento de royalties (remete para lei da propriedade industrial)

Fonte: Adaptado pelo autor a partir de dados oficiais e GUERRANTE, 2003; CEJUR, 2004;

Dentre a relação acima, as que mais se destacam em relação à legalidade dos OGMs são:

### 3.6. Aparato Jurídico Internacional - Acordos e Tratados Internacionais:



a) União Internacional para a Proteção das Obtenções Vegetais - UPOV

A UPOV foi fruto de um acordo multilateral que determinou normas comuns para o reconhecimento e proteção do direito de propriedade sobre novas variedades de plantas obtidas pelos melhoristas. Estabelecida na Europa em 1961 com seis membros, possuía 52 membros em 2002. A convenção original da UPOV foi revisada em 1972, 1978 e 1991. Nas sucessivas revisões a proteção outorgada foi se aproximando progressivamente dos direitos de patenteamento (GUERRANTE, 2003). Pela UPOV uma variedade para ser protegida precisa apresentar como características: estabilidade, novidade, homogeneidade e distinguibilidade.

Até a convenção de 1978, vigente até os anos 1990, era permitido aos melhoristas utilizarem livremente quaisquer materiais genéticos protegidos, desde que com finalidade de promover a criação de novas variedades. Também os agricultores estavam protegidos no sentido de poder estocar suas próprias sementes selecionadas de sua colheita, ou receber de outros agricultores.

Também era concedido que os países pudessem excluir certas espécies de qualquer proteção, segundo seus interesses nacionais específicos. Em 1991 nova revisão levou a convenção a aumentar os direitos dos melhoristas, em detrimento dos agricultores e dos Estados Nacionais. A razão para essa mudança de rumo foi o fato das empresas de biotecnologia já estarem obtendo patentes amplas que superavam os limites até então estabelecidos pela UPOV. Então, na convenção da UPOV de 1991 mudanças significativas ocorreram no sentido de harmonizar a UPOV com as leis de patentes (especialmente as dos países ricos).

*“os direitos de melhorista – que na UPOV de 1978 abrangiam essencialmente a multiplicação e a comercialização do material propagativo, ou seja, a semente ou a muda em si – foram ampliados significativamente. Estes direitos passaram a incluir, entre outros:*

- produção e reprodução, acondicionamento com propósito de propagação, oferta para venda, venda ou outros tipos de marketing, exportações, importações e armazenagem para outros propósitos que não os citados anteriormente;*
- o material fruto da colheita, seja ele a planta inteira ou suas partes;*
- os produtos elaborados diretamente a partir da colheita das variedades protegidas, o que compreende, por exemplo, óleo de soja ou milho, farinha de soja, etc.” (GUERRANTE, 2003 p. 73)*

Outras características negativas dessa convenção foram apresentadas por Wilkinson:

- A colheita pertence ao melhorista, que pode reivindicar direitos de propriedade sobre a colheita e sobre produtos derivados da colheita.

- Melhoria de variedades com base no material protegido é restrita – proíbe maquiagem em variedades e cultivares; as mudanças precisam ser significativas para serem aceitas, ao contrário do que vigorava até então.

- os agricultores perdem o direito ancestral de guardar sementes para as próximas safras – cada país que aderir à Convenção deverá estipular se preserva esse direito ou não. Permitiu-se que as variedades possam também ser patenteadas (proteção dupla), ao contrário de versões anteriores dessa Convenção da UPOV. Com isso, os detentores de direitos de melhoria passam a adquirir o controle comercial absoluto do material reprodutivo de sua variedade, impossibilitando que agricultores que cultivem variedades protegidas vendam as sementes obtidas em suas colheitas. A medida implica também, que os agricultores tenham de pagar royalties toda vez que comprarem sementes (GRAIN, 1998, citado por WILKINSON, 2000 p. 92; GUERRANTE, 2003).

#### b) Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB – 1992)

Foi o primeiro acordo internacional a reconhecer o direito de soberania de um país com relação a seus recursos genéticos. Assinado no Rio de Janeiro, em 1992, a Convenção adotou medidas para a conservação e uso sustentável dos recursos biológicos (GUERRANTE, 2003). Também é considerada como o primeiro instrumento internacional com força de lei que contém disposições sobre biotecnologia, refletindo seus benefícios e riscos potenciais (KOESTER, 2005).

A CDB inovou em alguns aspectos relevantes: primeiramente, ela estabeleceu o direito de remuneração (ou compartilhamento de benefícios) aos povos e países de onde é originário o material biológico, em caso de seu uso e transformação em produto comercial. Tal fato até então não ocorria, ficando os lucros apenas com as empresas e países que processavam os produtos, geralmente situados na Europa, EUA e Japão. Também foram incorporadas as noções de transferência de tecnologia e de propriedade intelectual, estabelecendo uma nova base para o compartilhamento dos recursos naturais e do conhecimento gerados no mundo.

A CDB afirmou entre outros aspectos:

*a) a importância da contribuição dos povos dos países em desenvolvimento à conservação da biodiversidade mundial; b) que a biodiversidade não é um “dom da natureza”, mas sim, resultado das atividades das comunidades, em que as mulheres, em particular, desempenham papel vital; c) que a diversidade biológica depende intrinsecamente das diversas culturas, sistemas de conhecimento e formas de vida que a geram e mantêm, e vice-versa; d) que a conservação in situ dos recursos biológicos é mais*

*sustentável do que a conservação ex situ (bancos de germoplasma); e) que o reconhecimento das comunidades locais, assim como dos Estados, é necessário para proteger os recursos biológicos e promover sua conservação; f) que é necessário iniciar programas e políticas para promover a conservação e o uso sustentável dos recursos biológicos, e para compartilhar os benefícios de sua utilização (GRAIN e GIAIA FOUNDATION, 1998, citados por WILKINSON, 2000 p. 93).*

Com isso a CDB estabeleceu uma série de obrigações para os países signatários:

- reconhecimento dos direitos soberanos dos Estados sobre seus recursos biológicos (art. 3 e 15);
- estabelece que só se pode ter acesso aos recursos com o “consentimento prévio informado” dos Estados (art. 15.5);
- requer que os países assinantes protejam e promovam os direitos de comunidades, camponeses e povos indígenas em relação aos recursos biológicos e seus sistemas de conhecimento (art. 8j e 10);
- estabelece que o acesso aos recursos biológicos dos países em desenvolvimento tem de ser correspondido (quid pro quo) por transferência de tecnologia dos países industrializados (art. 16);
- requer a partilha equitativa de benefícios derivados da utilização comercial dos recursos biológicos e conhecimentos das comunidades locais (art. 15.7);
- Afirma que os direitos de propriedade intelectual não devem entrar em conflito com a conservação e utilização sustentável da biodiversidade (art. 16.5). Fonte: GRAIN e GIAIA FOUNDATION, 1998, citados por Wilkinson, 2000 p. 93

A convenção sobre a Diversidade Biológica se constitui assim, na atualidade, no principal instrumento do direito internacional que estabelece limites a alguns dos aspectos da mercantilização capitalista da natureza.

Em relação aos transgênicos foi criado o Protocolo de Cartagena, no âmbito da CDB, como resultado da Conferência das Partes (COP) realizada em Dezembro de 1995. Esse protocolo regulamenta o movimento transfronteiriço de quaisquer organismos vivos modificados geneticamente, resultantes da biotecnologia e que possam ter efeitos adversos sobre a conservação e a utilização sustentável da diversidade biológica (MAGALHÃES, 2005)

- c) Acordo Geral de Tarifas e Comércio (GATT – 1994) e criação da Organização Mundial do Comércio - OMC

O GATT consistia na construção de um acordo comercial internacional que objetivava estabelecer regras comuns acordadas entre a comunidade internacional, em vista de disciplinar as regras e contenciosos no terreno do comércio.

Em Dezembro de 1994 foi firmado o acordo que estabeleceu a criação da OMC e

também onde se inseriu a discussão sobre propriedade industrial, esta última por pressão dos países ricos. Essa nova organização tem mandato para atuar na supervisão e observância de três acordos distintos: o GATT, o Acordo Geral de Comércio e Serviços, e o acordo TRIPS.

Embora a OMC tenha sido oficialmente criada com o objetivo de “desenvolvimento sustentável, procurando tanto proteger como preservar o meio ambiente” o corpo de normas da Organização não contém isenções gerais de natureza ambiental, nem concede aos acordos ambientais uma posição especial. Um único ponto de abertura é a disposição sobre exceções gerais, artigo XX do GATT 1994 que abre exceções para “proteger a vida e a saúde humana, animal e vegetal” e outras “relativas à conservação de recursos naturais exauríveis, desde que se efetivem em conjunção com restrições à produção ou consumo domésticos” (KOESTER, 2005).

De fato, o GATT surge como um movimento de busca de ampliação da acumulação de mais-valia em escala global sob controle do grande capital. Busca estabelecer padrões de competição global, reduzindo o emaranhado de legislações nacionais e políticas locais que afetavam uma competição “justa” em condições de igualdade entre os capitais na escala global. Reduz o espaço que os estados nacionais detinham para estabelecer políticas desenvolvimentistas e ou proteger capitais “nacionais” ou mercados locais.

d) Acordo TRIPS ou Acordo sobre Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual Relacionados ao Comércio (APDIC – assinado pelo Brasil em 30/11/1994)

O acordo TRIPS foi o principal responsável, do ponto de vista jurídico, para a legalização dos organismos geneticamente modificados. Estabelece, entre outros aspectos, normas para evitar o comércio de mercadorias falsificadas, mas também diz respeito à legislação de patentes: o que pode ser patenteado, o tempo de duração da mesma, os direitos conferidos pelas patentes, etc.

O acordo também estabelece que todos os países membros da OMC são obrigados a proteger as variedades de plantas, seja por meio de patentes seja de algum sistema *sui generis* eficaz, ou até mesmo de uma combinação entre eles. Uma forma possível é utilizar-se do Plant Variety Protection (PVP) que assegure aos melhoristas de plantas direito equivalente aos das patentes (GUERRANTE, 2003). O Acordo TRIPS estabelece três condições para o patenteamento: ser uma novidade, ser atividade inventiva, e passível de aplicação industrial.

Existem interpretações conflituosas entre o acordo TRIPS e a Convenção sobre a Diversidade Biológica – CDB, conforme pode ser visto no quadro a seguir.

Tabela 14 - Conflitos existentes entre Direitos e Obrigações estabelecidos pelo TRIPS e pela CDB.

CDB	TRIPS	CONFLITO
Os Estados têm direitos públicos soberanos sobre seus recursos biológicos	Os recursos biológicos têm que estar sujeitos a direitos privados de propriedade intelectual. A concessão de licenças obrigatórias, de interesse nacional, deve ser restringida.	A soberania nacional supõe que os países tenham direito de proibir DPI sobre seres vivos (recursos biológicos). O TRIPS desestimula esse direito ao requerer a concessão de DPI sobre microorganismos geneticamente modificados, procedimentos não biológicos e patentes e/ou proteção <i>sui generis</i> sobre obtenções vegetais.
A utilização ou exportação dos recursos biológicos, assim como de conhecimentos tradicionais, inovações e práticas relevantes no emprego da biodiversidade, deve dar-se com base na divisão equitativa dos benefícios.	É preciso conceder patentes em todos os campos da tecnologia, devendo portanto, o uso e a exploração dos recursos biológicos serem protegidos por DPI. Não se prevê nenhum mecanismo para que os benefícios sejam compartilhados entre o titular da patente de um país e o doador do material biológico de outro país.	A CDB estabelece uma base legal para que os países em desenvolvimento possam reivindicar participação nos benefícios.
O acesso aos recursos biológicos deve estar condicionado ao consentimento prévio informado do país de origem. Também requer aprovação e participação das comunidades locais	Não existe nenhuma disposição que obrigue o consentimento prévio informado para o acesso aos recursos biológicos que possam, posteriormente, vir a ser protegidos por DPI (Direito de Propriedade Industrial)	A CDB outorga aos estados a capacidade jurídica para enfrentar a “biopirataria” ao requerer seu conhecimento prévio informado. O TRIPS ao ignorar essa capacidade, incentiva a biopirataria.
Os estados são obrigados a promover a conservação e o uso sustentável da biodiversidade, como uma preocupação comum aos direitos de toda a humanidade.	A proteção da saúde pública e a segurança alimentar, assim como os interesses públicos em geral, se sujeitam aos interesses privados dos titulares dos DPIs, segundo as disposições do TRIPS.	A CDB privilegia o interesse público e o bem comum em relação à propriedade privada. O TRIPS faz justamente o contrário.

Fonte: WILKINSON, 2000 p. 94

Esse tratado adequa a superestrutura jurídica internacional aos interesses do capital, à mudança da base produtiva trazida com o desenvolvimento da transgenia e o

patenteamento dos seres vivos.

### **3.7. Legislação e normativas nacionais:**

A primeira legislação nacional sobre sementes no Brasil surge em 1965. No entanto ela se referiu exclusivamente à comercialização e transporte das sementes, não disciplinando a produção. Até então existiam apenas leis e normas de âmbito estadual. Em 1977 foi instituída a Lei Federal 6507/77 que criou um arcabouço legal para o mercado brasileiro de sementes e mudas.

A engenharia genética está submetida a um controle legal relativamente complexo via um conjunto de normas legais amplo. A Constituição Federal (CF) brasileira estabelece que cabe ao poder público “preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do país e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético”. Também prevê o controle sobre a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente (BRASIL, 1988; GUERRANTE, 2003).

A Constituição instituiu a exigência do Estudo de Impacto Ambiental-Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente (EIA-RIMA) para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente. Esse artigo da CF leva a concluir que é dever do Estado exigir estudos sobre impacto ambiental e não uma opção acerca de sua realização ou não.

A Política Nacional do Meio Ambiente, instituída anteriormente à atual Carta Magna (lei 6.938/81), estabelece a necessidade de prévio licenciamento junto aos órgãos ambientais competentes para a instalação de atividades potencialmente poluidoras e que se utilizem de recursos naturais. A lei também estabelece que somente o órgão do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), com atribuição para viabilizar o licenciamento ambiental é que teria o dever de dispensar ou exigir o EIA-RIMA.

A primeira lei brasileira a tratar da Biossegurança foi a Lei 8974 de 05/01/1995. Posteriormente revogada com a promulgação da lei 11.105/2005, essa lei teve importância crucial por ter criado a CTNBio e estabelecido as normas para liberação dos primeiros OGMs no país. No entanto, em sua promulgação foi vetada pelo presidente da República, justamente o artigo que criava a CTNBio e que definia sua composição.

Em 1995 surge uma segunda tentativa de regulamentação da CTNBio via o decreto 1752/95. Um dos pontos polêmicos deste decreto diz respeito à possibilidade de que a CTNBio poderia, a seu critério, dispensar a realização do EIA-RIMA de projetos e aplicações que envolvam a liberação de OGMs para o meio ambiente. Estabelece-se uma disputa

judicial em torno da legalidade do decreto nesse ponto, uma vez que fere disposições legais já existentes, que indicam que o órgão responsável pelo pedido do EIA-RIMA deverá ser ligado ao SISNAMA.

Para reparar essa lacuna, foi editada em 2000 a MP 2137/2000, que buscou definir atribuições e a composição da CTNBio. A CTNBio ficou vinculada operacionalmente ao Ministério de Ciência e Tecnologia. É composta por 18 membros titulares e 18 suplentes, indicados por órgãos governamentais e pela sociedade civil. A atuação dessa comissão sempre se deu cercada de pressões, polêmicas e acusações, que resultaram, finalmente, na mais recente modificação de sua composição e quorum para votações, pela lei complementar 11.105/2005.

A Lei de Propriedade Industrial (Lei 9279/96) foi editada em cumprimento ao convencionado no acordo TRIPS, que estabelecia um prazo para os países criarem legislações nacionais compatíveis com as normas do mesmo. Ela autoriza o patenteamento de microorganismos modificados e processos biotecnológicos não-naturais, desde que atendidos os três requisitos de patenteabilidade (novidade, atividade inventiva e aplicação industrial). Com essa lei, também o país passa a permitir que determinadas categorias de inovações, antes excluídas da proteção intelectual, pudessem ser patenteadas, como processos e produtos farmacêuticos e alimentícios, produtos químicos e ligas metálicas (Guerrante, 2003).

A Lei de proteção de cultivares de 1997 (Lei 9456/97) também foi editada para regulamentar aspectos complementares do acordo TRIPS, em especial a proteção a variedades vegetais, e permitiu o ingresso do Brasil na UPOV, em 1999. A lei estabelece que se efetive a proteção mediante a concessão de Certificados de Proteção de Cultivares para novas cultivares ou cultivares “essencialmente derivadas” desde que atendam às condições de novidade, distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade, com prazo legal de proteção de 15 anos. No entanto, a lei resguarda duas importantes exceções: a) o chamado *farmer's right*, ou privilégio do agricultor que, “dentro de seu próprio estabelecimento pode reservar parte de sua colheita para futura sementeira, sem necessidade de prévia autorização ou pagamento de qualquer remuneração ao titular do material genético”; e b) a isenção do melhorista, que permite a livre utilização da cultivar protegida para pesquisa, como fonte de variação. “Essa flexibilidade da lei de cultivares se contrapõe ao direito de exclusividade dos titulares de patentes” (GUERRANTE, 2003 p. 89).

No contrato entre Embrapa e Monsanto, a respeito do desenvolvimento de variedades com o gene RR, o texto cita explicitamente as leis acima referidas (9456/07 e 9279/06) como base para o acordo, o qual estabelece que o acesso por terceiros às cultivares geradas no âmbito do acordo somente pode “ocorrer mediante expressa

autorização da Embrapa e Monsanto” (EMBRAPA, 2000).

O mercado de semente sofreu impactos de dois processos concomitantes: a garantia de direitos monopolistas de propriedade intelectual sobre as modernas cultivares e a internacionalização. Houve imensa pressão especialmente pelo Governo Norteamericano para que o Brasil adotasse os novos direitos de propriedade intelectual, chegando a ameaçar em utilizar a norma Super 301, que visa à sanção comercial, para que o Brasil aprovasse uma lei de patentes aceitável para os interesses da indústria. (WILKINSON, 2000)

O estabelecimento dessas duas leis (9279/96 e 9456/97) constitui um marco importante no campo da agricultura, representando de um lado a perda de direitos, pelos agricultores, de guardar as próprias sementes para o plantio, e de outro a possibilidade de apropriação do germoplasma pelas corporações capitalistas. De fato podem-se periodizar as fases recentes da agricultura brasileira tendo esse momento com um ponto fundamental de clivagem. Até então não havia garantias reais para o capital de que recursos empregados em apropriação da base genética natural e na realização de melhorias derivadas da engenharia genética pudessem ser legalmente apropriadas e conservadas no Brasil. Depois desse ponto estão liberados para operar<sup>16</sup> uma série de mecanismos legais (como os acordos legais de cooperação entre Monsanto e Embrapa, por exemplo) e econômicos que definitivamente mudariam a face da indústria de sementes e da agricultura como um todo.

No ano de 2000 a Medida Provisória 2137/00 acresce e altera dispositivos da Lei de Biossegurança em vista de dirimir dúvidas sobre a legalidade de constituição da CTNBio e de suas atribuições, que vinham sendo questionadas devido a importantes vácuos legais nas disposições anteriores. No entanto a MP manteve a polêmica visto ter reforçado a possibilidade da CTNBio poder decidir pela necessidade ou não da elaboração do EIA-RIMA para liberação dos OGMs no meio ambiente. Em março de 2002 o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) aprova a exigência de licenciamento ambiental para experiências com OGMs em laboratórios não confinados e para todo tipo de experimentos em campo (GUERRANTE, 2003).

Em 2003 edita-se a lei de sementes e mudas e em 2005 promulga-se a nova Lei de Biossegurança que escancaram as portas para o desenvolvimento da biotecnologia no país. Em seu novo marco regulatório a Lei de Biossegurança visou concentrar todas as decisões sobre esse tema na Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), declarando que “quanto aos aspectos de Biossegurança dos OGM e seus derivados a decisão técnica da CTNBio vincula os demais órgãos e entidades da administração”. No entanto a estrutura

---

<sup>16</sup> De fato, *a posteriori* surge um novo empecilho legal, representado por ação judicial interposta pelo IDEC e GREENPEACE contra as autorizações de plantio de OGMs sem a realização de Estudos de Impacto Ambiental (EIA/RIMA).



institucional da CTNBio é completamente despreparada para realizar qualquer tipo de acompanhamento ou realização de testes e pesquisas. Ela de fato é apenas uma comissão de assessoramento, com membros voluntários e alguns não ligados institucionalmente a qualquer órgão público (TERRA DE DIREITOS, 2005).

### ***Os conflitos<sup>17</sup> e disputas em torno da legalização dos OGMs no Brasil***

Apesar deste tema não ser o foco central da pesquisa desenvolvida na tese, é fundamental salientar que não foi sem resistências e lutas que se deu o processo de avanço dos OGMs no Brasil e no mundo. Dentre os momentos de resistência podem ser citados:

- ações judiciais visando anular autorizações de liberação de OGMs sem a realização de estudos de impacto ambiental (EIA/RIMA) exigidos pela Constituição Federal. Em especial houve a vitória da ação movida pelo Greenpeace, IDEC e IBAMA contra a liberação de OGMs no meio ambiente sem o cumprimento dessa normativa constitucional, que serviu para barrar o avanço dos OGMs durante vários anos no país, promovendo o debate e iniciativas para assegurar a melhoria das exigências para liberação de futuros OGMs.
- ações diretas de destruição simbólica de lavouras GM e de unidades experimentais de pesquisa, sinalizando a revolta popular em relação à forma como vem se dando a normatização e legalização dos OGMs. Dentre essas se destacam ações das mulheres da Via Campesina, por vários anos atuando contra a expansão do agronegócio e dos transgênicos.
- ações de denúncia junto à população brasileira e comunidade internacional dos riscos trazidos com a contaminação genética e perda de patrimônio de biodiversidade.
- ações de exigência do cumprimento da lei que determina a rotulagem de produtos alimentares contendo OGMs e que vinha sendo desrespeitada pela indústria e supermercados. Foram realizadas blitz em supermercados, mostrando produtos transgênicos não rotulados e responsabilizando a cadeia agroalimentar pelo fato.
- ações de denúncia de excessiva liberalidade da CTNBio em matéria de liberação de OGMs, promovidas pelo Greenpeace, AS-PTA e movimentos ambientalistas e camponeses.
- Realização de iniciativas visando construir alternativas populares ao fornecimento de sementes agroecológicas e livres de transgênicos, como a constituição de bancos comunitários de sementes, a formação da cooperativa Bionatur, pelo MST e técnicos da área, a proposição de políticas públicas visando estimular práticas saudáveis de agricultura.

---

<sup>17</sup> Para uma leitura mais aprofundada sobre os conflitos relacionados à implantação dos OGMs no Brasil ler a dissertação de mestrado de Bianca Castro (2005) e o artigo de Pelaez e Schmidt (2000).

- Realização de ações de conscientização dos pequenos agricultores sobre os riscos dos transgênicos e de ações alternativas possíveis de serem desenvolvidas local-regional e nacionalmente.
- articulação de campanhas nacionais de informação, monitoramento e articulação de ações anti-OGMs como a “Campanha por um Brasil Livre de Transgênicos” e outras.
- realização de jornadas massivas de formação, mobilização e disseminação de tecnologias alternativas agroecológicas, como a Jornada Paranaense de Agroecologia, realizada anualmente e já em sua 8ª edição. Realização do Encontro Nacional de Agroecologia (ENA) em vista de constituir um campo massivo de produção agroecológica alternativa aos transgênicos.

Além dos aspectos acima citados, parte da estratégia adotada pelos movimentos sociais foi realizar acompanhamento e pressão popular sobre a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). A CTNBio é a instância técnica responsável pela análise e julgamento de pedidos de liberação de pesquisas, testes de campo, e autorização final para liberação de uso comercial dos organismos geneticamente modificados. A CTNBio sofreu duras críticas à falta de transparência, à falta de participação cidadã, de cumprimento de normativas legais na realização de suas atividades.

No período 1997 a 1999 a CTNBio deferiu mais de 800 pedidos de liberação de organismos geneticamente modificados no meio ambiente. Em meados de 1998 atendendo a pedido da Monsanto, em dois meses a comissão autorizou a liberação da soja RR para cultivo e comercialização, sem sequer solicitar estudo de impacto ambiental. Essa decisão foi contestada na justiça pelo Greenpeace e IDEC, sendo sustada pela 11ª vara da Justiça Federal, de São Paulo. Em 18/06/1999 o juiz determina a proibição da comercialização da soja RR até que o Governo definisse as regras de segurança, rotulagem, plantio, comercialização e exigisse a realização do prévio EIA/ RIMA e avaliação de riscos à saúde, de organismos geneticamente modificados no Brasil (CASTRO, 2006)

Na CTNBio em diversos momentos, também se fizeram presentes posições divergentes entre representantes do próprio Governo Federal, demonstrando a conflituosidade dessa questão dos OGMs e a falta de clareza sobre seus impactos e forma de lidar com eles. Na ação acima referida, o IBAMA entrou na ação juntamente com IDEC e Greenpeace, apoiando os argumentos dessas duas entidades. Durante o Governo Lula ficou claro o posicionamento distinto dos ministérios do Meio Ambiente, Desenvolvimento Agrário e Aquicultura e Pesca, contrários à liberação descontrolada dos OGMs, ao passo que o Ministério da Ciência e Tecnologia, Agricultura, Saúde e Relações Exteriores usualmente se manifestaram pela liberação praticamente irrestrita dos transgênicos.

Portanto, à guisa de conclusão deste capítulo, se o desenvolvimento das técnicas laboratoriais, que permitiram o surgimento da engenharia genética, foram a base técnica fundacional de toda a indústria dos transgênicos, a ampliação dos direitos de propriedade intelectual sobre bens da natureza e sobre processos de alteração da vida, foram essenciais na conformação desse novo campo de acumulação capitalista. A constituição de um marco regulatório para os produtos e processos da engenharia genética deve ser considerado um aspecto central dentro da estratégia das grandes corporações capitalistas de ordenar e harmonizar regras de regulação da disputa intercapitalista nesse novo segmento industrial que surgiu a partir dos anos 1990.

Estagnada desde os anos 1980, a estratégia de acumulação capitalista na agricultura vinha enfrentando limites a sua sustentação e expansão. Uma vez que nos principais países capitalistas a indústria para a agricultura vinha apresentando índices elevados de oligopolização seja no mercado de insumos<sup>18</sup>, seja na agroindústria comercializadora de grãos e/ou processadora de alimentos e matérias primas, a parte maior da massa de mais-valia gerada pelo setor disponível para acaparamento pelo capital já se encontrava concentrada.

Diante desse impasse econômico, a emergência das ferramentas de engenharia genética abriu uma janela para a reconfiguração estrutural da agricultura mundial, calcada em novos produtos e em mecanismos de melhoramento genético, em dimensões jamais antes possíveis de se realizar. Essa reconfiguração implicou em confrontar direitos ancestrais possuídos pelos agricultores, de preservar e reproduzir nas sementes, a diversidade genética do planeta. Mas implicou também na reorganização do arcabouço legal e institucional em nível internacional, de forma a dar proteção e estabilidade formal ao novo estágio de competição intercapitalista que estava surgindo.

Foi essa percepção que ajudou a impulsionar que acordos como o GATT/OMC fossem finalmente implantados e consolidados, num contexto de refluxo das lutas dos trabalhadores e de vitória das forças do capital, com o fim do bloco socialista e perdas recorrentes de direitos sociais e trabalhistas conquistados em décadas de lutas sociais e sindicais.

Nesse contexto o acordo TRIPS, estabelecido no âmbito do GATT, sem ter sido submetido à ampla discussão entre países e destes com seus cidadãos, teve um papel central no estabelecimento da base legal internacional para que o capital privado pudesse se apropriar da base de germoplasma existente na natureza. O acordo TRIPS dá o direito de patenteamento de seres vivos e foi baseado na legislação dos EUA sobre o tema.

---

<sup>18</sup> Os mercados já encontravam-se com alto grau de concentração oligopólica nos segmentos da indústria mecânica (tratores e colheitadeiras, principalmente), na indústria de agroquímicos (fabricação de agrotóxicos - herbicidas, inseticidas, fungicidas, medicamentos veterinários) ou mesmo de sementes, naquilo que era possível, dadas as limitações tecnológicas à época, como vai ser visto no capítulo 5.

Também cabe lembrar que as negociações entre países foram diretamente conduzidas por comitês de empresas privadas que pautaram os termos e condições para sua implementação.

Com essa vitória do capital sobre os povos, a promoção de mudanças nas legislações nacionais fica muito facilitada. Ainda que o embate tenha de se dar em cada país, a indução do rumo das mudanças já está estabelecido pelos acordos internacionais. Os EUA principalmente, mas também Europa e Japão, secundados por países alinhados, buscam impor suas regras aos demais países recalcitrantes, ameaçando com sanções comerciais e embargos de toda ordem.

A partir do estabelecimento legal de direitos proprietários sobre os seres vivos, muda como consequência o caráter da mercadoria semente. Por exemplo, se antes o direito de propriedade se fixava na mercadoria física semente, agora não mais, ele se estende aos genes e, portanto não são transferidos para o comprador junto com a semente em si. Funciona mais como um empréstimo/aluguel por uma safra. O agricultor perde o direito de reutilizar a semente produzida por ele mesmo.

Em conclusão, resulta relevante citar Marx em sua fala sobre a superestrutura jurídica acompanhar a evolução da base econômica na sociedade, ainda que não de maneira direta e sem contradições. Num sentido teórico, o capital engendra uma nova forma de domínio sobre a natureza e, na sequência, obtém sucesso em estabelecer a superestrutura jurídica que legitimará essa nova etapa de dominação sobre trabalho e natureza.

Chama a atenção como num período relativamente curto de tempo, diversas leis internacionais e nacionais foram alteradas. Em parte foi pelo revolucionamento das forças produtivas derivada das novas tecnologias. Em parte pelo interesse econômico em torno do tema. Novamente se descobre que, quando é do interesse do capital, as mudanças podem ser muito rápidas.

## CAPÍTULO 4 – OS ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS E A SUBORDINAÇÃO DA NATUREZA E DO TRABALHO AO CAPITAL

### *Introdução*

Os transgênicos caracterizam uma nova etapa na subsunção formal do trabalho ao capital na agricultura? Se sim, esse processo de subsunção já se expressa na soja RR ou está presente apenas potencialmente? Se não há ganho real em termos de subsunção do trabalho ao capital com a soja RR, o que ocorre então, do ponto de vista do capital, é apenas um ganho monopolista? A resposta a essas questões ajuda a entender o fenômeno de introdução dos OGM na agricultura brasileira e em particular no caso da soja, com o transgene RR.

O movimento do capital em reorganizar a produção na agricultura se dá de forma a aumentar a taxa de lucro. Esse processo de sujeição ou subsunção formal tende a se acelerar com as tecnologias biológicas em geral, mas muito mais fortemente com o advento dos transgênicos e as alterações na legislação internacional sobre propriedade intelectual. Esse avanço já estaria se dando na esfera formal, apontando a possibilidade de uma nova reconfiguração real do processo de trabalho, como possibilidade histórica.

Para tanto discutir-se-á a seguir a questão da sujeição formal e real do trabalho ao capital na agricultura. Para Marx a sujeição formal do trabalho ao capital é “um processo pelo qual o capital subordina o trabalho com base nas mesmas condições técnicas de produção (mesmo nível de desenvolvimento das forças produtivas) dentro das quais o trabalho era até então realizado” (MOHUN, 1993 p. 300). Uma vez que, nas condições históricas onde surge o capitalismo, nos ateliês de manufaturas, nas oficinas e guildas de artesãos, a subordinação formal do trabalho ao capital de início não modificava o processo de trabalho enquanto tal. A única maneira pela qual a mais-valia podia ser extraída era pela extensão da jornada de trabalho para além do tempo de trabalho socialmente necessário.

O processo de autovalorização do capital na agricultura pressupõe a exploração do trabalho e da natureza e sua subordinação à lógica e ao interesse dos capitalistas. À medida que o capital se expande, procura ampliar o número de trabalhadores e de setores produtivos sob seu controle. Isso ocorre desde os primórdios do desenvolvimento capitalista, especialmente no âmbito das indústrias, onde o capital expressa sua forma mais avançada de organização do trabalho. Na agricultura, várias tentativas de controle foram exercidas em vista de moldar o trabalho aos desígnios do capital sem ter conseguido atingir o pleno

desenvolvimento de relações capitalistas típicas. Tal fato decorre da existência de obstáculos naturais e sociais ao avanço do capital no campo. Com isso ocorre um retardamento da implantação de relações capitalistas puras e da reorganização do processo produtivo com base na ciência e tecnologia nos moldes e interesses de valorização do capital.

Essa condição assume características diferenciadas de acordo com o segmento produtivo incorporado pela dinâmica do capital. Na agricultura a forma como o capital revoluciona os meios de produção e condiciona o trabalhador de forma a cumprir seus desígnios de valorização, se dá a partir de condicionamentos objetivos, estabelecidos por limites naturais e históricos, mas também e principalmente pela existência da propriedade privada sobre a terra, o principal meio de produção que tem como característica a irreprodutibilidade.

Historicamente, o capital procurou, a partir do desenvolvimento industrial, modificar as condições de produção e trabalho na agricultura mediante a eletrificação, a mecanização, e finalmente pela introdução de adubos fornecidos pela nascente indústria química. Tal evolução foi descrita por Kautsky (1980) e demonstra como as barreiras impostas pela natureza à penetração das relações capitalistas foram sendo derrubadas gradativamente. No entanto, sempre permaneceram obstáculos considerados intransponíveis. Eles se expressam em grande medida devido a leis, tempos e ritmos naturais sob cujas regras tem de se desenvolver a produção na agricultura.

Neste capítulo procura-se abordar, a partir dessas especificidades da agricultura, quais elementos novos passam a surgir na relação capital trabalho com a emergência dos transgênicos, vista aqui como instrumento capitalista de dominação da natureza e do trabalho, e das mudanças de base e superestruturais necessárias para sua aparição-consolidação.

O desenvolvimento da análise mostra que o capital vem revolucionando novamente a agricultura e que a emergência dos OGMs passa a representar um salto, um novo estágio, com profundas mudanças qualitativas e quantitativas na apropriação da mais-valia social gerada nesse segmento.

#### **4.1 - Tempo de produção e tempo de trabalho na agricultura**

O trabalho é condição fundamental, elemento necessário à produção das condições de vida do ser humano, de seu alimento, abrigo, vestuário, proteção, etc. (ENGELS, 1974).

No entanto, a forma específica como cada trabalho é executado em dado momento histórico varia. Se nas sociedades primitivas o trabalho enquanto tal assumia a forma de caça, pesca, coleta, defesa e cuidado das crianças e velhos, por exemplo, hoje ele se metamorfoseia em centenas, talvez milhares de profissões e especialidades.

Mais ainda, na sociedade capitalista a força de trabalho se converte em mercadoria. Mas mercadoria com um atributo diferenciado: ser capaz de produzir outras mercadorias. E o trabalhador, de sujeito, converte-se em objeto, no meio pelo qual o capital se utiliza para sua autovalorização permanente e continuada.

O capital contrata a força de trabalho durante determinado tempo, ou número de jornadas de trabalho (diário, semanal, mensal). Esse trabalho é empregado para produzir mercadorias, as quais possibilitam a absorção desse tempo de trabalho (vivo), a apropriação do trabalho excedente não pago e a geração de novos ciclos produtivos.

O tempo despendido para a produção de determinada mercadoria é chamado tempo de trabalho (MARX, 1988), ou seja, é o número de jornadas conexas que em determinado ramo é exigido para fornecer um produto acabado. A jornada de trabalho é extensão de tempo de trabalho durante a qual cada trabalhador despende diariamente sua força de trabalho (LENIN, 1982).

Desenvolve-se assim os conceitos de tempo de produção e tempo de trabalho. O tempo de trabalho, conforme visto acima, indica o tempo durante o qual o produto sofre a ação direta do trabalho, ao passo que o tempo de produção é o tempo total durante o qual o produto encontra-se na produção, incluindo períodos em que ele não sofre a ação direta do trabalho. Em resumo, todo período de trabalho está contido dentro do período de produção, mas há períodos onde não há trabalho e que também estão embutidos no tempo de produção.

Para exemplificar, temos a produção de soja. Há momentos do processo produtivo em que necessariamente é preciso a concorrência do trabalho para que a produção se realize, como por exemplo o preparo do solo, o plantio, a realização de tratamentos culturais e a colheita. No entanto, há outros momentos em que mesmo não havendo ocorrência do trabalho, são contados no tempo de produção, como por exemplo o tempo de germinação das sementes, de crescimento das plantas, de floração e frutificação, da maturação dos grãos, etc. Nesse período não há trabalho direto, no entanto esse tempo está necessariamente incluído como tempo de produção da soja. Ainda que se trabalhem efetivamente apenas dez dias para o cultivo de dez alqueires de soja (tempo de trabalho efetivo) o tempo necessário para que o produto soja fique pronto será de 113 a 147 dias (tempo de produção).

O tempo de produção é importante para o capital na medida em que capitais de

mesma grandeza aplicados à produção de mercadorias com tempos de produção diferentes tendem a retornar ao capitalista em prazos diferentes, afetando a velocidade e a taxa de realização de lucros. Esse é um primeiro aspecto da questão.

No entanto, para aplicações dentro de um mesmo ramo de produção o tempo de produção tende a ser próximo ou equivalente entre capitalistas concorrentes. Contudo, permanece a questão de fundo: se um produtor de uma determinada mercadoria conseguir, por meios diversos, reduzir o tempo de produção num percentual qualquer, seu ciclo de rotação do capital tende a se reduzir na mesma proporção e, portanto, o capital aplicado fica disponível mais cedo para iniciar um novo ciclo durante o ano. Em geral a redução do tempo de produção implica na elevação do Capital Constante empregado no processo produtivo, em detrimento da diminuição relativa (ou absoluta, no caso da agricultura) do capital variável (força de trabalho).

Esse é um aspecto central para o entendimento da questão, uma vez que a base de referência é um dado período de tempo (normalmente o ano). Tempo esse, em que o capital realiza uma determinada quantidade de ciclos de rotação. Se apenas ao completar um ciclo é que se realiza a acumulação a partir da mais-valia gerada, na medida em que se aumenta o número de ciclos do capital durante dado período de tempo, maior será a quantidade de mais-valia realizada e, portanto a acumulação de capital concretizada. Por isso é que o capital busca reduzir o ciclo de rotação, através da redução do tempo de produção e do tempo de circulação, a fim de poder, num dado período de tempo, rotacionar mais vezes (MARX, 1988).

No entanto, o tempo de produção compõe-se de períodos em que há atividades e outros em que não há, visto que em muitos ramos produtivos existem momentos em que não se está aplicando o trabalho sobre os meios de produção. A esse período em que não ocorre trabalho se denomina porosidade.

*na divisão de trabalho mais complexa, a vantagem advém não só da possibilidade de tornar cada uma de suas etapas mais facilmente mecanizáveis, como também de reduzir o tempo que separa as diversas fases da produção. Ou seja, a divisão do trabalho permite a redução dos poros da jornada, tornando o trabalho mais denso e possibilitando assim uma redução também do período de produção, i. é., o fornecimento de uma maior quantidade de mercadorias acabadas no mesmo espaço de tempo (MARX, 1988)*

Fundamentalmente o capital enfrenta essa questão pela implantação do sistema de máquinas, no qual os trabalhadores passam de uma posição ativa e preponderante, para a de posição passiva, como “assistentes” das máquinas. A mecanização possibilita enfrentar de forma estrutural a porosidade, reduzindo concomitantemente o tempo de produção e o tempo de trabalho.



Isso é possível na indústria. No entanto ocorre de forma diferente na agricultura, devido às características naturais com que o trabalho se defronta e pelas quais é condicionado. Conforme se alternem as estações do ano e os ciclos das culturas ou criações supõe-se uma variação na demanda de utilização do mesmo. Ou seja, o período de trabalho é naturalmente descasado do período de produção, originado de limitações e características naturais.

*O tempo de trabalho é sempre tempo de produção, i. é, tempo durante o qual o capital está confinado à esfera da produção. Mas, inversamente, nem por isso todo tempo durante o qual o capital se encontra no processo de produção é necessariamente tempo de trabalho.*

*[...] aqui se trata de uma interrupção independente da duração do processo de trabalho, condicionada pela natureza do produto e por sua própria fabricação, durante a qual o objeto do trabalho está sujeito a processos naturais de duração mais curta ou mais longa, tendo de passar por alterações físicas, químicas, fisiológicas, nas quais o processo de trabalho está total ou parcialmente suspenso. (Marx, 1988b p.166)*

Apesar de ser possível distribuir de modo mais regular em todo o ano a demanda de trabalho, através da adoção de uma série de medidas gerenciais, como por exemplo, a fabricação de produtos variados em períodos alternados: safra de verão, safrinhas, safras de inverno; culturas perenes e culturas anuais; integração lavoura-pecuária; e desenvolvimento de atividades não tipicamente agrícolas que, realizando-se no espaço geográfico rural podem representar o emprego de mão-de-obra excedentária. Estas exigem, contudo, um aumento do capital Variável e Constante (fixo e/ou circulante) investidos em salários e em meios de produção (MARX, 1988). Um exemplo desse aumento do tempo de trabalho, que resulta em aumento do capital fixo em vista de neutralizar as condições naturais, é a realização de cultivos protegidos em estufas, que exigem maior capital para as instalações fixas, irrigação, e mesmo capital circulante, para a aquisição de insumos em quantidade superior à produção tradicional).

A introdução de tecnologias (físicas ou processuais) na agricultura visa promover a redução no tempo de trabalho e se possível, no tempo de produção. Isso pode ser exemplificado no esquema a seguir.

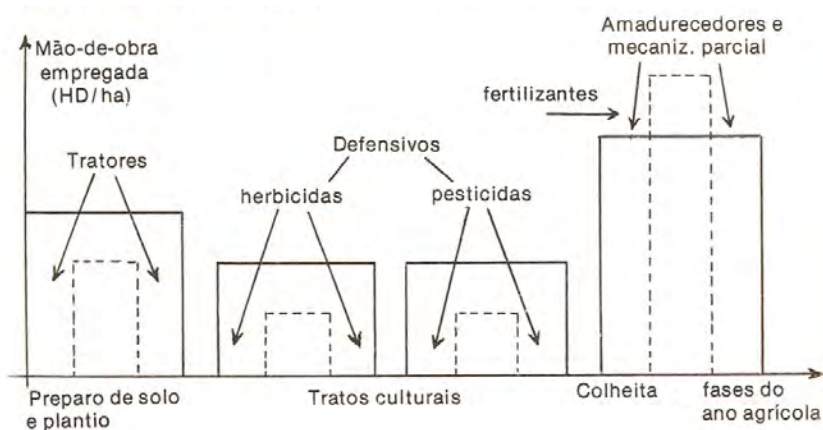


Figura 6 – Efeito dos principais tecnologias modernas sobre as exigências de força de trabalho segundo as fases do ano agrícola  
 Fonte: SILVA, 1981 p. 108

Na figura acima temos exemplos de como em geral a tecnologia altera na agricultura o tempo de trabalho, mas não o tempo de produção. As figuras com linhas cheias representam a distribuição das exigências de força de trabalho antes da introdução de técnicas modernas. As setas indicam onde incidiria o efeito principal sobre a distribuição dessas exigências do ciclo produtivo, resultante da introdução das inovações empregadas (SILVA, 1981). Os fertilizantes aumentam a produção por unidade de área e conseqüentemente, também o volume produzido, o que implica em aumento do volume de trabalho necessário à colheita.

No entanto, o tempo de colheita se reduz devido a uma conjugação de fatores: o uso de amadurecedores químicos (produtos hoje pouco utilizados – como é o caso de herbicidas para acelerar o secamento da soja), variedades precoces, e mecanização parcial das atividades de carregamento, transporte e beneficiamento da produção. A mecanização que na figura é utilizada principalmente nas fases de preparo do solo e plantio, mas que hoje também atingem fortemente a colheita, acentua a redução na força de trabalho demandada para a produção e aumenta a sazonalidade do trabalho agrícola, seja por aumentar a necessidade de força de trabalho na colheita (em especial de atividades não mecanizadas), seja por ter acentuado os períodos de descontinuidade da desocupação, próprio de certas fases, dado que uma mesma atividade pode agora ser realizada em menos tempo (SILVA, 1981 p. 108-9).

No caso da soja RR o efeito esperado seria a redução do tempo de trabalho utilizado na aplicação de herbicidas, além de uma redução residual no tempo de colheita, devido à lavoura ser mais limpa, com menos impurezas formadas por ervas espontâneas.

Logo, o tempo de produção do capital adiantado constitui-se de um período em que o capital se encontra no processo de trabalho e outro em que sua forma de existência como

produto inacabado fica entregue à ação de processos naturais. Quando o tempo de produção que excede o tempo de trabalho “não é determinado por leis da natureza dadas de uma vez por todas, como o amadurecimento de grãos, o crescimento do carvalho, etc., o tempo de rotação do capital pode ser mais ou menos abreviado mediante a redução artificial do tempo de produção” (MARX, 1988b p. 167).

Enquanto subsistiu a indústria doméstica do camponês (na Europa dos séculos XVII e XVIII) as diferenças na demanda por mão-de-obra foram de poucas consequências. Nos períodos em que pouco ou nada havia para fazer na lavoura, a família trabalhava com a mesma intensidade em casa. Isso ficou inviabilizado com o desenvolvimento dos primórdios da indústria capitalista (cooperação simples e manufatura), levando ao desaparecimento da indústria doméstica camponesa (KAUTSKY, 1980). No Brasil essa etapa sequer chegou a se desenvolver, seja porque as comunidades feudais relativamente auto-suficientes nunca chegaram a ter existência histórica por aqui, seja porque no período colonial pressupunha-se não a produção autóctone de produtos industriais, mas a sua importação via Portugal.

No entanto, com o desenvolvimento das forças produtivas na agricultura, ditada pelo desencadeamento de relações capitalistas, constituiu-se um processo de transformação da base tecnológica e produtiva, conduzindo à gradativa intensificação e ao aumento da capacidade produtiva do trabalho.

Este é um aspecto importante em vista das mudanças trazidas pelo desenvolvimento capitalista da agricultura. A questão central é essa deslocalização de certas atividades para fora da propriedade agrícola, sendo levada para dentro das fábricas, ou em empresas onde as relações são tipicamente capitalistas. Um exemplo poderia ser o do trator, que tirou de dentro das fazendas a necessidade de criar animais de tração, reduzindo com isso a necessidade de força de trabalho, etc. Hoje não se pode pensar na agricultura sem o uso de tratores e implementos agrícolas diversos. Isso vale também para os adubos orgânicos ou outros adquiridos pelos agricultores para o processo produtivo. Idem para herbicidas, inseticidas, etc.

Nesse sentido, o movimento mais recente do capital, com a engenharia genética, e antes ainda, com o desenvolvimento da indústria de sementes, retira novamente parte do que antes era considerado uma parte essencial do trabalho do agricultor: a reprodução da própria fonte da vida agrícola, a semente. Ou seja, defronta-se com o fato de que uma parte da mudança advinda com os OGMs estaria fora das unidades produtivas rurais e, portanto, teria reduzido apenas parcialmente o tempo de trabalho dentro da fase agrícola do processo. Atualmente do valor total da produção agrícola, apenas 13% se origina dentro da fazenda. O restante é originado a jusante e a montante da fazenda. (KLOPPENBURG, 2004).

A agricultura, sob o comando do capital tende a se transformar num ramo particular da indústria, quer por consumir produtos industrializados, quer pelo fornecimento de matérias-primas para as indústrias, também pela utilização do assalariamento como condição crescente da produção. Dessa forma a agricultura se torna uma espécie de laboratório onde novos produtos e processos desenvolvidos são testados e experimentados em vista de alterar as condições de produção e produtividade do trabalho.

Contudo, essa transformação ainda não é completa<sup>19</sup>. Persistem inúmeros obstáculos ao pleno desenvolvimento das forças produtivas capitalistas na agricultura. Parte dessas barreiras origina-se do fato da propriedade privada da terra, e parte deriva da eficácia das estratégias de resistência dos trabalhadores. No entanto, uma parcela significativa advém das condições naturais de produção na agricultura: (i) o longo período de produção das atividades agrícolas (junto com os limites colocados pelos solos, clima etc.); (ii) a não coincidência entre o tempo de produção e o tempo de trabalho; e (iii) a variação sazonal nas exigências de mão-de-obra nas atividades agrícolas (SILVA, 1981).

O capital necessita revolucionar o modo de produzir na agricultura de forma a poder acelerar o seu ciclo de rotação, possibilitando um aumento na taxa de lucros. Para isso é mister reorganizar a produção em moldes que permitam domesticar a natureza aos seus desígnios de reprodução ampliada. Reprodução ampliada implica a reprodução do capital assegurando a geração de excedentes em dimensão tal que possibilite a sua ação em esfera mais ampla do que era possível exercer em seus ciclos precedentes. A reprodução ampliada significa acumulação, ou seja, que uma determinada fração da mais-valia total emprega mais capital (variável e constante), de modo a aumentar a escala existente de produção (BOTTOMORE<sup>20</sup>, 1993). A redução dos tempos de rotação dos capitais na economia como um todo permite aumentar a massa de mais-valia extraída da força de trabalho, e por isso é alvo constante dos capitalistas.

Na agricultura, a redução do tempo de rotação dos capitais ocorre através da introdução de novas cultivares (fruto da manipulação genética, que assume no caso da agricultura um papel central); da rotação e adoção de sequências diferenciadas de cultivos; da introdução de práticas agrícolas que acelerem o crescimento e a maturação das culturas e criações (hormônios animais e estimulantes vegetais, além de práticas culturais com essa mesma finalidade); da criação de ambientes artificiais como as estufas, a hidroponia, o uso

---

<sup>19</sup> Não confundir aqui essa questão com a tese de que as condições naturais da agricultura impediriam o desenvolvimento capitalista no campo. O que se coloca é que em vista dos limites naturais e principalmente sociais (propriedade privada da terra, condicionada pela sua irreproduzibilidade) o desenvolvimento de relações típicas capitalistas não se dá de forma plena (caso do domínio do assalariamento, por exemplo).

<sup>20</sup> Serão feitas diversas citações ao longo da tese, do Dicionário do Pensamento Marxista, publicado por Tom Bottomore. Algumas dessas referências se referem a verbetes escritos por outros autores. Em caso de citação direta desses verbetes específicos se faz a citação do autor. Em caso de citação indireta, utiliza-se a referência de Bottomore (1993).

da irrigação, da introdução da mecanização, etc. Obviamente todas essas medidas implicam em emprego de maior volume de capital e portanto estão disponibilizadas de forma diferenciada aos vários segmentos de agricultores, em função do capital disponível para investimento. No entanto,

*na agricultura, bem como em outros ramos em que o período de trabalho continua determinado por condições naturais, os fatores que agem no sentido de elevar o sobretrabalho arrancado pelo capital não concorrem necessariamente para aumentar a sua velocidade de rotação, muito embora se traduzam também numa elevação do montante de capital adiantado ao processo produtivo. Ou seja, nem todas as reduções no tempo de trabalho significam diminuição do período de produção, podendo ocorrer simplesmente um crescimento do tempo de não-trabalho.*

No mesmo sentido age a discrepância entre tempo de produção e tempo de trabalho. Quanto maior o tempo de não-trabalho (a diferença entre o tempo de produção e o tempo de trabalho) tanto menor o período em que se está produzindo mais-valia, dado que é apenas o trabalho vivo que acrescenta valor ao capital adiantado. (SILVA, 1981 p. 30-1)

Por isso, os limites naturais à redução do tempo de produção, no caso da agricultura, sempre se constituíram em importantes barreiras à expansão do lucro capitalista, uma vez que limitações bióticas e abióticas dificultavam a obtenção de aumentos na taxa de lucro. É aí que entra a busca do desenvolvimento científico e tecnológico como condição *sine qua non* para a produção capitalista em geral, e em particular na agricultura.

### **Progresso Técnico e Apropriação Capitalista da Ciência e Tecnologia na agricultura**

O progresso técnico assume uma importância fundamental com o desenvolvimento capitalista na agricultura. Com o estabelecimento da propriedade privada sobre a terra, estabeleceu-se um monopólio privado (inicialmente comunal e posteriormente individual) sobre o uso da mesma. Com base no fato da existência da propriedade privada sobre a superfície da terra, a sociedade se vê obrigada a pagar determinado valor (uma renda) ao proprietário, para poder utilizá-la. Essa renda pode ser de dois tipos, condicionados pela característica do processo de produção da agricultura no capitalismo e do monopólio privado sobre a terra: a renda absoluta e a renda diferencial.

A renda *absoluta* diz respeito à concorrência entre setores da economia na formação do valor e dos preços de produção. A renda absoluta é um montante a ser pago ao proprietário de terras pelo simples fato de existir a propriedade fundiária, como monopólio que não permite o livre uso da terra (BOTTOMORE, 1993). Como resultado desse

monopólio, o preço de mercado de um produto agrícola qualquer, tem que ser determinado em função do preço de produção referente à pior terra cultivada (e necessária para satisfazer a demanda global) e não pela “média” como funciona na indústria, de forma que os produtores localizados nas terras menos produtivas possam obter o lucro médio. A renda *diferencial* é assim, um lucro extraordinário, acima do lucro médio, obtido pelos capitais que operam em condições mais favoráveis de produção (MARX, 1988).

A renda diferencial pode ser decomposta em duas partes: Renda Diferencial I) a fração “natural”, proveniente das diferenças de localização (em relação ao mercado) e de fertilidade inerente aos tipos de solos; e, Renda Diferencial II) a fração “fabricada” pela inversão suplementar de capital (ou seja, de meios de produção e de trabalho) numa mesma área de terra. A renda diferencial II advém do fato de que capitais de mesma grandeza aplicados sucessivamente na mesma terra produzem também resultados diferentes, sendo por isso, considerada como a renda da terra proveniente da intensificação da agricultura pelo capital (SILVA, 1981).

o progresso da produção social atua no sentido de anular a localização como causa da renda diferencial, criando mercados locais ou facilitando a localização com meios de comunicação e de transportes. (...) A fertilidade, embora propriedade objetiva do solo, sempre implica relação econômica, relação com dado nível de desenvolvimento químico e mecânico da agricultura, e em consequência varia com esse nível. A introdução de meios químicos (...) ou de recursos mecânicos (...) pode eliminar os obstáculos que na prática esterilizam terras de igual fertilidade. (MARX, 1988, livro III)

Com o desenvolvimento do modo de produção capitalista, os meios de produção criados e/ou transformados pelo homem tornam-se progressivamente mais importantes do que aqueles colocados à sua disposição pela natureza. Assim, se num primeiro momento histórico pode-se falar somente de um aproveitamento dos recursos naturalmente disponíveis, logo em seguida, graças ao contínuo trabalho e ao progresso tecnológico observa-se um salto qualitativo no processo produtivo, tornando-se a produção cada vez mais independente das travas impostas pelas condições naturais (SILVA, 1981).

A tecnologia é parte do que Marx caracteriza como as Forças Produtivas do trabalho. Estas se dão imersas nas relações de produção dominantes na sociedade e, portanto, cada modo de produção tende a engendrar, numa relação dialética, suas próprias forças produtivas e, objetivamente, sua própria tecnologia. É importante ressaltar a noção de que as forças econômicas e institucionais moldam a tecnologia e que portanto, em modos de produção distintos ao capitalismo, ter-se-ão outras tecnologias, mas também outros problemas ambientais, derivados de suas especificidades. No entanto, o direcionamento dado pelo modo de produção não é absoluto. Existe certo grau de condicionamento, no sentido de que ele afeta na forma do direcionamento, na intencionalidade em desenvolver

tecnologias privilegiando certos interesses de classe, mas não na sua completa determinação.

Nessas relações com o meio natural enquanto espaço de produção das condições de vida, a humanidade desenvolve as tecnologias, as ferramentas, os meios de produção como parte de seu esforço para transformar a realidade objetiva através do trabalho. As inovações tecnológicas se constituem em resultado e em condição para o desenvolvimento da sociedade, da melhoria das condições de vida, gerando elevação na produtividade do trabalho social.

A aplicação de inovações e o domínio da ciência e tecnologia se tornam condições necessárias para sobrevivência frente à competição intercapitalista. Todo progresso técnico está relacionado ao aumento da produtividade do trabalho, e portanto, a questão da técnica e de seu desenvolvimento, não pode ser dissociada das condições de seu uso. No entanto, o progresso técnico no capitalismo visa em primeiro plano, à submissão do trabalho ao capital (Coriat, 1976).

O progresso técnico é fruto da aplicação tecnológica da ciência ao processo produtivo, como progresso das técnicas capitalistas de produção, ou seja, como um dos elementos da dominação do capital sobre o trabalho e que deve ser analisado sob uma perspectiva histórica.

Por isso o capitalismo é dinâmico, por existir sob o imperativo de “renovar-se ou morrer”. Impulsionado a buscar uma diferenciação em face da média social para permitir-lhe aumento do lucro na forma de lucro extraordinário, ou sob a pressão de aumentos salariais, ou ainda, na busca da mais-valia relativa, mediante o aumento da produtividade da força de trabalho, e outras formas de conseguir competitividade (ser mais eficiente do que a média social) o capitalista individual é levado a introduzir novas tecnologias (MONTIBELLI, 2004).

As inovações na agricultura, do ponto de vista do processo capitalista de produção podem ser (SILVA, 1981 p. 32):

- a) inovações mecânicas, que afetam de modo particular a intensidade e o ritmo da jornada de trabalho;
- b) inovações físico-químicas que modificam as condições naturais do solo, elevando a produtividade do trabalho aplicado a esse meio de produção básico;
- c) inovações biológicas que afetam principalmente a velocidade de rotação do capital adiantado no processo produtivo, através da redução do período de produção, e da potenciação dos efeitos das inovações mecânicas e físico-químicas.

Ainda que o próprio autor reconheça a limitação dessa classificação, ela aponta para elementos centrais na compreensão do papel da inovação tecnológica no processo produtivo agrícola. O primeiro elemento diz respeito às inovações mecânicas, que na

indústria representaram aspecto-chave no processo de sujeição real do trabalho ao capital. Como foi visto, na agricultura a mecanização enfrenta limites para exercer papel semelhante:

A mecanização da agricultura age tanto no sentido de reduzir o tempo de trabalho necessário a uma determinada atividade, como no de aumentar a intensidade e o ritmo de trabalho, de maneira muito semelhante ao que ocorreu na indústria durante o período manufatureiro. Mas, a menos que incida sobre a fase inicial e final (plantio e colheita) de uma determinada cultura, a mecanização não altera o período de produção. E mesmo quando incide sobre a fase inicial e/ou final, a alteração é de pequena monta – questão de dias para um tempo de produção de vários meses. (SILVA, 1981 p. 33)

Ou seja, a mecanização da agricultura, ao contrário do que ocorre na indústria, não modifica necessariamente o tempo de produção de uma dada mercadoria, mas como reduz o tempo de trabalho, acaba por aumentar o tempo de não-trabalho<sup>21</sup>. O mesmo ocorreria com as inovações físico-químicas (uso de pesticidas, adubos químicos, irrigação, drenagem, estufas, práticas culturais, etc.) que não apenas reduzem o tempo de trabalho como também aumentam a sua produtividade. Ao elevarem a produtividade natural dos solos, ao reduzirem as perdas de colheita, permitem que haja redução do tempo de trabalho (ainda que, ao haver aumento no volume das colheitas, caso não haja mecanização, elevaria o tempo de trabalho) eleva-se a quantidade de produto gerado no mesmo espaço de tempo, o que termina por reduzir o tempo médio de trabalho necessário para produzir uma unidade daquele produto (SILVA, 2001). No caso da soja, as alterações trazidas pelas inovações tecnológicas levaram, como foi verificado, à redução do tempo de trabalho, mas ainda não ao tempo de produção.

O trabalho é a origem do conhecimento, que se expressa nas forças produtivas e, a ampliação contínua do conhecimento se traduz no desenvolvimento ainda maior dessas forças produtivas. Cada geração reproduz-se pelo seu próprio trabalho, impulsionado pela necessidade da sobrevivência e com base nas forças produtivas herdadas das gerações anteriores, contudo, através do próprio ato de trabalhar, amplia e aprofunda, com maior ou menor rapidez, o conhecimento e por intermédio disto, faz avançar as forças produtivas (GERMER, 2006).

É somente com o advento do capitalismo que ocorre o desenvolvimento sistemático das ciências uma vez que esse sistema promove uma aceleração inédita e necessária do desenvolvimento das forças produtivas (o capitalismo impulsiona a ciência e o

---

<sup>21</sup> É importante registrar, no entanto, que o fundamental é o tempo de trabalho, meio pelo qual é determinado o valor das mercadorias. Portanto, o fato de não se reduzir num primeiro momento o tempo de produção não afeta a questão central nesse aspecto.



desenvolvimento científico impulsiona o capitalismo). O conhecimento, aplicado à melhoria da capacidade produtiva do trabalho em vista do aumento da lucratividade é condição de sobrevivência na concorrência intercapitalista.

Isto decorre de ser o capitalismo o primeiro modo de produção cujo funcionamento corrente se baseia na procura intencional<sup>22</sup> de inovações técnicas, porque estas são o instrumento básico da concorrência intercapitalista (Marx, 1872, p. 10). Nos modos de produção anteriores, o desenvolvimento das forças produtivas foi sempre um subproduto não intencional do processo repetido de trabalho, porque o trabalho social não era organizado caoticamente pelo mercado, como no capitalismo, mas intencionalmente por um plano, mesmo que precário, e portanto excluía a concorrência entre os produtores (Germer, 2006, p. 7)

Com base nisso, o capitalismo busca, por um lado, estimular e por outro controlar, assenhorear-se da produção das inovações tecnológicas em vista destas representarem vantagens econômicas (possibilidade de sobrelucro no período inicial de adoção, quando estas ainda não se disseminaram) e a sobrevivência perante os demais competidores. A ciência se converte em força produtiva do capital, e os cientistas, em trabalhadores para o capital.

Marx identifica a existência de uma simbiose entre o capitalismo e a ciência, na medida em que o desenvolvimento das forças produtivas contribui para desenvolver também o ferramental, e os equipamentos da pesquisa científica e tecnológica, além de assegurar recursos financeiros em montantes inimagináveis em períodos anteriores ao domínio do capital.

o desenvolvimento das ciências naturais (que formam, aliás, a base de qualquer conhecimento), como de qualquer noção (que se refira ao processo produtivo) ocorre novamente sobre a base da produção capitalista que pela primeira vez lhes proporciona em grande medida - às ciências - os meios materiais de investigação, observação, experimentação. Já que as ciências são utilizadas pelo capital como meio de enriquecimento e se convertem, portanto, em meios de enriquecimento para os homens que se ocupam do desenvolvimento das ciências, os homens de ciência competem entre si no intento de encontrar uma aplicação prática da ciência. De outro lado, a invenção se converte em uma espécie de artesanato. Por isso junto com a produção capitalista se desenvolve, pela primeira vez de maneira consciente, o fator científico em certo nível, se emprega e se constitui em dimensões que não se poderiam conceber em épocas anteriores. (MARX, 1980, p. 161-164).

---

<sup>22</sup> Notar que o que é intencional é a *procura*, não os resultados, isto é, estes não correspondem necessariamente às expectativas dos que procuram, uma vez que fazem parte do desconhecido e são, portanto, imprevisíveis. Nas sociedades não capitalistas não há procura intencional, como regra, porque nenhuma necessidade sistemática a impõe. Do ponto de vista materialista, a intencionalidade da procura por inovações no capitalismo não pode ser atribuída a fatores subjetivos, como a racionalidade, mas é imposta como condição de sobrevivência dos capitalistas individuais, ameaçados pela concorrência. [Nota original Germer]

Com o desenvolvimento dos Estados Nacionais, o estabelecimento da competição e disputa de hegemonia entre eles, projetos capitalistas nacionais foram assumindo parte significativa dos custos de realização das pesquisas e da formação dos pesquisadores. Estados capitalistas que se anteciparam ao movimento científico estabeleceram condições para se desenvolver nos campos econômico, social e mesmo militar. No entanto, no atual estágio do desenvolvimento do sistema, há um movimento de reapropriação por setores do grande capital do conhecimento científico gerado pelos aparatos públicos de C&T.

Isso se tornou necessário em vista da reconfiguração do capital no fim dos anos 1980 com a queda do bloco socialista e a ascensão ideológica do neoliberalismo. Esse rearranjo mundial tem levado a novas ondas de fusões e aquisições, com a retomada em escala internacional, da concentração e centralização de capitais. A disputa intercapitalista chega às novas searas tecnológicas como a microeletrônica, a robótica, a engenharia genética e a nanotecnologia, conduz a movimentos de ressubordinação, em grau superior, dos aparatos estatais de C&T a essa nova configuração capitalista com esvaziamento dos estados nacionais.

Tal processo levou a mudanças qualitativas sobre os processos de geração, difusão e apropriação dos conhecimentos científicos na agricultura desde o final do século XX. Para isso retomemos a fala de SILVA:

Uma máquina ou uma fórmula química podem ser patenteadas, de modo a garantir a determinado capitalista que se aproprie dos lucros decorrentes dessa invenção. Mas isto só ocorre de maneira muito limitada com as inovações biológicas. Em primeiro lugar, porque a utilidade de sua multiplicação é reduzida às condições semelhantes para as quais foi desenvolvida. Não se plantam por ex. as mesmas variedades de trigo no Brasil e nos EUA, embora se possam utilizar os mesmos tratores, adubos e herbicidas, devido à diversidade das condições ambientais. Em segundo lugar, porque essa necessidade de adaptação regional da tecnologia biológica aumenta tremendamente os custos já elevados da sua geração, o que leva quase sempre os organismos estatais a arcarem com os custos dessas pesquisas ou até mesmo da sua difusão através dos serviços oficiais de assistência técnica. Em terceiro lugar e mais importante ainda, é o fato de que uma vez “inventada” uma nova variedade, p. ex., a sua multiplicação pelos próprios usuários difícilmente pode ser controlada, sendo impraticável a sua monopolização por um determinado capital particular. (SILVA, 1981 p. 35. grifos meus).

O mesmo raciocínio é válido para as inovações físicas, que igualmente não são passíveis de serem monopolizadas, ficando assim sua geração e difusão por conta dos serviços públicos de pesquisa e assistência técnica. A partir dessa análise o autor conclui que,

as pesquisas biológicas nos países capitalistas são quase todas de responsabilidade do Estado ou de associações de empresas e raramente dos capitalistas tomados individualmente. Isto ocorre pelo fato de exigirem grandes investimentos e prazos relativamente longos para os retornos desejados, seja porque é muito difícil a apropriação privada desses resultados por capitais individuais. Isto, na verdade representa uma dificuldade adicional para os países pobres, cujos governos nem sempre dispõem de recursos para tanto ou têm outras prioridades para os escassos recursos disponíveis. (SILVA, 1981 p. 35-6)

Obviamente, aqui o autor foi traído pela evolução histórica dos fatos. Há aspectos que já foram superados no momento atual pela dinâmica capitalista e pelo desenvolvimento científico e tecnológico. São eles: em primeiro lugar a questão da diversidade de variedades; em segundo o papel do Estado na Ciência e Tecnologia; e por último, o controle do capital sobre as inovações biológicas

Quanto ao **primeiro** aspecto, o desenvolvimento da engenharia genética demonstrou ser possível superar essa barreira, de forma relativamente engenhosa. O que se vê atualmente é o espraiamento não de variedades únicas em todo o planeta, mas sim a inserção de genes únicos ou conjuntos de genes específicos em centenas ou milhares de variedades diferenciadas, anteriormente já existentes, e adaptadas regionalmente por todo o globo. Isso se deu em parte devido à mudança conceitual trazida pela visão de genes como peças de informação (BOYD, 2003), onde é possível inserir apenas determinado conjunto de genes que transmitem informações responsáveis pela codificação de proteínas e pela síntese de compostos dentro dos organismos.

O caso exemplar disso é o que confere resistência ao herbicida Glifosato. Mas já há outros genes que seguem o mesmo caminho, como o que confere as características de produção de toxina Bt e o de resistência a outros herbicidas (glufosinato de amônia, por exemplo).

O desenvolvimento científico possibilitou a combinação de certas características homogêneas uniformizadas globalmente, com a manutenção de características de adaptação regionalizada à diversidade ambiental, climática e de propósitos econômicos. Esse avanço trazido pela engenharia genética permite portanto, manter a diversidade genética materializada em variedades adaptadas à diversidade de condições do planeta, ao passo que se introduz variantes genéticas homogêneas, engenheiradas a partir de organismos alienígenas e portadores de características úteis.

Surgiram variedades incorporando genes com características específicas (como por exemplo a resistência ao herbicida ou o gene Bt) e que puderam ser rapidamente disseminados por todo o mundo e para vários tipos de cultivos, contornando por conseguinte, a barreira da diversidade de condições de clima e solo em todo o planeta.

As empresas proprietárias de certas características codificadas em alguns genes se

associam (ou compram) empresas locais de forma a licenciar sua tecnologia e seus genes. Assim, há um crescente número de genes e características derivadas de processos de engenharia genética, que se tornam universalizadas. Essas características (como p. ex. a resistência ao Roundup ou a produção de toxina Bt) estão associadas a um número cada vez maior de variedades locais de alto rendimento, de certa forma universalizando-se. Ademais, a engenharia genética traz a possibilidade de que a tecnologia embutida na mercadoria possa ser rastreável, ao embutir no código genético da semente traços que permitem a identificação dos genes utilizados em sua produção.

**Segundo**, acerca do papel do Estado na C&T – tem sido observado um movimento crescente de desmobilização dos aparatos estatais de pesquisa, em escala mundial, e sua associação subordinada às agendas de pesquisa estabelecidas pelos conglomerados capitalistas. No entanto, tal movimento não deve ser confundido com a redução de recursos públicos para pesquisa científica, já que esse valor tem se elevado ano a ano quer seja direta ou indiretamente utilizado por organismos públicos de C&T (Institutos e empresas, universidades, etc.).

Tem crescido a destinação de fundos públicos para o caixa das empresas privadas para que estas conduzam seus próprios projetos de pesquisa, de forma isolada ou associada a instituições públicas de pesquisa. Um exemplo brasileiro nesse sentido foi a destinação de cerca de 40 milhões de Reais para pesquisa privada na área de engenharia genética, numa empresa que acabou sendo adquirida pela Monsanto, em 2008, no que pode ser considerado um caso exemplar da perda de controle soberano do país sobre seus recursos. As equipes de cientistas que formaram a empresa Allelyx eram em sua maioria oriundos das instituições públicas brasileiras que realizaram no início dos anos 2000 o primeiro seqüenciamento em nível mundial, de uma bactéria (*Xylella fastidiosa*, responsável pelo adocimento dos citrus). Posteriormente a iniciativa privada (grupo Votorantim) se apropria desse conhecimento através da contratação dos principais pesquisadores, e começa a participar do mapeamento do genoma da cana de açúcar, cultura estratégica para a economia brasileira. Essa pesquisa é realizada em parceria com organismos públicos e a sua subsidiária recém-criada (Canaviallis), recebendo recursos públicos para tal. A compra da empresa pela Monsanto permite a essa empresa estadunidense a apropriação de décadas de esforços na formação de cientistas, do desenvolvimento de processos colaborativos em metodologias de seqüenciamento, e da formação de banco de germoplasma de alto valor, fatores essenciais para a competitividade futura em um mundo ávido por energias alternativas ao petróleo.

No mesmo sentido, nos EUA a Lei Baih-Dole foi criada para permitir que pesquisas originadas com recursos de fundos públicos pudessem ser apropriadas privadamente pelos

pesquisadores ou empresas. O que antes era expressamente proibido, com o efeito da lei resultou em benefícios privados e numa série de problemas adicionais:

A lei Baih-Dole estimulou as universidades a criarem seu próprio portfólio de propriedade intelectual e estratégias de licenciamento, que levaram à crescente privatização do conhecimento e da pesquisa, à redução da confiança entre pesquisadores, à redução de intercâmbios de conhecimento livres de suspeita (em vista de que agora o patenteamento das descobertas rende recursos tanto para o pesquisador como para a universidade). Atualmente, todas as grandes companhias de biotecnologia têm acordos e fortes relações de pesquisa com universidades por todo o mundo, em seus esforços para manter uma espécie de duto do conhecimento para gerar propriedade intelectual (BOYD, 2003 p. ).

Com o avanço das reformas estruturais neoliberais e o recuo do modelo estatal por todo o planeta, muitas estruturas de intervenção na agricultura foram desmontadas ou debilitadas e/ou direcionadas para o estabelecimento de parcerias público-privadas que levam a um controle mais aberto das pesquisas públicas em prol das grandes corporações do setor.

Como **terceiro** e último aspecto, a dificuldade de controle do capital sobre o uso das inovações biológicas – a combinação da possibilidade de inserção de genes marcadores nas plantas engenheiradas e de seu patenteamento legal, permitiu superar uma lacuna que obstaculizava o avanço do capital no sentido de controlar o uso de inovações genéticas. O caso da soja RR com a vitória judicial da Monsanto sobre o Governo Argentino, ou na queda de braço entre essa transnacional e a FARSUL, pela cobrança de royalties pelo uso da soja RR mostra que está superado o limite suposto por SILVA.

Com a evolução da engenharia genética e a revisão da legislação internacional sobre direitos de propriedade intelectual, em pouco mais de uma década, os direitos de patente foram estendidos a praticamente todo o planeta, assegurando o controle legal sobre as variedades patenteadas e o pagamento compulsório de royalties mesmo nos casos onde a entrada de produtos biotecnológicos se deu de forma ilegal. Como exemplo pode-se citar o caso iraquiano. Uma das leis impostas pelas tropas de invasão americana no Iraque proíbe os agricultores daquele país de replantar suas sementes. Impõe-se para uma economia destruída pela guerra e berço ancestral de cultura e de diversidade de plantas a lei de patentes... que beneficia as corporações sementeiras.

No caso brasileiro, houve uma iniciativa de se implantar a base científico-tecnológica para a expansão da agricultura modernizada. A Embrapa foi criada em 1973 em plena ditadura militar visando promover o desenvolvimento capitalista no campo. Até o ano de 2004 havia lançado 529 cultivares através de seus 8.500 funcionários e ainda hoje tem participação significativa do germoplasma de elite comercializado no país: 60% do arroz

sequeiro, 64% do feijão, 46% da soja, 31% do trigo, 29% do algodão e 11% do milho (EMBRAPA, 2005). Até 1999 no mercado de soja o domínio ainda era da Embrapa, mas o espaço começava a ser ameaçado. O percentual de 70% na produção de semente caiu para 65% em 1999 e reduziu-se para 46% em 2004, mantendo-se desde então, agora já associado à Monsanto. A Embrapa reproduz em certo sentido, pelo que se pode depreender a partir das taxas de participação no mercado de sementes, o padrão desenvolvido nos EUA desde o momento em que se estabeleceu uma divisão social do trabalho entre as empresas privadas e públicas, conforme já comentado no capítulo anterior.

A forma como a indústria se apropriou do sistema de pesquisa agrícola dos EUA mostra a política de rapinagem praticada por algumas empresas:

Sendo direto, eles buscam a “nata”. A coisa funciona assim: (a) os governos federal e estaduais utilizam o dinheiro dos impostos para construir e sustentar a infraestrutura básica sem a qual a pesquisa não pode ser feita, então (b) a indústria de biotecnologia injeta uma pequena quantia de dinheiro (muito necessário) dentro do sistema, e então (c) o agronegócio coleta e patenteia as descobertas mais promissoras (e mais potencialmente lucrativas) que emergem da atividade científica. (SCOLA, 2008)

Em suma um processo bastante parecido com o que acontece historicamente com diversas universidades brasileiras engajadas em pesquisas realizadas em parcerias com as grandes empresas privadas, onde o Estado banca a estrutura e custos principais, enquanto que as empresas se apropriam privadamente do conhecimento gerado.

### **Sujeição Formal e Sujeição Real do trabalho ao capital na agricultura**

Ao discutir o movimento de reorganização do trabalho na agricultura pelo capital, como forma de alcançar a maximização das taxas de lucro, o que se investiga é se o processo de subsunção (sujeição) tende a acelerar-se com a introdução das tecnologias biológicas em geral e muito mais amplamente com o advento dos transgênicos.

O tempo de rotação do capital se constitui no tempo necessário para ocorrer um ciclo completo  $D - M - D'$ <sup>23</sup> e é fundamental para a reprodução do sistema capitalista, tendo em vista que a redução do tempo em que se efetua o giro do capital em determinado setor

---

<sup>23</sup> O ciclo de reprodução capitalista inicia com o capital  $-D$  - que é convertido em meios de produção e mercadorias necessárias ao processo de produção (em instalações, máquinas, matérias-primas, insumos, etc., os meios de produção - MP) e também passa pela aquisição de força de trabalho - FT que, no sistema capitalista, também se converte em mercadoria. No processo de produção, a aplicação do trabalho vivo sobre os meios de produção resulta na formação de valores de uso consubstanciados em capital-mercadorias  $- M$  - que ao serem comercializadas (processo de circulação) reconstituem o capital inicialmente adiantado, já agora em forma ampliada  $- D'$ . Esse ciclo de rotação do capital se repete constantemente como condição necessária para a manutenção e ampliação do sistema (MARX, 1968).

permite elevar a taxa de lucro obtida. Em cada rotação completa do capital é que se realiza a apropriação da mais-valia gerada no processo de produção (representada por D' no esquema acima). Nesse sentido, para o capital, quanto mais rotações do ciclo de capital num dado tempo, maior será o volume acumulado (Marx, 1988). Por outro lado, quanto mais tempo demora esse ciclo, maior é o período em que um determinado quantum de capital fica imobilizado na forma de capital produtivo, e também, maior o risco de ocorrerem problemas para que se complete o ciclo<sup>24</sup>.

Para que esse ciclo de rotação do capital se acelere é necessário que a intensidade e o ritmo de trabalho sejam também acelerados e que a força produtiva do trabalho como um todo sofra contínua elevação. Nesse ponto do processo de reprodução do capital ocorre a aparição do antagonismo entre o capital e o trabalho, um visando a aceleração máxima do processo, ao ponto de sua desumanização, outro buscando resistir a essa aceleração da exploração a que se sujeita involuntariamente.

Ocorre que, em havendo resistências dos trabalhadores ao aceleração do ritmo de trabalho, o capital procura desenvolver meios (despóticos ou não) para que esse processo se dê de forma menos beligerante possível, resultando no entanto, sempre e necessariamente, na sujeição do trabalhador aos interesses do capital. A esse processo de sujeição do trabalho ao capital Marx denominou de sujeição ou subsunção, sendo esta constituída por dois elementos distintos: a subsunção formal e a subsunção real.

A subsunção formal se caracteriza pelo momento em que formalmente o capital passa a se assenhorar do processo produtivo, sem no entanto, promover alterações na forma como se realiza o processo de trabalho. Ou seja, o capital se apodera dos resultados da produção, sem entretanto promover adequações no trabalho. Já a sujeição real implica em que o capitalista, já proprietário formal dos meios de produção, promova alterações no processo de trabalho, notadamente mediante a introdução da maquinaria e de processos sistemáticos de trabalho (normatização, padronização, etc.) de forma a aumentar a força produtiva do trabalho e a geração de excedentes produtivos e de mais valia.

Essa é a descrição de um processo tipicamente industrial, que é onde se dá o desenvolvimento capitalista por excelência, em sua forma mais pura. Ocorre que na agricultura há um emprego limitado da mecanização devido ao tempo de produção e às barreiras naturais (dificuldades no manejo dos solos e com os seres vivos, tempos de maturação fisiológica, fenômenos climáticos, etc.) que estabelece os limites para o tempo de rotação do capital.

Num primeiro momento o capital não tem condições de revolucionar o processo de

---

<sup>24</sup> Os problemas aqui referidos podem ser de ordem natural (no caso da agricultura fenômenos climáticos, p. ex.) ou econômicos (oscilações inesperadas de preços no mercado, obsolescência tecnológica, crises de superprodução, p. ex.).

produção na agricultura, devido a que seu desenvolvimento e o desenvolvimento das ciências sejam incipientes. Ao tempo de Marx o desenvolvimento científico havia se dado principalmente no campo da Mecânica e estava apenas iniciando na Química (com os aportes de Liebig para a Química agrícola, etc.). O desenvolvimento da Biologia e da Genética somente se daria mais tarde, em especial no século XX, muito depois da morte de Marx (KLOPPENBURG, 2004).

Portanto, o capital no início de seu desenvolvimento não tinha construído as ferramentas científicas necessárias para a batalha de controle sobre as barreiras naturais representadas pela irreproduzibilidade da terra, pelas variações de tipos de solos e climas, pelos ciclos e ritmos da natureza, pela fisiologia de plantas e animais, etc. Não havia amadurecido as condições para impor sua dinâmica e sua visão de organização sobre o sistema produtivo empregado então na agricultura, arraigado ainda, em tradições seculares e disperso em milhões de unidades produtivas camponesas.

Na agricultura, a aplicação da mecanização ocorre em algumas aplicações restritas como a criação de aves e de gado leiteiro em sistemas confinados, onde se pode utilizar alto grau de mecanização e sistemas eletrônicos de controle de fornecimento de alimentos. Também o emprego da cooperação direta no processo de trabalho na agricultura é mais restrito, visto haver tendência à redução absoluta no emprego da força de trabalho necessária, com o desenvolvimento das forças produtivas e o emprego de capital constante.

A exploração por meio de máquinas tem, contudo, de vencer maiores obstáculos na agricultura do que na indústria. Em primeiro lugar, obstáculos de ordem técnica. Na indústria, o lugar onde se realiza o trabalho, a fábrica, é criação artificial e, portanto, adaptada às exigências da máquina. Na agricultura o lugar em que funciona a maioria dos aparelhos mecânicos é proporcionado pela natureza à qual devem adaptar-se. Isto não é sempre fácil, e às vezes, inteiramente impossível. (KAUTSKY, 1980 p. 60)

Há também os obstáculos econômicos, já que na agricultura a maioria dos equipamentos só é utilizada durante certos meses. Na indústria eles funcionam durante todo o ano. E fatores como o relativo isolamento do meio rural, que torna mais difícil o reparo das máquinas. Já a introdução da divisão do trabalho encontra limitações naturais, objetivas, além dos limites trazidos pela existência do monopólio privado sobre a terra. Na agricultura, a redução da porosidade necessariamente esbarra nos tempos da natureza. O fato de mecanizar a colheita pode reduzir o tempo de trabalho, mas não encurta o tempo de produção, senão marginalmente. O mesmo vale para o uso de herbicidas, que elimina as ervas espontâneas, reduzindo o tempo necessário à capina, mas não diminui em nada com isso o tempo de produção total necessário aos cultivos.

Desse modo, muitas vezes a busca de melhor utilização do capital constante de



forma mais racional, se dá não pela redução direta do tempo de produção, mas pelo aumento do tempo de trabalho e de utilização do capital produtivo empregado. Isso se obtém pela intercalação de cultivos de uma mesma espécie, ou combinação de espécies diferentes, com o que se permite obter uma redução da porosidade do trabalho. Por exemplo, a extensão dos períodos de cultivo e o uso de variedades precoces e tardias, possibilitam uma melhor utilização do capital pela ampliação do número de dias trabalhados durante o ano. Um exemplo disso ocorreu na produção frutícola brasileira (maçãs e pêssegos, por exemplo). A introdução de variedades precoces e tardias redistribuiu os períodos de safra ampliando-os, ainda que os limites naturais permaneçam presentes para cada uma das variedades. Essa melhor utilização pode se dar, por exemplo pela redução no volume necessário de estruturas de armazenagem, pela utilização mais racional de tratores, colheitadeiras e caminhões, da força de trabalho, etc. Também é positivo para o capital o fato de que, com o escalonamento da produção parte do capital reflua mais cedo viabilizando uma antecipação da realização da acumulação ampliada.

Os ganhos para o capital não passam necessariamente pelo encurtamento do ciclo produtivo, visto as barreiras naturais para isso. O ideal para o capital seria uma autonomização em relação aos limites naturais<sup>25</sup>. Possibilitar que a produção agrícola pudesse se iniciar a qualquer momento, independente de solos, clima (estações do ano, temperatura, fotoperíodo, etc.), que pudesse ser realizada em etapas conexas, porém articuláveis de forma a permitir seu planejamento estrito, que os volumes de produção se estabilizassem, assegurando para isso o controle sobre intempéries e variações climáticas extremas.

Marx, nesse sentido, apontou para uma futura reunificação da agricultura à indústria em uma síntese superior, propiciada pelo desenvolvimento das forças produtivas na indústria (entendida aqui também a indústria de insumos e produtos para a agricultura, como também a indústria química, mecânica, genética, etc.).

O modo de produção capitalista completa a ruptura dos laços primitivos que no começo uniam a agricultura e a manufatura. Mas, ao mesmo tempo, cria as condições materiais para uma síntese nova, superior, para a união da agricultura e da indústria, na base das estruturas que desenvolveram em mútua oposição. (MARX, 1988)

Essa nova síntese é expressa por MARX no termo “industrialização da agricultura”,

---

<sup>25</sup> Em nenhum setor de produção o capital se autonomiza completamente em relação aos “limites naturais” visto que o trabalho humano se dá transformando a natureza. Por exemplo, a indústria do petróleo está condicionada à natureza, assim como a ação do trabalho operário dentro das fábricas, com a dureza do aço, etc. Portanto essa questão não pode ser lida como obstáculo extraordinário. Em cada segmento produtivo o capital irá enfrentar dificuldades médias, para as quais todos os capitalistas terão que dar conta de produzir um lucro médio, sem o qual os capitais migrariam para outras atividades.

onde o campo se converte em fábrica, num ramo da própria indústria. Nesse momento a agricultura enquanto setor autônomo desaparecerá. O processo de industrialização significa que o capital pode libertar o processo de produção das amarras representadas pelas condições naturais, passando a fabricá-las sempre que se fizerem necessárias. “A produção agropecuária deixa, assim, de ser uma esperança ao sabor das forças da natureza para se converter numa certeza sob o comando do capital”. A nova síntese é a própria fabricação da natureza, isto é, a reprodução artificial das condições naturais da produção agrícola. E isto nada mais representa do que a própria industrialização da agricultura (SILVA, 1981 p. 43-4).

A industrialização da agricultura representa a subordinação da natureza ao capital, quando então se liberta o processo de produção gradativamente das condições naturais dadas, passando-se a fabricá-las sempre que se fizerem necessárias. É nesse sentido que Rifkin antevê mudanças no processo produtivo agrícola:

A agricultura mundial poderá se encontrar no meio de uma grande transição na história mundial, com um crescente volume de alimentos e fibras sendo cultivados em ambientes fechados através de cultura de tecidos em gigantescas dornas de bactérias a uma fração do preço de produzir as lavouras na terra. A mudança para a agricultura em ambientes fechados pode pressagiar a eventual eliminação da era agrícola que se estende desde a revolução neolítica cerca de 10 mil anos atrás, até a revolução verde da metade do século passado. Enquanto a agricultura em fábricas poderia significar preços mais baixos e um suprimento mais abundante de alimentos, milhões de agricultores poderão ser arrancados de suas terras, lançando faíscas para um dos grandes levantes sociais da história mundial. (RIFKIN, 1998 p. 2)

Rifkin aponta outros indícios do desenvolvimento de um novo patamar da agricultura a partir dos OGMs, como elemento catalisador da industrialização da agricultura (RIFKIN, op. cit.):

- Várias companhias de biotecnologia estão trabalhando no novo campo de pesquisa da cultura de tecidos, com o objetivo de mover mais produção agrícola para ambientes fechados no próximo século.
- A tecnologia de engenharia genética já permite aos pesquisadores produzir, por exemplo, volumes comerciais de baunilha em dornas de laboratório – isolando o gene que codifica o caminho metabólico que produz o sabor de baunilha e crescendo ele em *containers* de bactérias – eliminando a energia, a planta, o solo, o cultivo, a colheita, e o agricultor.
  - Rogoff e Rawlins visualizam uma forma híbrida de produção agrícola, parte nos campos e parte nas fábricas. Os campos seriam cultivados somente com culturas perenes produtoras de biomassa. As culturas seriam colhidas e convertidas em solução de açúcares pelo uso de enzimas. A solução seria então conduzida em tubos até fábricas urbanas e utilizada como fonte de nutrientes para produzir grandes quantidades de polpa através da cultura de tecidos. A polpa seria então reconstituída e fabricada em diferentes formatos e

texturas para mimetizar as tradicionais formas associadas com culturas produzidas na terra. As novas fábricas seriam altamente automatizadas e empregariam poucos trabalhadores.

- Pesquisas com bactérias resistentes a geadas podem dar origem a plantações que não sofram com o frio, ampliando os períodos de cultivo;
- Plantas tolerantes a seca e salinidade permitirão ampliar as áreas de cultivo atualmente disponíveis, para regiões onde há muito sol disponível (regiões semi-áridas e desérticas)

Num futuro não muito distante surgirá a “agricultura de laboratório” altamente mecanizada, sendo que a única parte do processo que necessitaria permanecer a campo seria a captura de energia do sol em plantações de biomassa. O resto dos processos, uma vez capturando a energia, não precisaria ser fora da fábrica (RIFKIN, 1998)

O capital tende a promover a reunificação da agricultura à indústria sob o seu comando na medida em que se desenvolvem as forças produtivas da indústria (máquinas agrícolas, indústria química, indústria de produtos biológicos, etc.) e, portanto, da C&T.

Antes mesmo da Revolução Industrial, a agricultura já vinha se transformando crescentemente num ramo particular da indústria, seja no sentido de consumo de produtos industrializados, seja no fornecimento de matérias-primas para as indústrias. De início houve a separação embrionária, para chegar aos dias atuais, onde cada vez mais as atividades produtivas no campo se tornam caudatárias do processo industrial. Também a agricultura se torna crescentemente uma espécie de laboratório onde novos produtos e processos são testados e experimentados em vista de alterar as condições de produção e produtividade do trabalho gerais da sociedade.

Historicamente o processo de dissolução das comunidades camponesas “autárquicas” se dá com o desenvolvimento dos primórdios da indústria capitalista nas cidades. O barateamento dos tecidos de lã e algodão, com o desenvolvimento das indústrias têxtil, siderúrgica e metalúrgica e a fabricação de ferramentas de trabalho melhores e mais baratas, etc. serviram para inviabilizar a produção própria pelos camponeses, dos seus utensílios e ferramentas. O capital passa a produzir os meios de produção necessários à agricultura, de forma melhor e mais barata do que os camponeses eram capazes de fazer.

Também a disseminação de hábitos urbanos e novas ideias a partir da militarização dos filhos de camponeses e do aumento das taxas de alfabetização, somado ao revolucionamento dos meios de transporte com as ferrovias e navios a vapor passa a representar a possibilidade de intercâmbio de produtos agrícolas a largas distâncias, afetando fortemente a economia camponesa, que se dissolve inexoravelmente (MARX, 1988; KAUTSKY, 1980).

Quanto mais se dissolve essa economia camponesa integrada, mais aumenta a

necessidade de dinheiro pelos camponeses, para aquisição de produtos feitos pelas indústrias capitalistas urbanas. E também diminui a necessidade de “braços” (e bocas para alimentar) para tocar as atividades agrícolas e a indústria doméstica, que deixa de existir, levando à gradual redução do tamanho das famílias camponesas. Com a crescente monetarização da economia também os serviços prestados pelos camponeses aos donos de terras, que antes eram pagos em espécie, passaram a ser exigidos em dinheiro, forçando a especialização para atividades voltadas ao mercado (KAUTSKY, 1980).

Também se desenvolvem, já desde o final do século XIX, uma crescente especialização e divisão do trabalho, com as primeiras empresas melhoristas de sementes e gado. No entanto “o processo de transformação moderna da agricultura atinge uma altura particular quando as conquistas da ciência moderna, a mecânica, a química, a fisiologia vegetal e animal, se transferem das cidades, onde foram elaboradas, para os campos” (KAUTSKY, 1980 p. 59).

Num primeiro momento é a mecanização que mais avança. Posteriormente, o revolucionamento nos meios de transporte (veleiros mais rápidos e posteriormente navios a vapor e ferrovias) torna possível e econômico a exploração e o fornecimento de adubos naturais, (buscados em locais distantes, como o guano em ilhas do Pacífico, ou o salitre do Chile). Posteriormente, com o desenvolvimento da ciência e da indústria química surgem os adubos sintéticos que substituem as reservas naturais da fase anterior.

O desenvolvimento dos agrotóxicos se dá somente no século XX, a partir da síntese de substâncias inicialmente utilizadas com finalidade militar, para as quais se busca dar utilidade na agricultura, no pós-guerra. Grande parte dos compostos químicos é desenvolvida na 1a. e 2a. Guerras Mundiais. Os gases tóxicos utilizados na Primeira Grande Guerra Mundial foram proibidos para uso contra seres humanos, mas as fábricas foram aproveitadas e a capacidade produtiva instalada é redirecionada em vista de seu uso para o controle de insetos e plantas espontâneas. Processo similar ocorre com os adubos nitrogenados, utilizados para fabricar explosivos e que, com o fim da Segunda Guerra Mundial, teve sua enorme capacidade produtiva instalada direcionada para uso na agricultura (como adubos nitrogenados), assentando as bases para a futura Revolução Verde (KLOPPENBURG, 2004).

Isso abre nova frente de desenvolvimento da síntese química de compostos que permitem, por cerca de seis décadas, o lançamento de milhares de formulações tóxicas que buscam assegurar o controle de pragas, doenças e plantas indesejadas nos cultivos agrícolas.

A indústria genética se desenvolve de forma mais estruturada a partir dos anos 1930 e é lançada como a grande esperança de superação da fome e miséria no mundo

subdesenvolvido. Amplos programas de melhoramento genético foram aplicados em todo o mundo, combinando a utilização de sementes melhoradas com a adoção de pacotes químicos e da mecanização.

Do ponto de vista capitalista essa estratégia deu conta de elevar a produção e a produtividade da agricultura a níveis nunca vistos anteriormente. Ocorre que esses desígnios guiam-se unicamente pela obtenção do lucro máximo e não necessariamente respondem aos imperativos de organização de sociedades justas, solidárias e nem tampouco ambientalmente sustentáveis, tarefas as quais o capitalismo não tem condições de dar resposta e tampouco se coloca a questão. Isso explica porque mesmo com o aumento do volume de produção de alimentos, também tenha crescido a fome, a degradação ambiental e a miséria no mundo.

#### **4.4 Inovações biológicas como catalisadoras do progresso técnico e da sujeição do trabalho ao capital na agricultura**

A inovação tecnológica é acionada em resposta à luta contínua entre capitalistas competidores, e entre o capital e as outras classes sociais, como trabalhadores e pequenos produtores rurais que lutam para receber uma participação maior do produto social e, assim, manterem o controle que eles têm sobre a forma e duração do processo de trabalho. Os avanços tecnológicos associados ao crescimento da mecanização emanciparam a produção dos parâmetros estabelecidos pelos limites da força de trabalho humana, abrindo o caminho para a aplicação consciente das ciências naturais. No entanto, um obstáculo histórico à união entre ciência e agricultura foi o ritmo desigual no qual várias áreas do conhecimento científico historicamente se desenvolveram (KLOPPENBURG, 2004).

Na dialética da Natureza, Engels sugere uma hierarquia ordenada em termos de complexidade crescente e, como sequência na qual as leis naturais associadas com uma disciplina particular poderiam ser apropriadas de forma útil: mecânica, física, química e biologia. Assim também se deu a sequência histórica do desenvolvimento das ciências e sua apropriação pelo capital.

O domínio da ciência e tecnologia permite ao capital retornar à agricultura, em vista de sua reconfiguração. A industrialização da agricultura é um dos principais movimentos do capital no sentido de reorganizar a natureza em vista de seus desígnios de reprodução ampliada. Nesse sentido adotam-se inovações técnicas de tipo físico, químico e/ou mecânico para poder recriar a natureza à sua imagem e semelhança.

Como analisado anteriormente, dados os limites impostos pela natureza à

implantação de sistemas de máquinas na agricultura, o capital busca formas alternativas para ir superando essas barreiras. A aplicação da ciência e tecnologia de forma sistemática na agricultura permite encontrar nas inovações biológicas um caminho para o redesenho da natureza e do processo produtivo.

O aspecto principal das inovações biológicas é que elas reorganizam e modificam a natureza de forma a colocá-la sob o serviço do capital, possibilitando a transformação da agricultura num ramo da indústria, potenciando e acelerando efeitos do progresso técnico, especialmente nos ramos da física, mecânica e química.

*As inovações químicas, físicas e mecânicas, quando associadas às inovações biológicas, têm um horizonte muito mais amplo de aplicação na agricultura capitalista, já que as inovações biológicas permitem, como no caso da indústria, superar os limites impostos pelas forças naturais. Sem essa combinação, qualquer inovação isoladamente – seja física, química, mecânica, ou até mesmo biológica – tem margens restritas de aplicação na agricultura, do ponto de vista do processo capitalista de produção. As inovações biológicas constituem, portanto, a base do processo que leva o capital a superar as barreiras naturais que encontra para seu desenvolvimento na agricultura. (SILVA, 1981 p. 34)*

Tanto isso é verdade que durante várias décadas os cientistas agrícolas buscaram desenvolver uma espécie de fitoengenharia, buscando adaptar as espécies vegetais ao uso de máquinas, o que pressupunha direcionar o melhoramento vegetal em vista de contemplar as limitações colocadas pelas máquinas. Nesse sentido buscou-se a homogeneização dos cultivos (época de maturação p. ex.) adaptação da arquitetura das plantas (resistência ao acamamento, porte da planta, altura de inserção dos primeiros frutos/vagens, etc.) espaçamento, etc. Ao ponto de que o grau no qual as plantas podem ser transformadas tem muitas vezes sido um principal fator determinante se, ou não o capital substituirá trabalho vivo no processo de produção agrícola. (KLOPPENBURG, 2004)

A plasticidade passível de ser alcançada nos organismos biológicos, é tanto quanto (senão maior) do que a dos equipamentos mecânicos, que não conseguem ainda lidar com as variações de terreno (ainda que isso também esteja se modificando, visto a incorporação de eletrônica embarcada e sistemas GPS, no mapeamento detalhado dos solos e no direcionamento automatizado das máquinas). No futuro torna-se aparente que novas plantas serão moldadas aos requerimentos das máquinas.

Como as novas tecnologias aumentam o controle sobre as especificações da forma particular na qual estas características são expressas, os geneticistas serão capazes de determinar onde [em que lugar do planeta, p. ex.] uma planta poderá crescer, sob quais condições ambientais, o requisito de insumos necessários, o tempo para os tratamentos culturais e atividades laborais, o modo de colheita, a forma de processamento, e as características do produto produzido por essa planta. (KLOPPENBURG,

Esses elementos remetem para o melhoramento genético uma importante parcela do potencial de apropriação e reorganização do processo de trabalho na agricultura. O esforço do capital, desde a descoberta das leis da genética, tem sido o de derrubar as até então supostas “barreiras intransponíveis” postas pela Natureza. O salto representado pela descoberta das leis da genética, a partir do início do século XX permitiram que uma parte dos obstáculos tivessem sido removidos, mas o surgimento da engenharia genética mostra que o controle da ciência pelo capital permite novos graus de recriação da natureza a partir de seus interesses.

*Agora, uma semente é, em essência, um pacote de informação genética, um envelope contendo uma mensagem de DNA. Nessa mensagem estão codificadas as instruções para o subsequente desenvolvimento da planta madura. O conteúdo do código determina de forma crucial a maneira pela qual a planta em crescimento responde ao ambiente. Tanto quanto a tecnologia permita especificar e detalhar de forma a “reprogramar” o código genético, a semente, como informação corporificada, torna-se o nexo de controle sobre a determinação e forma de todo o processo de produção. [...] A informação na semente é o portal para controlar o processo produtivo como um todo. E como a semente é também a entidade material na qual a biologia molecular está articulada com a reprodução das plantas, e na qual a ciência (pesquisa) está articulada com o mercado (a mercadoria), o controle sobre a semente torna-se uma questão de considerável importância. O entendimento desse fato deve iluminar toda análise da biotecnologia de plantas (KLOPPENBURG, 2004 p. 201-2)*

A semente se constitui então num ponto estratégico de interesse para o desenvolvimento de uma agricultura de tipo capitalista. Até agora a semente apenas em parte havia sido subsumida em sua forma mercadoria. Somente sob a aplicação direta da ciência e da legislação as sementes foram submetidas a essa imposição do capital. Para o capital, a semente contrapunha um obstáculo biológico: dadas as condições apropriadas a semente reproduzir-se-ia a si mesma, em escala geométrica. Este inelutável fato biológico colocava significativas dificuldades para os interesses comerciais que se engajariam no desenvolvimento de novas variedades de plantas buscando o lucro, até o advento da legislação restritiva embutida no acordo TRIPS (KLOPPENBURG, 2004).

Portanto a biotecnologia com a produção de transgênicos se insere no marco do que Marx e Kautsky definiram como o processo de industrialização da agricultura e tem por objetivo central a captura dos benefícios derivados da inovação tecnológica por parte das corporações transnacionais. Diferente da etapa anterior, a semente – eixo do pacote da primeira fase da revolução verde, já convertida em mercadoria – se constitui num verdadeiro produto da indústria (REDES, 2003).

A semente não aparece apenas como portadora de capacidade natural de

germinação mas agora como elemento do ciclo de valorização do capital na agricultura, e ainda mais, no caso dos OGMs, como veículo capaz de promover a apropriação de parte do valor trabalho gerado pelo agricultor, sem que haja a oportunidade deste se desvencilhar do monopólio capitalista sobre a informação genética contida na semente-mercadoria.

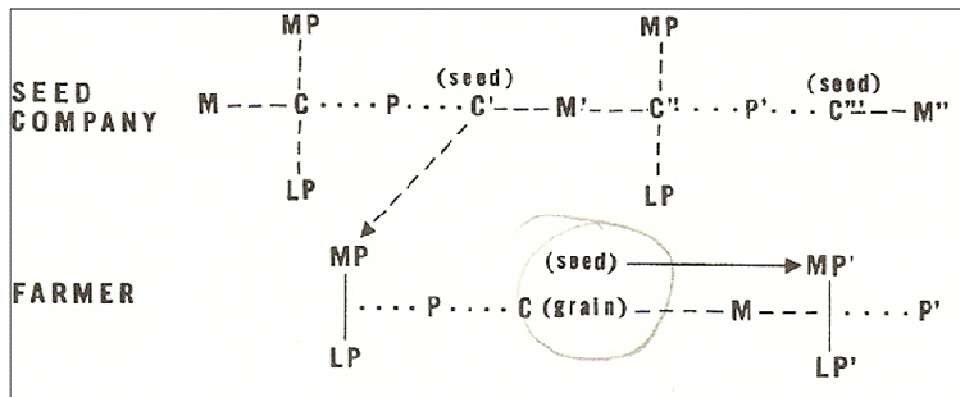


Figura 7 – Esquema do ciclo capitalista de produção e uso de sementes como meio de produção apropriado pelo capital  
 Fonte: KLOPPENBURG, 2004 p. 29

Legenda:

- M - (Money) Dinheiro
- C – (*commodities*) – mercadorias
- MP – Meios de Produção
- LP – (labor Power) – força de trabalho
- C' - sementes (mercadoria)
- M' - dinheiro (ampliado com a incorporação de valor trabalho)
- - relações de troca
- ....P.... – processo produtivo

A figura busca representar a produção capitalista da mercadoria semente. Usando capital dinheiro, o capitalista representado por uma companhia sementeira (*seed company*) coloca em ação força de trabalho – *labor power* - (através do emprego de melhoristas vegetais, técnicos de laboratório, trabalhadores de campo, dos armazéns e distribuidores, etc.) e meios de produção – MP - (terra, equipamentos, laboratórios, material genético, instalações, armazéns, etc.) de forma a desenvolver novas variedades para cultivo, na forma de sementes (C').

Para realizar o valor-trabalho empregado no processo produtivo, a semente precisa



ser vendida. Se a nova variedade é economicamente superior às cultivares existentes (ou se a propaganda puder convencer consumidores potenciais de que ela seja), então os agricultores comprarão essas sementes. Então, a mercadoria semente ( $C'$ ) torna-se agora, meio de produção do agricultor ( $MP$ ), como resultado de uma transação de compra da mesma. A companhia sementeira realiza um lucro (representado por  $[M' - M]$  e depois por  $[M'' - M']$ ) e usa o capital aumentado para iniciar sucessivamente outros ciclos de produção de sementes (KLOPPENBURG, 2004). Esse lucro é derivado do fato de que o  $M$  realizado pela empresa sementeira provém do trabalho excedente dos trabalhadores, não do comprador da semente. Este paga o valor integral da semente ( $c+v+m$  – ou o capital constante + capital variável + mais-valia), nem mais nem menos. E deve pagá-lo porque é o valor que recebe. O trabalhador assalariado da companhia sementeira é que recebe como salário somente uma parte do valor que gerou.

O agricultor usa a semente comprada da nova variedade para cultivar grãos para venda. Mas o grão é também semente. O agricultor pode salvar parte dos grãos produzidos da nova variedade, como semente própria, para plantio no próximo ano. Se o agricultor decidir fazer isso, a relação de intercâmbio prevista pela companhia sementeira entre sua semente ( $C'''$ ) e o agricultor de forma a esta se incorporar aos seus meios de produção ( $MP'$ ) não será consumada.

O sucesso do negócio depende de vendas recorrentes de sementes. Mas um agricultor necessita acessar o mercado somente uma vez para obter sementes de uma nova cultivar e poder então suprir sua própria necessidade de sementes (e de seus vizinhos) indefinidamente [caso não haja barreiras naturais ou legais a esse circuito]. Além disso, firmas competidoras no campo de sementes poderiam simplesmente multiplicar e vender sementes de uma variedade popular originada de outra empresa. A reprodutibilidade da semente fornece condições nas quais a reprodução do capital é altamente problemática (KLOPPENBURG, 2004).

É nessa condição que o advento dos OGMs permite ao capital cortar uma das rotas de fuga dos agricultores em relação a seu esquema de apropriação privada da natureza e de exploração do trabalho em vista do lucro. A semente, como material genético embutido no grão, mesmo em estado latente, produzida como fruto do suor dos trabalhadores, já não pertence a estes, mas sim à companhia sementeira. O mesmo se dá com o grão-semente reproduzido pelo trabalhador rural. O replantio desse grão, selecionado como semente pelo agricultor, passa a ser ilegal, passa a se constituir em roubo da propriedade privada da companhia de biotecnologia. O primeiro roubo, a primeira apropriação privada da natureza, realizada pelas firmas de biotecnologia, é legitimada por acordos internacionais como o TRIPS. Um segundo “roubo”, o da força de trabalho assalariada pela companhia sementeira

é legitimado pelas relações de assalariamento, pactadas supostamente entre “iguais”. O terceiro “roubo”, do agricultor, mesmo que respondendo e cumprindo com tradições que remontam milênios, não será mais tolerado pelo capital.

Contudo, esse movimento feito pelo capital no sentido de apropriação da semente como uma parte dos meios de produção do agricultor, não é o primeiro nem será o último. A esse processo de perda de autonomia dos agricultores, ou de diferenciação de funções, no dizer de Kloppenburg, reside parte fundamental do processo de destruição capitalista das unidades produtivas camponesas. Entender o processo de diferenciação é crucial para o entendimento da economia política da agricultura.

A diferenciação de funções para fora da fazenda (off-farm) propicia ao capital um caminho para desviar os obstáculos para sua penetração na agricultura. O trabalho do agricultor, de que a mais-valia pode ser extraída somente indiretamente através de relações de mercado desiguais na esfera da circulação de mercadorias, é substituída pela exploração direta dos operários das fábricas produtoras de insumos e meios de produção. O fato de certas atividades produtivas terem sido movidas off-farm enquanto outras não foram, é uma evidência persuasiva da realidade das barreiras particulares ao desenvolvimento do capital no campo (KLOPPENBURG, 2004).

as atividades produtivas que são tomadas pelo capital não são atividades quaisquer; elas são aquelas que asseguram a reprodução dos meios de produção do camponês. Com isso a autonomia desses pequenos produtores é continuamente erodida. Esses meios de produção se confrontam com o pequeno produtor como mercadorias – elas podem ser compradas mas não podem ser autonomamente reproduzidas. Ao ligar firmemente o agricultor ao capital off-farm, este processo de desmontar as funções para longe da fazenda não apenas permite a extração de mais-valia nas instalações industriais, mas também estabelece as pré-condições para um tipo de exploração indireta do agricultor. (KLOPPENBURG, 2004 p. 34)

Esse momento foi considerado por Marx como sendo uma fase do processo de acumulação primitiva e Kloppenburg avalia que assim também deveria ser considerado com a situação continuada por que passa o produtor simples de mercadorias na agricultura, sob o capitalismo que, gradativamente retira parte da autonomia dos mesmos em relação à reprodução dos seus meios básicos de produção.

Portanto, o desenvolvimento pleno de relações capitalistas de produção na agricultura requer tanto o desenvolvimento científico quanto o mecanismo de destruição camponesa formada pelos avanços tecnológicos (o *technological mill*). (KLOPPENBURG, 2004 p. 36-7):

1. Há uma ampla variedade de obstáculos à penetração do capitalismo na

agricultura

2. O processo de decomposição dos pequenos produtores de mercadorias nas duas classes fundamentais opostas da sociedade capitalista tem portanto, sua velocidade reduzida, mas não excluída.
3. Além da lenta extensão das relações de assalariamento na agricultura, o capital historicamente penetra a agricultura através de dois caminhos interligados:
  - a. A extração de valor do produtor em nível de fazenda na esfera da circulação através de contratos de integração, termos de comércio, etc., e
  - b. A diferenciação de atividades (especialmente a reprodução dos meios de produção essenciais) fora da fazenda e a exploração direta do trabalho assalariado na produção de *commodities* agrícolas (como exemplo insumos, alimentos processados, etc.)
4. A diferenciação de atividades *off-farm* facilita a extração de mais-valia dos agricultores também na esfera da circulação das mercadorias (ganhos derivados de relações desiguais na esfera comercial, etc.).
5. O desenvolvimento das forças produtivas, da ciência agrícola especialmente, propiciou a base técnica para a diferenciação das atividades off-farm
6. A pesquisa agrícola pode, portanto, ser considerada um momento importante do processo contemporâneo e contínuo de acumulação primitiva na agricultura.

Portanto, numa perspectiva histórica, o controle da reprodução das sementes, enquanto meio de produção essencial para a agricultura constitui-se em mais um passo no sentido da sujeição formal do trabalho camponês ao capital.

Em resumo, como se pode depreender do processo histórico, a penetração do capital na agricultura, num primeiro momento se dá via mecanização, que é desenvolvida e introduzida no campo, liberando uma enorme massa de trabalhadores, agora desnecessários, graças à força produtiva mecânica. Num momento posterior, há o revolucionamento dos meios de transporte, com o barateamento do transporte de mercadorias a longas distâncias elevando a concorrência em escala continental e logo, mundial. Esse mesmo processo permite transportar adubos orgânicos (guano) e minerais (salitre do Chile) mesmo de longas distâncias para adubar as terras produtivas da Europa.

Mais tarde, o desenvolvimento da química agrícola leva à síntese artificial de adubos químicos, à descoberta das leis da fertilidade dos solos, à aplicação enfim da ciência e

tecnologia propiciando a melhora na produtividade do trabalho na agricultura. O próximo passo dar-se-á como decorrência lógica do aproveitamento da capacidade produtiva das fábricas de gases tóxicos e produtos químicos, dentre eles os nitrogenados, utilizados na 1ª e 2ª Guerras Mundiais, agora convertidas em fábricas de adubos e pesticidas (com a descoberta “acidental” da utilidade das armas químicas como inseticidas, herbicidas e fungicidas).

O emprego desse arsenal químico mais o desenvolvimento da genética e novas gerações de máquinas agrícolas aperfeiçoadas, permitiram o desencadear da “revolução verde”, com seus espetaculares aumentos de produtividade e aterrorizantes deslocamentos de milhões de camponeses rumo às cidades, nos anos 1950 a 1970. É nessa fase de revolucionamento do modo de produzir na agricultura, promovido pelo capital, que se dá o desenvolvimento massivo do melhoramento genético, de segunda geração, através de programas que combinavam uso intensivo de produtos químicos e métodos de seleção genética voltada à obtenção de ganhos intensos de produtividade.

É somente na década de 1990 que a promessa da engenharia genética toma forma. O desenvolvimento da transgenia rompe com as barreiras entre espécies, até então consideradas intransponíveis, abrindo assim possibilidades inimagináveis. No entanto, a rápida expansão das cultivares transgênicas trouxe junto com ela a possibilidade de sujeição do trabalho e da natureza aos desígnios do capital numa escala nova, ampliada.

A apropriação legal dos genes, a sua utilização como meio de produção apropriado privadamente coloca um novo desafio na luta entre capital e trabalho na agricultura. Agora é possível ao capital avançar ainda mais na apropriação do valor trabalho gerado no campo. Inicialmente via a produção *off-farm* das sementes, transformadas de mercadoria-semente vendida ao agricultor, em mercadoria-genoma, alugada ao mesmo, agora destituído de sua faculdade de detentor desde tempos ancestrais, da guarda do patrimônio genético mundial.

Essa perda de autonomia dos agricultores, aparece de diversas formas:

- Da contratualização (seja ela explicitamente realizada como nos EUA, ou apenas instituída pela lei, amplo senso, como no caso do Brasil) para poder acessar os OGMs;
- Pela impossibilidade de reprodução livre de sementes; Pela diferenciação de atividades *off farm*; pela produção externa dos meios de produção do agricultor, agora via controle capitalista sobre as sementes;
- Pela vinculação semente-insumo químico – o uso de insumos fica cada vez mais obrigatório (herbicida está amarrado geneticamente com a semente)

A apropriação da natureza evolui para estágios mais avançados em relação às

etapas anteriores de penetração do capital na agricultura. O Genoma é privatizado, cabe lembrar da hipótese de Kloppenburg: seria parte de um processo de acumulação primitiva continuada? A semente não é mais encarada como uma mercadoria em si, visto que o genoma passa a ser propriedade do capital, de forma que ele, mesmo comercializado com a semente, permanece propriedade privada, apropriada pelo capital.

Os OGMs representam, portanto, um passo em direção à sujeição formal do trabalho ao capital, desde que se considere que essa apropriação na agricultura necessariamente vai dar-se-á em percursos históricos parciais, desiguais e inconclusos, seja devido às barreiras naturais seja devido à propriedade privada da terra. A questão dos contratos já estabelece cláusulas de sujeição formal, levando no limite a investigações criminais e perseguição judicial de agricultores. É dessa sujeição formal a que se refere. Ainda que esses primeiros passos sejam pequenos já colocam em perspectiva o desenvolvimento futuro dos transgênicos na agricultura brasileira e mundial. No sentido de maior apropriação do trabalho pelo capital. A apropriação dos royalties confirma que, mesmo não empregando diretamente a força de trabalho agrícola, o k se apropria de mais-valia gerada no trabalho da agricultura.

A introdução da soja RR provoca redução do tempo gerencial, mas também provoca perda de parte da autonomia que ainda restava ao agricultor, em poder reproduzir suas próprias sementes, em poder definir o que plantar, quais variedades de sementes guardar para o futuro, bem como o pacote tecnológico a ser utilizado. Até o itinerário técnico passa a ser cada vez mais amarrado à semente, diminuindo a margem de manobra

Aqui, como já ocorreu nos EUA, há uma apropriação da base genética pública (no nosso caso, da Embrapa) pelas corporações, que agregam seus genes engenheirados e “ganham” acesso à base genética das cultivares já testadas e adaptadas ao ambiente produtivo brasileiro. Os OGMs fomentam a divisão social do trabalho da ciência apropriada pelo capital, condenando a um papel subordinado a Embrapa e outros organismos públicos de pesquisa.

Algumas alterações reais ocorridas no processo de trabalho (melhor discutidas no capítulo 6) permitem afirmar que não se caracteriza estritamente apenas de sujeição formal do trabalho. Ainda que parcialmente, já se promovam alterações no jeito de organizar o trabalho. Na verdade por enquanto apenas se eleva o tempo de não-trabalho na cultura da soja. Não há uma apropriação total desse tempo de trabalho reconfigurado, pelo capital, em vista de sua valorização.

Por outro lado, se coloca em perspectiva a possibilidade de emergência de outro modelo produtivo na agricultura, na forma de bio-fábricas, a partir da captação da energia solar como biomassa. Nessa direção, a semente no futuro tende a ter outra forma, e outras

funções, incorporando os químicos (ou eles já estarão armados geneticamente, para se expressarem nas plantas). As inovações futuras tenderão à redução no tempo de rotação do capital via redução das porosidades (redução do tempo de produção) e realização de parte dos processos intra-fábricas através do processamento efetuado por microorganismos geneticamente modificados. Além da ampliação dos períodos e locais de cultivo (experiências com bactérias resistentes à geada, seca, salinidade, etc. e transferência dos genes para plantas).

## **CAPÍTULO 5 - CONCENTRAÇÃO E CENTRALIZAÇÃO DE CAPITAIS NA INDÚSTRIA DE BIOTECNOLOGIA**

### ***Introdução***

Uma das leis tendenciais do desenvolvimento capitalista, segundo Marx, é de que o estabelecimento da competição intercapitalista nos mercados conduz à concentração e centralização de capitais, uma vez dados a concorrência e o sistema de crédito, intrínsecos ao sistema. O estudo identificou que essa tendência também tem se verificado na indústria de biotecnologia e, portanto segue os pressupostos de desenvolvimento sob o sistema do Capital.

No entanto, cada indústria e cada momento histórico apresentam características peculiares que são condicionadas por fatores objetivos que explicam a dinâmica que se estabelece nessa situação concreta. Procurou-se neste capítulo desvendar a dinâmica concorrencial que caracterizou o período inicial do desenvolvimento do campo da biotecnologia e de como esse dinamismo é rapidamente consolidado em um punhado de corporações gigantescas, conglomerados que aglutinam segmentos ligados à indústria química, farmacêutica e de sementes, com alguns poucos casos já iniciando sua associação com a indústria de alimentos.

O capítulo foi estruturado de forma a buscar explicar como se deu o processo de constituição de oligopólios na indústria de biotecnologia em um tempo tão impressionantemente curto e quais elementos (ademais dos fatores tendenciais do desenvolvimento capitalista, conforme a teoria de Marx) contribuíram para que esse processo se desse em tais condições e a tal velocidade.

Também se observa que a tendência de que, uma vez constituídos os conglomerados capitalistas oligopolizados na indústria de sementes tende a resultar em consequências socioeconômicas graves para a massa de produtores agrícolas (especialmente o segmento de produtores simples de mercadorias) bem como para o futuro da cadeia alimentar e, portanto, das escolhas postas à disposição dos consumidores, das quais já se identifica o surgimento de alguns elementos embrionários.

### **5.1 O processo de concentração e centralização de capitais**

O sistema capitalista se constitui pela oposição de uma classe detentora dos meios de produção às demais classes sociais, exploradas em seu trabalho, geralmente na forma

de assalariamento.

No capitalismo expressam-se diversas forças econômicas e sociais em constante luta entre si, resultando em processos de acumulação, concentração e centralização de capitais. A **acumulação** capitalista consiste na contínua retransformação da mais-valia<sup>26</sup> em capital, que se apresenta como grandeza crescente que entra no processo de produção. Ela faz parte de um ciclo de ampliação contínua do capital empregado no processo produtivo, de geração de mais-valia social, fundamento para uma escala ampliada de produção. (MARX, 1988)

Todo capital individual se constitui como concentração maior ou menor de meios de produção que emprega um conjunto de trabalhadores e onde toda acumulação torna-se meio de nova acumulação. O crescimento do capital social geral na sociedade, se realiza via o crescimento de muitos capitais individuais, controlados por milhões de capitalistas individuais. Considerando-se as demais circunstâncias constantes, os capitais individuais crescem e, com eles, a concentração dos meios de produção, na proporção em que os mesmos constituem partes alíquotas do capital global da sociedade (MARX, 1988). Ou seja, na medida em que há acumulação individual de capitais, há também concomitantemente uma **concentração** da riqueza social nas mãos da classe capitalista. A concentração é limitada pelo crescimento da riqueza social, ou seja, se não houver crescimento da riqueza social geral, não poderá aumentar a concentração de capitais, mantidos constantes os demais elementos. E os capitalistas que detêm parcelas de capital se defrontam uns com os outros como competidores, como concorrentes numa luta contínua pela sobrevivência e crescimento (MARX, 1988). Se na aparência essa é uma luta pela conquista de fatias maiores do mercado, na essência se define pelo aumento da força produtiva do trabalho e a conseqüente redução no preço de produção das mercadorias.

A luta da concorrência é conduzida por meio do barateamento das mercadorias. A barateza das mercadorias depende, caeteris paribus, da produtividade do trabalho, esta porém da escala de produção. Os capitais maiores derrotam, portanto, os menores. [...] Com o desenvolvimento do modo de produção capitalista cresce o tamanho mínimo do capital individual que é requerido para conduzir um negócio sob suas condições normais (MARX, 1988 p. 187).

A competição, no entanto, é contrabalançada pela atração entre capitais. Esta aparece como concentração de capitais já constituídos, pela supressão de sua autonomia individual, via a expropriação de capitalista por capitalista, e/ou transformação de muitos capitais menores em poucos capitais maiores. Esse processo se distingue do primeiro porque pressupõe apenas alteração na divisão dos capitais já existentes e em

---

<sup>26</sup> Mais-valia é a fração do trabalho não-pago dos trabalhadores assalariados e apropriado pelos capitalistas.



funcionamento. Não está limitado pelo crescimento absoluto da riqueza social ou pelos limites absolutos da acumulação. O capital se expande até atingir grandes massas concentradas em poucas mãos, porque ao mesmo tempo ele é perdido por muitas mãos. É a **centralização** propriamente dita, distinguindo-se da acumulação e da concentração (MARX, 1988).

A centralização complementa a obra da acumulação, ao colocar os capitalistas industriais em condições de expandir a escala de suas operações. Seja esse último resultado agora consequente da acumulação ou da centralização; ocorra a centralização pelo caminho violento da anexação – onde certos capitais se tornam centros de gravitação tão superiores para outros que lhes rompem a coesão individual e, então, atraem para si os fragmentos isolados – ou ocorra a fusão de uma porção de capitais já constituídos ou em vias de constituição mediante o procedimento mais tranquilo da formação de sociedades por ações – o efeito econômico permanece o mesmo. (MARX, 1988 p. 188)

Comparado ao processo de acumulação de capitais, a centralização pode se dar de forma extremamente rápida, e isso pode ser visto no dia-a-dia, nos processos de aquisições, de fusões, de constituição de empresas conjuntas (*joint ventures*), etc. Também, do ponto de vista do desenvolvimento da produção social, a centralização de capitais foi que propiciou o surgimento das grandes massas de capitais necessárias a grandes obras, como as ferrovias e outros grandes investimentos privados.

A centralização reforça e acelera os efeitos da acumulação, amplia e acelera simultaneamente as revoluções na composição técnica do capital, que aumentam sua parte constante (capital fixo e circulante) à custa de sua parte variável (força de trabalho) e, com isso, diminui a demanda relativa de trabalho. Por isso todo processo de fusão de capitais provoca na sequência, a demissão de trabalhadores, ainda que com aumento na produção física global. “As massas de capital soldadas entre si da noite para o dia pela centralização se reproduzem e multiplicam como as outras, só que mais rapidamente e, com isso, tornam-se novas e poderosas alavancas da acumulação social” (MARX, 1988 p. 189).

Desde o advento do Capitalismo Monopolista há uma mudança no papel do Estado, que passa a atuar como força econômica ativa, diretamente envolvida na acumulação de capital. A ação do Estado se deu em estreita aliança com uma fração do capital: as grandes empresas e grandes grupos financeiros. Uma das tendências identificadas nesse período foi a ação instrumental dos monopólios, que subordinam o Estado aos seus objetivos na luta por maiores lucros. O Estado intervém na economia em favor dos monopólios, em parte por causa da contradição entre as relações de produção e as forças produtivas cada vez mais socializadas, em parte devido à importância dos monopólios para o conjunto da economia, e em parte por força da necessidade que os monopólios têm da administração do ciclo

econômico pelo Estado.

Mais recentemente a etapa neoliberal se caracterizou pela tentativa do grande capital internacional em se apropriar de esferas antes reservadas ao Estado, com desdobramentos nas políticas sociais, na desregulamentação de mercados e desmobilização de políticas públicas, etc. O recuo do Estado se deu *pari passu* com o avanço das corporações privadas guiadas pela busca de lucros extraordinários constituindo monopólios privados nas esferas antes exercidas por empresas públicas, em processos dirigidos e controlados pelas grandes corporações financeiras (energia, telecomunicações, sistema financeiro).

A constituição de monopólios ou oligopólios permite a imposição aos setores controlados, de condições onde lucros excepcionais podem ser obtidos em vista da posição dominante dessas empresas no mercado. Tais lucros excepcionais obtêm-se às custas da redistribuição da massa de mais-valia gerada pela sociedade, fluindo dos setores mais débeis para os segmentos controlados por grandes massas de capitais monopolistas.

O recuo do Estado de suas funções, em detrimento do avanço do controle capitalista afeta também o setor de ciência e tecnologia, que exerce, como já visto, um papel fundamental sobre os rumos da produção agrícola. O controle monopolista se exerce aqui de diversas maneiras, seja via o controle econômico na formação dos grandes conglomerados, seja por derivar de controles legais estabelecendo restrições de uso de determinadas tecnologias como é o caso do sistema de patentes que protege e viabiliza os OGMs.

O monopólio estatal concedido aos detentores de patentes possibilita aos mesmos se apropriarem de valor-trabalho adicional, um lucro excepcional, superior ao lucro médio. Isso ocorre desde que a tecnologia ou processo patenteado represente de fato uma vantagem produtiva real em termos de redução do tempo de trabalho e do preço de produção de uma dada mercadoria. No caso das corporações que controlam os segmentos de insumos para a agricultura, a disputa intercapitalista se dá no sentido de redistribuição do valor excedente gerado no trabalho agrícola e da renda da terra, entre o segmento capitalista industrial e o capital agrário, conforme será visto mais adiante neste capítulo.

## **5.2 A tendência à oligopolização na indústria de biotecnologia**

Em meados dos anos 1990 uma série de mudanças começa a alterar a configuração da indústria de sementes no mundo. As primeiras patentes sobre organismos geneticamente modificados foram sendo concedidas e os produtos transgênicos chegaram ao mercado; o entendimento quanto à legalidade da engenharia genética e o estabelecimento da

propriedade intelectual sobre seus produtos foram sendo pacificados; as grandes empresas agroquímicas começaram a adquirir as firmas de biotecnologia que sobreviveram ao período concorrencial inicial (e que desenvolveram forte plataforma tecnológica para permanecer no negócio) no campo da genômica.

Em alguns casos a formação de conglomerados da biotecnologia teve início através de táticas de licenciamento cruzado, onde uma empresa permitia o uso de suas tecnologias em troca do acesso a outras, etc. Em muitas situações esse arranjo evoluiu para a fusão ou aquisição pelas empresas mais potentes economicamente. O objetivo principal nessa fase foi consolidar a plataforma tecnológica e os direitos de patente a ela associados. Já a partir de 1998 não existiam mais empresas inovadoras (*start-ups*) importantes independentes no campo da biotecnologia agrícola (BOYD, 2003; UNCTAD, 2006).

Três tendências foram identificadas nesse setor (UNCTAD, 2006):

- a. Integração sem precedentes entre três segmentos chaves da agroindústria (agroquímicos, sementes e biotecnologia) em um punhado de companhias (especialmente Monsanto, DuPont, Syngenta e Bayer) cada uma delas controlando sob marcas comerciais próprias, linhas proprietárias de químicos, de sementes e de características engenheiradas (transgenes);
- b. Várias estratégias sinérgicas e práticas em conluio entre os competidores mais importantes especialmente através do estabelecimento de elaboradas estruturas de licenciamento cruzado.
- c. Coordenação vertical para cima na cadeia de alimentos, com o início do estabelecimento de clusters na cadeia alimentar, que combinam insumos agrícolas (agroquímicos, sementes e características engenheiradas) e os manipuladores de grãos e de estruturas de processamento e comercialização.

Isso porque a simples obtenção de genes engenheirados e os respectivos direitos de propriedade pelas grandes corporações era insuficiente para assegurar a comercialização e a lucratividade com a biotecnologia. As corporações necessitavam de acesso a recursos genéticos (bancos de germoplasma) chaves, além de instalações produtivas e sistemas comerciais eficazes para levar suas sementes até os agricultores. A aquisição de companhias sementeiras resolveria os dois problemas, dando acesso a um estoque de germoplasma de alta qualidade e canais de distribuição de sementes para as principais regiões produtoras de grãos do mundo.

A aquisição muitas vezes visava também o acesso rápido a novas tecnologias, visto que as principais inovações foram feitas por pequenas empresas de capital de risco ou grupos de pesquisa em universidades. O conhecimento e capital obtidos dessas firmas

tornou mais fácil, barato e rápido o domínio de tecnologias chaves, do que se as grandes companhias tivessem que desenvolver seu próprio portfólio, visto que os investimentos em biotecnologia trazem riscos, são caros e exigem longo prazo de maturação. A integração vertical via a aquisição das companhias de sementes propiciou um veículo institucional crítico que permitiu a captura desse valor gerado no complexo agroalimentar (KING, 2001; BOYD, 2003; KLOPPENBURG, 2004).

Entre 1996 e 1999 a Monsanto gastou US\$ 8 bilhões na aquisição de companhias sementeiras (entre elas: Asgrow, Dekalb, Holden Seeds, e o negócio de sementes da Cargill). Ao final da década de 1990 apenas um punhado de empresas sementeiras permaneceu na indústria, deixando inclusive algumas companhias de biotecnologia (como Aventis e Astra-Zeneca) sem um sistema de venda de sementes própria (BOYD, 2003).

Os dados demonstram que a teoria de Marx de centralização de capitais estava correta em relação ao desenvolvimento desse setor, resultando na formação de um punhado de oligopólios que controlam a maior parte da semente produzida no mundo. Essa tendência não se expressou anteriormente nesse segmento porque não estavam dadas as condições objetivas para sua aparição. Os avanços científicos e tecnológicos da engenharia genética permitiram a emergência de empresas globais controlando a indústria, uma vez que a tecnologia agora permitia a introdução e controle das características engenheiradas de forma acoplada às sementes, em especial, integrando genes proprietários às variedades de elite existentes.

esta concentração derivou de poderosas tendências monopolísticas embebidas na estrutura do empreendimento biotecnológico agrícola – especificamente, as relações sinérgicas entre a crescente precisão e calculabilidade na ciência genética e nas técnicas de manipulação genética, um forte regime de propriedade intelectual sobre formas de vida, e os fatos sociais e biológicos da agricultura. (BOYD, 2003 p. 53)

Como consequência, na medida em que as empresas adquiriram amplo escopo de patentes em áreas específicas, os competidores tiveram pouca escolha a não ser responder com estratégias similares. Essa corrida para controlar um portfólio importante de patentes surgiu menos da necessidade de encorajar a inovação do que da necessidade defensiva de proteger a posição proprietária de barganha das companhias. Com isso, muitas vezes as firmas se viram em face de autorizações de uso conflitivas, visto as patentes terem sido concedidas com espectros muito amplos. Ao final dessa fase, somente as empresas com um portfólio de patentes substancial e capacidade organizativa permaneceram na disputa, o que levou ao surgimento de oligopólios através de licenciamento cruzado de patentes (caso emblemático foi a aliança estabelecida em 2002 entre Monsanto e DuPont, em que as disputas judiciais entre as duas competidoras foram transformadas em acordo de

licenciamento cruzado). (BOYD, 2003)

A competição compeliu os contendores a fugir sempre para frente, até que restassem apenas poucos capitais disputando a apropriação do valor gerado no processo de trabalho agrícola. Os dados empíricos mostram que a lei tendencial de desenvolvimento capitalista rumo à concentração e centralização de capitais se manifestou também na indústria de biotecnologia e sementes, como será detalhado a seguir.

### **5.2.1 Aspectos históricos e empíricos da formação e consolidação da indústria de biotecnologia**

A semente é portadora de um patrimônio genético adquirido ao longo da história humana, por processos naturais de cruzamento, e pela ação da seleção humana. Ela sempre ocupou lugar essencial na definição dos sistemas de produção agrícola como vetor de progresso técnico, condicionando o modelo de produção e consumo para as sociedades humanas. Foi apenas no início do Século XX que as sementes, como meio de produção fundamental para a agricultura, convertem-se em mais uma mercadoria no quadro da divisão do trabalho estabelecida pelo capital, entre agricultores e indústria (WILKINSON, 2000).

O surgimento e consolidação da moderna indústria de sementes se dá a partir da descoberta e desenvolvimento da heterose ou vigor híbrido, por pesquisadores estadunidenses. Essa descoberta revoluciona o método de pesquisa em variedades de milho e eleva de forma impressionante os índices de produtividade da cultura (WILKINSON, 2000; UZUNIAN e BIRNER, 2002; KLOPPENBURG, 2004).

No começo do século passado cientistas verificaram que híbridos de plantas resultantes de cruzamento de variedades puras eram muito mais vigorosos e produtivos. Este efeito, conhecido como heterose ou vigor de híbrido, é utilizado nos cruzamentos de variedades puras de milho, levando à formação de híbridos produtores de espigas maiores e de melhor qualidade. O vigor dos híbridos é resultante do acúmulo de genes em heterozigose, o que confere vantagens como maior resistência a pragas e maior produção de grãos. (UZUNIAN e BIRNER, 2002 p. 225)

Esta alta produtividade se origina do fato que a expressão máxima de vigor híbrido, se manifesta na presença da diversidade máxima entre os genes. Desenvolveu-se um método para obtenção de cultivares mais produtivas, onde inicialmente se obtém linhagens altamente homogêneas (homozigóticas) que depois são cruzadas com outras linhagens

igualmente homogêneas, porém com características distintivas. A progênie resultante (F1), com alta taxa de heterose, tende a ser muito superior.

No entanto, isso de nada serviria para a indústria caso a heterose não fosse também extremamente instável em algumas espécies, manifestando-se em grau máximo apenas na primeira geração de cruzamentos parentais (F1), e perdendo rapidamente a produtividade, o que resulta em colheitas sucessivas (F2, F3...) cada vez menores. Com isso ficava inviável economicamente que os agricultores selecionassem sementes de suas lavouras, visto que a perda significativa de produtividade era superior ao custo de aquisição de novas sementes a cada safra.

Ou seja, a constituição da indústria sementeira não se deu naturalmente, muito menos ao acaso. Ela foi fruto de uma opção deliberada, que se apoiou na escolha de híbridos sintéticos, em detrimento de outra rota tecnológica, que preservaria maior autonomia aos agricultores. Foi portanto, uma escolha dirigida pelo capital e operada com as mãos do Estado.

No início dos anos 1920 havia duas vertentes científicas disputando o rumo da pesquisa em torno do melhoramento do milho, o principal produto agrícola beneficiado pela heterose. A primeira propunha a utilização de híbridos formados a partir de quatro linhagens de milho, cruzadas duas a duas. Como resultado obtinha-se híbridos de alto rendimento, contudo implicava a dependência dos agricultores da compra anual de sementes, devido à rápida perda de rendimentos físicos nas lavouras (ou seja, produzia-se um híbrido “economicamente” estéril) (KLOPPENBURG, 2004).

A outra vertente se propunha a desenvolver o “milho variedade”, conformada por uma combinação de diversas linhagens de milho, cruzadas massalmente, onde o vigor de híbrido se mantinha ao longo do tempo. Em 1919, Hayes e Garber desenvolveram o método da “seleção recorrente” para produção sintética de variedades melhoradas através da combinação da autofertilização com a polinização cruzada de linhagens. O processo envolvia inicialmente a autopolinização por uma a duas vezes, selecionando as linhas com as características desejadas, intercruzando estas linhas superiores massivamente, e repetindo continuamente o processo (KLOPPENBURG, 2004).

A diferença entre este método e o estimulado oficialmente pelo Governo dos EUA é que ele permite obter como resultado uma população de plantas superiores que podem ser indefinidamente propagadas através de autopolinização, através de cruzamento ao acaso entre suas plantas. Ou seja, o agricultor poderia replantar a semente de milho sem que ocorressem perdas significativas de produtividade. Embora os dois métodos utilizem autopolinização e heterose, eles apresentam resultados completamente diferentes nos aspectos socioeconômicos (KLOPPENBURG, 2004).

Utilizando-se da heterose e após anos de seleção para responder a condições ideais de solo, clima, fertilidade, etc., somado à restrição da oferta de sementes variedades pelo setor público estadunidense, a indústria capitalista de sementes pôde se erguer, levando os agricultores interessados na obtenção de altos rendimentos a serem condicionados a comprar sementes a cada ano.

De fato, o desenvolvimento da produção de híbridos e a constituição da indústria de sementes foi produto da adoção de políticas restritivas ao trabalho do setor público de pesquisa nas estações experimentais estadunidenses. Henry Wallace que foi Secretário (ministro) de Agricultura e Vice-Presidente dos EUA no período em que se desenvolve a indústria sementeira, era proprietário de uma das principais empresas responsáveis pelo desenvolvimento de linhagens híbridas de milho e influenciou decisivamente para que as estações públicas de pesquisa deixassem de lançar variedades para uso pelos agricultores, permitindo o crescimento e viabilização das empresas privadas produtoras de sementes híbridas (KLOPPENBURG, 2004).

O direcionamento do trabalho da pesquisa agrícola pública a partir da pressão política exercida pelo segmento da indústria sementeira (até então ainda incipiente nos EUA) se deu de modo a que as estações de pesquisa abandonassem a pesquisa e lançamento de sementes variedades destinadas ao mercado.

A aplicação da hibridação consolidou empresas especializadas, como Pioneer nos Estados Unidos, Limagrain na França e Agrocerec no Brasil. Ao mesmo tempo, as limitações/impossibilidade da aplicabilidade da heterose a determinadas espécies asseguraram a manutenção de uma posição para o setor público no mercado de sementes, onde não havia interesse do capital. Assim, a opção entre rotas naturais alternativas na reprodução de espécies híbridas, contribuiu para condicionar a divisão do trabalho no interior da indústria de sementes, ao menos até o advento dos OGMs.

Portanto, frente às barreiras naturais e aos limites tecnológicos para sua expansão na produção de sementes, o capital estabelece uma divisão de trabalho onde as estações de pesquisa estatais ocupam a parte pobre do mercado, ao passo que as indústrias privadas controlam a parte nobre.

Essa indústria veio a se estruturar em torno de dois eixos principais (WILKINSON, 2000):

- a produção de híbridos, em que plantas alógamas favorecem o processo de polinização cruzada, permitindo uma proteção "natural" ("patente natural", conforme Berlan, 1983) da semente melhorada, uma vez que se mantém bloqueado o acesso às linhas mães;

- a produção de variedades de cruzamento fechado ou autógamas na qual a proteção da propriedade das novas sementes só pode ser assegurada, e ainda assim apenas parcialmente, por meio de mecanismos legais, que variam de um país para outro.

A indústria privada abocanhou apenas a parcela do mercado que possibilitaria ganhos extraordinários. Ao setor estatal coube<sup>27</sup> a pesquisa básica e o desenvolvimento de esquemas produtivos das sementes melhoradas menos rentáveis, justamente as que podiam ser livremente reproduzidas pelos agricultores. A forma como se dá essa divisão do trabalho seria alterada a partir do desenvolvimento da engenharia genética e da possibilidade de ganhos monopolísticos ditados pela expansão do sistema de patentes e com a possibilidade de rastreamento das características genéticas proprietárias embutidas nas sementes (WILKINSON, 2000; KOPPLENBURG, 2004).

Uma vez tendo alcançado êxito tecnológico na obtenção de cultivares transgênicas comercialmente viáveis, os grandes grupos empresariais detentores das tecnologias de transgenia buscaram assegurar através de mecanismos legais a cobrança de taxas pela utilização da tecnologia. O sistema de patentes possibilitou adicionalmente, a criação de barreiras artificiais para novos entrantes nesse campo tecnológico (SHIVA, 2001). Para tanto foi fundamental a alteração na legislação internacional referente à propriedade intelectual, como já visto.

Em resumo, a indústria sementeira mundial passou por diferentes fases, sendo a primeira dominada por empresas especializadas, limitadas aos mercados de seus países de origem. Essa fase segue até 1930, quando começa a se configurar a moderna indústria de sementes nos países ricos, num processo de crescente domínio de mercados, chegando a atingir o controle de 90% das sementes de milho plantadas nos EUA. A segunda fase vai até a segunda metade da década de 1970, onde se inicia a descoberta das bases da engenharia genética e com isso a compra das empresas sementeiras por companhias oriundas dos setores químico e farmacêutico. Nesse período a indústria acelera a internacionalização (WILKINSON, 2000; KLOPPENBURG, 2004). A fase atual vislumbra a consolidação dos conglomerados químico-farmacêuticos como controladores das empresas sementeiras e um mercado extremamente oligopolizado não só em nível de país, mas de todo o planeta.

Nos EUA, principal mercado mundial, a tendência dominante na indústria de sementes nos anos 1990 foi a rápida consolidação do setor, onde pequenas firmas sementeiras e de melhoramento genético foram compradas pelas grandes empresas. Nos

---

<sup>27</sup> Para um aprofundamento sobre o tema das relações capitalistas na indústria de sementes dos EUA ver KLOPPENBURG (2004).



anos anteriores a 1999 ocorreram centenas de fusões e aquisições pelas corporações<sup>28</sup> (KING, 2001). Como parte desse movimento de centralização de capitais, cerca de 10 empresas responderam pela metade das fusões, aquisições, *joint ventures*, e alianças estratégicas, respondendo por 186 das 382 operações registradas no período (GUERRANTE, 2003;). A aceleração do processo de concentração e centralização de capitais nesse segmento de sementes se dá em vista de uma série de fatores (KING, 2001; WILKINSON, 2000; BOYD, 2003; KLOPPENBURG, 2004; UNCTAD, 2006):

- a) A venda de produtos químicos estagnou nos anos 1980 e liberou capital para ser empregado na diversificação em novos segmentos, através do investimento em P&D ou via aquisição de companhias existentes.
- b) Os elevados custos de desenvolvimento da tecnologia de transgenia;
- c) Alto custo para obtenção de patentes com validade internacional
- d) Com as patentes, as empresas detentoras da tecnologia passam a dispor de poder de monopólio, estabelecendo condições para o seu uso em qualquer parte do planeta.
- e) Empresas iniciantes no ramo da biotecnologia emergiram nos *anos 1980* comercializando avanços recentes em biologia molecular, que requeria a junção de conhecimentos em química e biologia. A implementação dessas tecnologias na agricultura deu-se principalmente através do controle das empresas sementeiras, através do domínio de insumos químicos para a agricultura (herbicidas, inseticidas, fungicidas e fertilizantes).
- f) Para as companhias do setor químico, a aquisição de empresas de sementes foi uma aquisição lógica por causa das complementaridades entre seus insumos químicos e as novas características geneticamente engenheiradas (exemplo, a resistência a herbicidas). As firmas de biotecnologia agrícola, de sementes e agroquímicos também estão em processos de fusão baseado no reconhecimento de que suas tecnologias de base serão no futuro cada vez mais complementares. Mais do que isso muitas delas se tornam componentes críticos para as estratégias futuras de competição.
- g) Essas companhias estão criando relações com a indústria à jusante em função de agregar valor nos mercados industriais de alimentos<sup>29</sup>.
- h) O desenvolvimento de novos produtos com características especiais mediante biotecnologia agrícola para mercados agrícolas não convencionais

---

<sup>28</sup> Dentre as quais as ocorridas entre Novartis, Ciba Geigy e Sandoz, no valor de US\$ 63,7 bilhões e a que resultou na criação da AstraZeneca em 1998, de US\$ 35 bilhões.

<sup>29</sup> Relatório da UNCTAD (2006) identifica o surgimento embrionário de mecanismos de coordenação inter empresarial entre os segmentos da biotecnologia química e indústria de alimentos.

permitirá o estabelecimento de relações estratégicas com um amplo conjunto de companhias pertencentes a setores industriais novos (ex. produção de algas GM para biocombustíveis).

i) O estabelecimento de “*cross licensing strategies*”, ou acordos para viabilizar o uso das tecnologias facilitou a aproximação entre firmas e a posterior aquisição/fusão mútuas.

As tendências de concentração e centralização de capitais rapidamente se fizeram sentir no mercado de sementes, resultando em sua extrema concentração (CR4<sup>30</sup> de 53% em 2007 contra 49% em 2006).

Tabela 15 Principais companhias sementeiras do mundo. Vendas em milhões de US\$ (2007)

<b>Companhia</b>	<b>Vendas (US\$ Milhões)</b>	<b>% mercado de sementes patenteadas</b>
Monsanto (EUA)	4.964	23%
DuPont (EUA)	3.300	15%
Syngenta (Suíça)	2.018	9%
Groupe Limagrain (França)	1.226	6%
Land O'Lakes (EUA)	917	4%
KWS AG (Alemanha)	702	3%
Bayer Crop Science (Alemanha)	524	2%
SAKATA (Japão)	396	<2%
DLF-Trifolium (Dinamarca)	391	<2%
Takii (Japão)	391	<2%
<b>Total das 10 maiores</b>	<b>14.785</b>	<b>67%</b>

Fonte ETC Group, (2008)

Essa concentração também se faz sentir em outros segmentos da indústria relacionada com a agricultura. O poder de concentração é impressionante. As dez maiores companhias agroquímicas detinham 81% dos 29 bilhões do mercado global de agroquímicos. As dez maiores empresas farmacêuticas controlavam 197 bilhões do mercado e no ramo veterinário as dez maiores abocanharam 43% de um mercado de 15 bilhões (RIFKIN, 1998). O mercado de sementes movimenta 21 bilhões de dólares anuais. O faturamento de US\$ 35,4 bilhões da indústria de pesticidas e de US\$ 446 bilhões da indústria farmacêutica. Isso mostra que a parte menor do negócio no ramo das “ciências da vida” ainda é o representado pelas sementes<sup>31</sup> (ETC GROUP, 2008).

<sup>30</sup> A taxa CR4 (concentration ratio 4) reflete o grau de controle de mercado pelas quatro maiores empresas de determinado segmento.

<sup>31</sup> No entanto, uma das linhas de investigação dos OGMs é justamente a produção de medicamentos a partir

De acordo com estimativas do ETC Group (2008) o valor de vendas de sementes em 2006 foi de 22,9 bilhões de dólares com as top 10 vendendo US\$ 12,56 bilhões (14,7 bilhões em 2008). Em 1996 as 10 maiores companhias concentravam 37% do mercado total de sementes (a companhia Monsanto sequer aparecia entre as 10), evoluindo para 49% em 2006. Ao se analisar apenas o mercado de sementes registradas, o controle das dez maiores sobe ainda mais, para 64% em 2006 e 67% em 2007. Atualmente a Monsanto responde por 1/5 das vendas de sementes registradas. Esse processo de concentração segue ocorrendo nos anos iniciais do século XXI e, obviamente, não traz apenas implicações de ordem econômica. O controle da propriedade das sementes pelas grandes corporações tem implicações sobre o conjunto da cadeia alimentar global.

Ao controlar as sementes e a pesquisa agrícola em tão poucas mãos, o fornecimento de alimentos do planeta se torna muito dependente dos caprichos dos artífices do mercado.

As corporações tomam decisões que visam a seus interesses e a assegurar o lucro dos investidores, e não para garantir a segurança alimentar. [...] o fato de que exista um monopólio sobre a indústria de sementes implica também que os agricultores tenham menos opções. [...] Estudo do Departamento de Agricultura dos EUA [...] conclui que a redução na competição se associa com uma redução na pesquisa e desenvolvimento. Apesar de que a própria indústria de sementes afirme o contrário, a concentração no setor sementeiro resulta em menor e não em maior inovação. (ETC GROUP, 2005)

Uma implicação possível da tendência de concentração é um possível desabastecimento do mercado das sementes não-OGM pelas empresas detentoras do monopólio de mercado. Esse fenômeno já ocorre nos Estados Unidos<sup>32</sup> e começa a aparecer na região Sul do Brasil.

O surgimento das mega-companhias do ramo das “ciências da vida” representa, portanto, um movimento de consolidação capitalista em torno dessas novas tecnologias e sua articulação com os segmentos já consolidados de insumos e medicamentos. No entanto é um processo ainda em movimento, visto também estarem ocorrendo seguidos desinvestimentos da parte agrícola desses conglomerados, mostrando um processo ainda não completo<sup>33</sup> de reestruturação capitalista do setor.

---

de seres vivos engenheirados, o que reforça a sinergia entre sementes e medicamentos.

<sup>32</sup> Informação verbal fornecida ao autor por agricultor residente no meio oeste americano informando que não há mais disponibilidade de sementes de variedades não transgênicas (2005).

<sup>33</sup> O ranking da indústria de sementes tem vida mais curta do que tomates na prateleira dos supermercados. O ritmo frenético das fusões e aquisições de indústrias nos últimos anos tem tornado difícil a vida de quem procura acompanhar essa evolução. (ETC GROUP, 1998)

## 5.2.2 A concentração da indústria de sementes no Brasil

O mercado de sementes no Brasil se estruturou mediante três segmentos com características particulares: (a) o mercado de híbridos, dedicado à produção de sementes para cultivos extensivos, como o milho, sorgo e girassol, (b) o de variedades, voltados à produção de sementes para cultivos extensivos, como a soja, feijão, algodão e arroz, e (c) o de produção de sementes de hortaliças (Wilkinson, 2000).

Do ponto de vista econômico, essas três categorias representam diferentes inputs para a indústria de sementes. No caso das variedades, os mecanismos de proteção só podem ser assegurados mediante recursos legais, tais como a UPOV ou Lei de Cultivares. Portanto, pode-se dizer que as variedades apresentam baixo grau de apropriabilidade por parte da indústria de sementes. As outras duas categorias (híbrido e variedades transgênicas) apresentam alto grau de apropriabilidade por parte da indústria de sementes. [...] No caso das variedades transgênicas, um dos principais mecanismos de apropriação utilizado pela indústria biotecnológica tem sido o patenteamento de genes ou de processos biotecnológicos, valendo-se da lei de patentes, conseqüente dos TRIPS. (WILKINSON, 2000 p. 54)

A dimensão econômica do mercado de sementes brasileiro em 1999 era da ordem de US\$ 1,2 bilhões, representando 2,33% do mercado mundial, que era estimado em US\$ 30 bilhões (WILKINSON, 2000). Em 1997 o Sistema era composto por 579 empresas de sementes dependentes de obtenção de germoplasma público para seu negócio, que contavam com investimentos estimados entre três e cinco bilhões de dólares em estruturas produtivas (WILKINSON, 2000). Já Hathaway estima terem existido até meados dos anos 1990 mais de mil empresas sementeiras (multiplicadoras e vendedoras de sementes melhoradas e fiscalizadas). À exceção do milho híbrido (dominado por apenas quatro grandes empresas privadas e representando 97% do mercado dessa cultura) quase todo o melhoramento vegetal e lançamento de novas variedades era realizado por empresas públicas como a EMBRAPA, empresas estaduais de pesquisa e universidades (HATHAWAY, 1999).

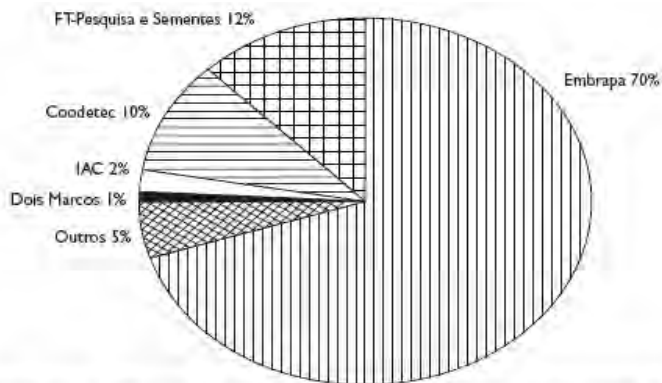


Figura 8 – Brasil. Participação por empresa no mercado de sementes de soja, até 1997.  
 Fonte: Wilkinson, 2000 p. 73 com base em BRASPOV, 1999 e Embrapa.

No caso brasileiro, diferentemente dos EUA, a participação pública no lançamento de cultivares e na produção de sementes era bastante relevante até os anos 1990.

no mercado das variedades das distintas espécies, a pesquisa pública tinha, até o final dos anos 1990 um peso muito importante nos programas de melhoramento de cultivares, que são comercializados por meio de sistemas de parcerias com o sistema cooperativo e algumas empresas nacionais privadas. Logo após a aprovação da Lei de Proteção de Cultivares, em 1997, observa-se a entrada de algumas transnacionais nesse mercado, centrando seu foco de ação em algumas espécies, como a soja e o arroz. (WILKINSON, 2000 p. )

No entanto isso não ocorria com o mercado de sementes híbridas, dominado então por empresas privadas, notadamente transnacionais. A principal estratégia utilizada pela indústria sementeira no Brasil para a produção de híbridos nos anos 1990 era a diferenciação de produto. Isso implicava em significativos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D). Nas variedades existia maior espaço para a concorrência via preços, mas um importante fator de concorrência no setor era o acesso aos pontos de venda, ou seja, dispor de uma rede de distribuição abrangente para o domínio de parcelas significativas do mercado (BNDES, 1988, citado por WILKINSON, 2000).

O ponto de clivagem da indústria de sementes no Brasil, portanto, se dá com a aprovação da lei de cultivares de 1997. Com as mudanças na estrutura legal da atividade, a participação do setor privado nacional nas áreas de genética e saúde animal/vegetal foi fortemente reduzida. O impacto combinado da lei de Proteção a Cultivares e de novos regimes de apropriação privada de produtos e processos foi fatal para muitas empresas nacionais do setor.

Diversas empresas de sementes foram compradas ou absorvidas por companhias estrangeiras, principalmente as detentoras de tecnologia de ponta na área de biotecnologia. O setor tornou-se cada dia mais concentrado, com as cinco maiores empresas passando a

deter cerca de 90% do mercado de sementes de milho. A Monsanto, por meio da Monsoy (sua filial no Brasil), passou a dominar 60% da produção. Em seguida apareciam a Pioneer, controlada pela DuPont, com 14%; a Dow (5%); a Zeneca (3%) e a Agr-Evo (2%). Única companhia de capital nacional de então, a Unimilho reunia 17 empresas produtoras de híbridos em franquia com a Embrapa com participação de apenas 5% no mercado. (MCT, 2003)

Apesar da possibilidade de reuso do material genético de uma safra para outra, a participação da semente de soja como proporção do total produzido respondia em 1998 por 64% das sementes fiscalizadas produzidas no Brasil. Tal fato demonstra a importância central do domínio da produção de sementes de soja para o controle do mercado sementeiro nacional.

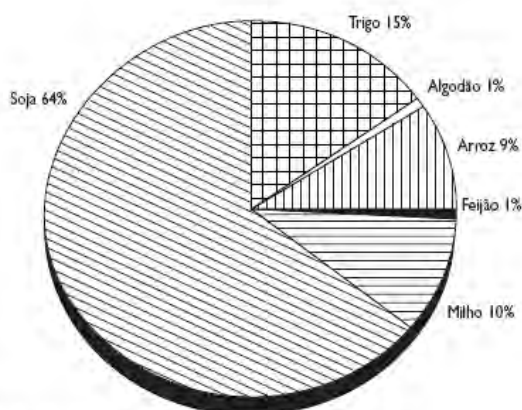


Figura 9 - Brasil. Participação relativa das principais espécies na produção de sementes - 1998

Fonte - WILKINSON, 2000 p. 42

Apesar de ter reduzido sua participação, em meados dos anos 2000 a Embrapa respondia por parcela significativa do germoplasma de elite comercializado no país: 60% do arroz sequeiro, 64% do feijão, 46% da soja, 31% do trigo, 29% do algodão e 11% do milho (EMBRAPA, 2005). O esforço de pesquisa das décadas anteriores representa importante patrimônio ainda utilizado para alavancar participação no mercado. Em particular a Embrapa possui variedades de alta tecnologia, convencionais e agora GM, com elevada produtividade, o que assegura espaço no mercado ainda por vários anos.

A forte presença da Embrapa como se explicaria do ponto de vista do capital? No caso do milho, no Brasil reproduz-se o padrão dos EUA, com forte concentração em empresas privadas, principalmente Monsanto e Cargill. Mas não nas outras culturas, onde a empresa pública tem maior presença; ainda que esteja se reduzindo após a promulgação da lei de cultivares, e do advento dos OGMs. No caso da soja também evoluiu no sentido da

redução da presença da fatia controlada pela Embrapa, em detrimento das multinacionais, em particular a Monsanto. No entanto essa tem sido também muito mais uma relação de simbiose do que de competição, ao menos até o presente momento.

Além da compra de empresas sementeiras (Agrocere, FT, Agroeste, Sementes Paraná, etc.) a Monsanto estabelece parceria com Embrapa para licenciamento de sua tecnologia e inserção nas variedades de alto rendimento já adaptadas em todo o país. Ou seja hoje não é uma oposição Embrapa-Monsanto e sim uma apropriação pela empresa estadunidense, do germoplasma da Embrapa.

Em troca a empresa pública recebe pagamento de royalties, cujo valor foi estimado em 23 milhões em 2005, envolvendo o licenciamento de nove variedades e a venda de 54 mil toneladas de sementes, segundo Castro (2006). No entanto, segundo a própria empresa, ela teria recebido apenas R\$ 800 mil em 2006 e R\$ 2,4 milhões em 2007. Esse valor é absolutamente irrisório em relação ao orçamento total (em torno de R\$ 1 bilhão anual) e ao disponível para livre aplicação em pesquisas pela Embrapa.

Ademais, esses recursos são aplicados em pesquisas realizadas pela Embrapa, mas a decisão sobre quais projetos serão apoiados cabe a um comitê paritário Embrapa-Monsanto (EMBRAPA, 2008). A reciprocidade não é admitida. A Embrapa não participa da decisão sobre qual tipo de pesquisas a Monsanto aplicará os royalties referentes à soja comercializada em parceria com a Embrapa.

Para se ter uma ideia da ordem dos gastos tidos pelo Estado Brasileiro para sustentar as pesquisas apenas no Centro de Pesquisa de Soja, estima-se que tais recursos aplicados em pesquisa de soja no período 1977 a 1995 foram da ordem de 41 milhões de dólares. A empresa tem mantido um ritmo de lançamento de 5,8 lançamentos de cultivares de soja/ano, tendo acumulado um total de 98 lançamentos tanto em parcerias como em pesquisas exclusivas.

O processo de melhoramento genético da soja se compõe de cinco fases: 1) seleção de progenitores; 2) teste de progenitores; 3) hibridação; 4) avanço de gerações; e 5) o teste de linhagens. Cada uma dessas etapas ocupa 20% do tempo destinado para o desenvolvimento das novas cultivares. Algumas dessas etapas podem ocorrer simultaneamente. A Embrapa leva em torno de dez anos para lançar uma nova variedade de soja, que dura no mercado, em torno de oito anos, tendo sua participação no mercado sido relevante apenas nos últimos quatro anos de vida útil. (ALMEIDA, WETZEL e ÁVILA, 1999). Nesse processo envolve cerca de 15 melhoristas, 25 operários rurais, 12 técnicos agrícolas e 1 laboratorista. Por isso que a associação de empresas como a Monsanto ao poder público representa ganhos imensuráveis à mesma, em detrimento dos contribuintes e da soberania nacional.

O mercado potencial para sementes no Brasil é extremamente relevante, ainda que menor do que nos países ricos. A soja ocupa mais de 20 milhões de hectares cultivados no Brasil e se utiliza em torno de 40 kg de sementes por hectare (indicando um consumo potencial de 800 milhões de Kg). Já o milho tem 12 milhões de hectares cultivados e utiliza cerca de 18-20 Kg/ha, o que resulta em um mercado potencial de 216 milhões de kg de sementes anuais. Como o reuso de sementes de soja é maior do que no milho, uma parcela desse mercado é coberta por sementes salvas pelos próprios agricultores.

Em 2008 estimativas da ABRASEM indicaram que no Brasil se comercializou em torno de 950 mil toneladas de sementes estabilizando o mercado em relação ao ano anterior. Com o aumento no plantio da soja, houve aumento no uso de sementes certificadas, em detrimento das piratas, que representaram metade da área da soja da safra 2006/07, segundo essa entidade. O incentivo do Governo de ampliar em 15% o limite do custeio para os produtores que usarem sementes certificadas estaria entre as principais razões da mudança nesta safra (AGRONOTÍCIAS, 2007; VALOR ECONÔMICO, 2008). Ainda conforme a ABRASEM, o mercado todo deve ter absorvido na safra 2007/08 cerca de 1,4 milhões de toneladas de sementes de soja, das quais 900 mil certificadas, ante as 700 mil na safra anterior.

### **5.2.3 Evidências dos ganhos de oligopólio no setor de biotecnologia**

A relação direta com os agricultores é um aspecto chave para as indústrias de biotecnologia na medida em que propicia o acesso ao mercado de sementes, possibilitando capturar parcela do valor-trabalho gerado na agricultura, a partir da comercialização de suas tecnologias proprietárias. Na verdade essa apropriação de parte do valor-trabalho gerado na agricultura se constitui, do ponto de vista do capital, no objetivo principal do desenvolvimento dos OGMs, de forma a ampliar a lucratividade do setor de biotecnologia. Para tanto, relações comerciais estabelecidas via cadeias de fornecimento de insumos e tecnologias, bem como a integração vertical (especialmente no caso dos EUA) emergiram como veículos institucionais chaves para captura desse valor (BOYD, 2003).

O valor-trabalho gerado na cadeia produtiva da soja tem seu mais importante componente (em termos de massa de valor-trabalho gerado), no segmento agrícola. Como pode ser visto no capítulo 6, no caso do Brasil, cerca de 900 mil pessoas estão envolvidas com a produção dessa oleaginosa. O desenvolvimento da biotecnologia e sua incorporação ao sistema produtor de sementes cumpriram papel essencial na disseminação da nova



tecnologia, trazendo ganhos de escala para a indústria.

A produção das sementes, uma atividade historicamente controlada pelos próprios agricultores e realizada internamente nas unidades produtivas camponesas, vai sendo gradativamente apropriada por empresas capitalistas. Criar tal estrutura obviamente demandou um substancial investimento financeiro, além do imperativo de desenvolver uma estrutura organizacional capaz de produzir e internalizar o valor gerado nas cadeias produtivas (BOYD, 2003).

O advento dos OGMs possibilitou que essa indústria ampliasse ainda mais sua abrangência para culturas para as quais anteriormente não havia condições objetivas para exercer o domínio do mercado. Mas além disso, ocasionou uma reestruturação profunda da indústria em si, fazendo com que as empresas tradicionais de sementes fossem tomadas pelas grandes corporações da indústria biotecnológica, em geral subsidiárias das grandes corporações químico-farmacêuticas. Calçadas em tecnologias inovadoras, em evoluções da legislação de proteção intelectual e ao amparo de orçamentos bilionários, puderam construir operações bem sucedidas que rapidamente passaram a controlar uma ampla parcela do mercado sementeiro mundial.

A receptividade dos agricultores às tecnologias da engenharia genética, a despeito da desconfiança entre os consumidores, teve como consequência a captura de uma significativa parcela do mercado de sementes e, portanto, do valor-trabalho gerado na agricultura pelas corporações da biotecnologia. Isso se deu em escala nunca vista anteriormente e aponta para a possibilidade de reconfiguração da forma de produzir na agricultura, para o futuro.

Nos EUA o volume dessa apropriação de valor a partir da cobrança de taxas de utilização de tecnologias da transgenia, naquilo que as corporações chamam de compartilhamento dos benefícios, ascende à casa das centenas de milhões de dólares anuais. A tabela seguinte apresenta o impacto da tecnologia sobre os lucros de algumas empresas. Ilustra a crescente e estratégica importância do domínio da biotecnologia pelas corporações, e da acumulação capitalista derivada dos OGMs e de seu impacto na lucratividade do capital.

Tabela 16 – EUA - Impactos do Milho Bt na performance financeira de três empresas líderes de mercado (1998-2000)

	1998	1999	2000	1998-2000
<b>Dupont: Pioneer Hi-Bred</b>				
Acres Planted Conventional Seed	20,774,272	20,341,862	20,229,433	61,345,567
Acres Planted <i>Bt</i> Varieties	5,535,600	8,753,941	7,885,148	22,174,689
Total Corn Acres Planted	27,215,257	30,421,019	29,847,075	87,483,351
Revenue from Corn Seed	\$ 847,432,437	\$ 993,788,344	\$ 1,013,819,405	\$ 2,855,040,186
<i>Bt</i> Seed Premium	\$ 58,123,800	\$ 79,660,863	\$ 71,754,847	\$ 209,539,510
<i>Bt</i> Premium as % Total Pioneer Corn Seed Revenue	6.9%	8.0%	7.1%	7.3%
Pioneer After Tax Income (underlying)	\$ 5,000,000	\$ (100,000,000)	\$ 106,000,000	\$ 11,000,000
Dupont After Tax Income (underlying)	\$ 3,395,000,000	\$ 3,474,000,000	\$ 3,684,000,000	\$ 10,553,000,000
<i>Bt</i> Premium as % of Pioneer Profits	1162%	NA	67.7%	1905%
<i>Bt</i> Premium as % of Dupont Profits	1.7%	2.3%	1.9%	2.0%
<b>Monsanto: DeKalb Plant Genetics and Asgrow Seed Company</b>				
Acres Planted Conventional Seed	9,683,789	7,133,439	5,216,942	22,034,170
Acres Planted <i>Bt</i> Varieties	1,343,935	1,729,341	1,564,785	4,638,061
Total Corn Acres Planted	12,099,775	10,589,958	8,365,254	31,054,987
Revenue from Corn Seed	\$ 338,953,311	\$ 319,932,897	\$ 263,028,940	\$ 921,915,149
<i>Bt</i> Seed Premium	\$ 14,111,318	\$ 15,737,003	\$ 14,239,544	\$ 44,087,864
Two-thirds <i>Bt</i> Licensing Fees	\$ 8,102,875	\$ 10,666,145	\$ 21,378,395	\$ 40,147,415
Total <i>Bt</i> Premium Earned	\$ 22,214,203	\$ 26,403,157	\$ 35,617,947	\$ 84,235,279
<i>Bt</i> Premium as % Monsanto Corn Seed Revenue	6.6%	8.3%	13.5%	9.1%
Monsanto Net Income (Loss)	\$ (125,000,000)	\$ 150,000,000	\$ 149,000,000	\$ 174,000,000
<i>Bt</i> Premium as % of Monsanto Net Income	NA	17.6%	23.9%	48.4%
<b>Syngenta: Novartis Seeds, Garst Seeds and ICI Seeds</b>				
Acres Planted Conventional Seed	3,155,551	2,985,129	2,775,044	8,915,724
Acres Planted <i>Bt</i> Varieties	5,745,757	3,932,171	3,976,670	13,654,598
Total Corn Acres Planted	10,419,702	7,905,505	7,884,008	26,209,215
Revenue from Corn Seed	\$ 338,739,693	\$ 246,195,107	\$ 252,481,329	\$ 837,416,129
<i>Bt</i> Seed Premium	\$ 60,330,449	\$ 35,782,756	\$ 36,187,697	\$ 132,300,902
One-third <i>Bt</i> Licensing Fees	\$ 4,051,437	\$ 5,333,073	\$ 10,689,197	\$ 20,073,707
Total <i>Bt</i> Premium Earned	\$ 64,381,896	\$ 41,115,838	\$ 46,876,903	\$ 152,374,609
<i>Bt</i> Premium as % Syngenta Corn Seed Revenue	19.0%	16.7%	18.6%	18.2%
Syngenta Net Income	\$ 206,000,000	\$ 222,000,000	\$ 190,000,000	\$ 618,000,000
<i>Bt</i> Premium as % of Syngenta Profits	31.3%	18.5%	24.7%	24.7%

Fonte: BENBROOK, 2002b p. 10

A partir dos dados acima, pode-se inferir uma série de elementos: O impacto do milho Bt sobre os lucros dessas indústrias foi marcante. A Pioneer Hi-Bred, líder do segmento elevou os ganhos com venda de sementes em 7,3% no período 1998-2000. Sua margem de lucro depois de impostos foi 20 vezes maior, revertendo a perda de US\$ 100 milhões em 1999. Sem esses ganhos auferidos com o milho Bt, a Pioneer teria perdido quase US\$ 200 milhões nesse triênio, ou 7% do volume de faturamento de sementes de milho. Tais resultados teriam disparado pânico em Wall Street (Benbrock, 2002b).

O resultado da Pioneer com o milho Bt é significativo mesmo ao se comparar com os resultados globais da corporação DuPont (empresa controladora da marca Pioneer), representando um lucro depois de impostos de 2% nesse período. O milho Bt teve efeito

semelhante sobre os lucros de venda de sementes da Pioneer e Monsanto, apesar de Asgrow e DeKalb, (marcas controladas pela Monsanto), ofertarem mais variedades convencionais do que híbridos Bt. Nesse triênio o prêmio recebido pelo milho Bt representou 9% do volume de vendas de milho da Monsanto. O resultado sobre o lucro líquido foi ainda maior: quase 50% no triênio 1998-2000 (Benbrock, 2002).

Para a Syngenta cerca de metade de suas vendas já se concentravam em variedades Bt, mais do que o dobro da proporção vendida por Pioneer e Monsanto. As margens obtidas com o milho Bt pela Syngenta aumentaram o retorno sobre vendas de sementes de milho para acima dos 18% nesse período de três anos. A margem bruta obtida pelo milho Bt representou cerca de 1/4 do lucro líquido reportado por essa corporação, cujo faturamento ascendia a mais de US\$ 7 Bilhões anuais (Benbrock, 2002). As margens brutas acima de 35% para o milho Bt ajudaram as companhias de biotecnologia e sementes a melhorarem seu desempenho financeiro. Sem esses lucros, poderia ter ocorrido o colapso da confiança na biotecnologia para a agricultura entre os investidores. No entanto, essa performance seguiu sendo relativamente pobre em comparação com as divisões farmacêuticas, muito mais lucrativas, o que conduziu ao desmembramento de algumas companhias sementeiras das gigantescas corporações “*life-science*” (Benbrock, 2002).

Na Argentina o sistema de proteção de patentes permitiu à Monsanto e seus licenciados obterem dos agricultores um pagamento de taxa de uso da tecnologia de \$ 6,50 por saca de semente. A Monsanto moveu uma verdadeira operação de guerra para obrigar a Argentina a pagar royalties pelo uso da tecnologia transgênica, cujo plantio havia sido autorizado desde 1996. Os produtores e Governo se recusaram durante anos a pagar taxas pelo uso da tecnologia, visto que a legislação argentina de proteção de variedades de plantas assegurava o direito do agricultor reutilizar suas sementes. A empresa ameaçou barrar as exportações de soja nos portos europeus, o que obrigou o Governo do país vizinho a negociar os termos de sua “rendição”.

Além disso foram obrigados a assinar acordos restringindo seu reuso (Gao, 2002). Na safra 1997 a empresa Nidera, que comercializa variedades da Monsanto na Argentina e Brasil, cobrava US\$ 13 por 50 quilos de semente e insistia num contrato segundo o qual o produtor se comprometesse a não guardar sementes para a próxima safra. A Federação dos Agricultores conseguiu sustar essa exigência com base na Lei Argentina de Cultivares. Em 1998, a Monsanto retomou a ofensiva ao estipular que os transgênicos só poderiam ser vendidos aos produtores que assinassem um contrato reconhecendo as sementes como sua propriedade e sendo sujeitas às leis de patentes industriais, o que na prática eliminaria o direito do produtor. (WILKINSON, 2000).

Em nível mundial, no ano de 2007 o valor global do mercado de plantas GM era de US\$ 6,9 bilhões, representando 16% do mercado global de proteção de plantas (US\$ 42,2 bilhões) e 20% do mercado global de sementes comerciais. Desse valor, US\$ 2,6 bilhões eram oriundos da soja (ISAAA, 2007). Como a Monsanto é a principal beneficiária da tecnologia de resistência ao Glifosato, quanto mais hectares sejam convertidos em cultivos geneticamente modificados, em todo o mundo, maior o preço por ação e o lucro dessa corporação. Acaso ao menos 1/3 dos 300 milhões de acres de milho convencional, fossem convertidos para cultivos GM, a Monsanto dobraria seus lucros, elevando acima de US\$ 2 em ganhos por ação. Na cultura da soja, 40 milhões de acres a mais representariam \$ 0,40 por ação em dividendos (FRIENDS OF THE EARTH, 2006).

Outro ganho indireto obtido pelas empresas com a adoção de sementes resistentes ao Glifosato tem sido o aumento da venda desse herbicida, que impacta fortemente na receita das grandes corporações. Como mais de 80% das cultivares GMs tolerantes a herbicidas utilizadas apresentam resistência ao Glifosato, a venda do Roundup e outros genéricos desse produto químico têm se elevado em todo o mundo. Em fevereiro de 2008 a Monsanto anunciou que ultrapassaria a previsão de lucros para o ano devido a um aumento nas vendas do Roundup superior às expectativas. Nesse mesmo ano as vendas do Roundup no primeiro trimestre cresceram 47%, elevando para US\$ 1,4 bilhões o lucro anual oriundo de sua divisão química, com um crescimento de 10% sobre 2007. Já no segmento de sementes o crescimento esperado para os lucros era de 16% sobre o ano de 2007, chegando a 3,5 bilhões de dólares (HINDO, 2008). Tal incremento na lucratividade desse punhado de corporações, capitaneadas pela Monsanto, somente é possível porque parte do valor-trabalho gerado na agricultura é apropriado pelas companhias sementeiras.

O volume de trabalho aplicado na agricultura mundial, representa isoladamente ainda o principal segmento produtivo, sendo portanto, responsável pela geração do maior massa de mais valia. O ISAAA estima que cerca de 10,3 milhões de agricultores em todo o mundo estariam já se utilizando de cultivos geneticamente modificados, no ano de 2006. A maior parcela desses seria de pequenos agricultores e estariam localizados na China, com 6,8 milhões, na Índia com 2,3 milhões e nas Filipinas com 100 mil agricultores (ISAAA, 2008). Tal informação indica o potencial em termos de massa de mais-valia que passa a ficar apropriável pelas companhias de biotecnologia que detêm o controle dos OGMs.

Sem os OGMs tal valor produzido na agricultura seria apropriado pelos próprios agricultores ou seria transferido a outros setores produtivos, numa proporção em que apenas uma pequena parcela se dirigiria à indústria de biotecnologia. O monopólio derivado da legislação de patentes, da concentração e centralização de capitais na indústria de sementes e biotecnologia, associado à enorme massa de capitais disponibilizados para

viabilizar a pesquisa, produção e entrega das sementes engenheiradas, tornou possível o redirecionamento do excedente econômico gerado na agricultura para setores específicos do capital, nesse caso, da biotecnologia.

Ademais, a introdução dessa nova tecnologia tende a representar em médio prazo, a inviabilização de uma parcela dos produtores agrícolas, cuja escala de produção tenderá a ficar abaixo da escala mínima viável, a partir do momento em que os OGMs se tornarem dominantes como tecnologia básica de cultivo agrícola no mundo. Isso conduzirá necessariamente ao rearranjo da distribuição de capitais e acesso à terra, rumo a uma maior concentração desses fatores de produção.

No caso do Brasil não se dispõe de dados oficiais das empresas de biotecnologia. No entanto é possível extrair algumas informações a partir da imprensa e de estudos independentes. Pode-se estimar um impacto semelhante, comparando-se o valor recebido pela Monsanto devido aos royalties com o valor recebido pela venda do Roundup. Segundo os dados de Ferment et. al (2009) há agricultores que desembolsam mais em pagamento de royalties do que com o herbicida, visto que a taxa cobrada em alguns casos ascende a 2,7% do total colhido. O gasto com herbicida foi menor do que o valor despendido com a taxa de uso da tecnologia em vários dos casos pesquisados (8 agricultores). O valor despendido com os royalties variou de 29,2% até 111,8% sobre o valor total gasto com o herbicida Roundup ou Glifosato.

Em 2002/03 18% da soja brasileira era transgênica e plantada ilegalmente, segundo a Consultoria Céleres. Nesse ano a Monsanto ameaçou taxar as exportações de soja e derivados transgênicos, via cobrança nos portos dos países importadores (notadamente EUA e Europa). Num primeiro momento havia dúvidas se a empresa teria condições de cumprir com suas ameaças. A pressão pela cobrança dos royalties veio também das organizações estadunidenses de produtores de soja, que se sentiam prejudicados com a concorrência desleal promovida pelos sojicultores brasileiros, que se utilizavam de uma tecnologia sem pagar por seu uso, o que os beneficiaria com um lucro extraordinário. A Associação Americana da Soja (ASA) argumentou que os plantadores brasileiros obtinham através do uso ilegal das sementes RR uma vantagem competitiva de US\$ 9,30 a 15,50 por acre cultivado, sobre os produtores estadunidenses, obrigados a pagar as taxas de uso da tecnologia da Monsanto (DOW JONES, 2003).

Estimativas da safra 2005/06 apontavam que a Monsanto poderia amealhar R\$ 160 milhões em royalties caso todos os agricultores pagassem pelo uso da tecnologia. Na Argentina as associações de empresas sementeiras estimavam que o mercado de sementes engenheiradas correspondia a 75 milhões de dólares na safra 2003/04. Esse valor poderia ascender a US\$ 400 milhões caso toda a semente vendida fosse certificada. No

entanto, apenas 18% dos 14 milhões de hectares cultivados com soja utilizava-se de semente certificada e que, portanto, pagavam royalties para a Monsanto (TURNER, 2004). A empresa pretendia taxar as exportações para países onde a soja RR era patenteada (cinco países europeus que juntos importavam mais de nove milhões de toneladas de soja argentina), em US\$ 15,00 por tonelada (SAINT LOUIS..., 2005).

Em 2005 sojicultores do Rio Grande do Sul aceitaram pagar royalties para a Monsanto pelo uso da tecnologia GM na soja. As federações de cooperativas (FECOTRIGO) e de agricultores (FARSUL) concordaram em pagar entre R\$ 10,00 e 20,00 por tonelada de soja, a ser cobrado por ocasião da comercialização da safra. O estado contava neste ano com 80.701 dos 82.650 produtores oficialmente registrados como produtores de soja transgênica, segundo o Ministério da Agricultura do Brasil (EWING, 2004). Analistas independentes estimavam que mais de 90% da safra gaúcha de soja já era transgênica. De acordo com essa estimativa, uma expressiva parcela de agricultores não se registrou oficialmente junto ao MAPA como produtor de soja GM.

Produtores de soja do sul do Brasil rejeitaram a proposta da Monsanto de taxar em R\$ 0,88 por Kg de sementes de soja GM, na primeira safra que a soja GM esteve legalizada no país. O acordo foi estabelecido com a ABRASEM, mas houve protestos dos produtores, que consideraram a proposta irreal e um estímulo à pirataria. A Monsanto estabeleceu acordo par cobrar 2% de royalties sobre a soja comercializada para a soja colhida neste ano até maio. Até então o plantio era ilegal e não havia como cobrar a taxa. A reclamação era de que a taxa cobrada sobre a semente legal equivale a um valor por hectare muito superior ao cobrado pela taxa de 2% sobre o grão comercializado. A utilização das sementes certificadas impactaria em R\$ 54,00 por hectare, ao passo que a semente de soja comprada no mercado ilegal (ou replantada) somente pagaria R\$ 24,00 por hectare ao ter sua produção comercializada como grão. Somente 5% da safra gaúcha era então produzida mediante uso de sementes certificadas. O custo da semente transgênica certificada era de 100 Reais contra cerca de 70 Reais da semente convencional (REUTERS, 2005).

Tal fator explicaria em parte o porquê do uso de sementes ilegais ainda hoje no estado do Rio Grande do Sul, visto os produtores não terem os custos com pagamento da semente certificada e um custo menor por hectare no momento da venda da semente.

Uma estimativa grosseira acerca do volume potencial de royalties gerados no Brasil pode ser feita com base no volume de soja RR cultivada. Considerando-se metade da soja brasileira como sendo transgênica, ter-se-ia um volume potencial de 27 milhões de toneladas, comercializadas ao preço médio de R\$ 40,00 a saca ou R\$ 667/tonelada e pagando 2% de royalties teríamos o valor superior a R\$ 360 milhões, como valor potencial a ser arrecadado no momento atual.

Concluindo, neste capítulo pôde ser visto como se constituiu no curto prazo de um decênio, um processo de extrema oligopolização do mercado de sementes no mundo. As empresas de biotecnologia fizeram movimentos de aquisições, fusões e acordos comerciais e de licenciamento tecnológico que permitiu o controle sobre o mercado de sementes. Hoje menos de dez empresas detêm a maior parcela do mercado mundial, numa concentração e desnacionalização sem precedentes do elo vital da cadeia produtiva agrícola e alimentar.

Mais do que apenas aspectos de concentração econômica e extração de sobre preços abusivos, o que já seria extremamente grave, vivencia-se o limiar da perda de soberania alimentar pelos povos. A cadeia alimentar cada vez mais será determinada por decisões privadas, centralizadas nas cúpulas de corporações transnacionais, interessadas em aumentar sua lucratividade, com o risco de secundarizar interesses humanitários ou de ordem ética e ambiental.

Outro aspecto qualitativo é a subordinação da indústria de sementes ao setor agroquímico e biotecnológico. A semente já era uma mercadoria, ao menos em grande parte do mercado, mas agora assume qualidades distintas. Ela passa a ser potencialmente portadora de características desejáveis, que se podem manipular mais livremente, devido aos avanços da engenharia genética. Ela se torna “veículo” para carrear vendas de agrotóxicos e não apenas ou principalmente “software”, ou portadora de informação genética. A propriedade sobre os frutos do trabalho não pertencem mais ao agricultor, ele faz uma espécie de contrato de franquia, uma licença de uso da tecnologia controlada pela corporação. Coloca-se a questão de se a semente deve subsistir doravante apenas como valor de troca, controlada pelas corporações, ou se pode manter-se livre e ligada aos projetos autônomos de desenvolvimento.

A constituição dos oligopólios e sua política de abocanhar os lucros do setor, parecem indicar tempos difíceis para os pequenos agricultores, sempre pressionados por desvantagem em custos e competição.

No Brasil o processo se dá de forma semelhante ainda que tardia em relação ao centro das economias capitalistas. Um elemento chave na mudança ocorrida foi o ano de 1997, com a alteração no regime jurídico referente ao tema. No campo da pesquisa o mesmo fenômeno verificado nos EUA, de divisão social do trabalho entre empresas capitalistas e empresas públicas de pesquisa parece se estabelecer. E a Embrapa, como uma das poucas empresas públicas de pesquisa remanescentes no terceiro mundo, acaba se prestando a alianças subordinadas à estratégia das companhias privadas, comprometendo eventualmente, a construção de alternativas nacionais ancoradas em projetos de desenvolvimento autônomos e ambientalmente sustentáveis.

## **CAPÍTULO 6 - A EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DAS LAVOURAS TRANSGÊNICAS**

### ***Introdução***

Um dos argumentos utilizados pela indústria de biotecnologia e pela imprensa a respeito dos organismos geneticamente modificados diz respeito a um suposto aumento de produtividade que seria advindo com a sua adoção em larga escala. Tal argumento, brandido à exaustão em debates supostamente iluminados pela razão e cientificidade, de fato tem peso fundamental para o conjunto da sociedade quanto à aprovação ou não dessa tecnologia.

No entanto, como será visto no presente capítulo, até o momento essa razão alegada não tem encontrado ressonância na realidade. A soja RR introduzida em todo o mundo ainda não demonstrou que ao menos consiga, de forma geral, manter os mesmos níveis de produtividade até então alcançados pela soja convencional. De fato, diversos experimentos científicos conduzidos ao redor do mundo têm demonstrado uma consistente redução de produtividade na soja geneticamente modificada. Mesmo no Brasil, ainda que tenha resultados ocasionais favorecendo as variedades RR, é geral a predominância da produtividade e rentabilidade superiores das variedades convencionais.

Junto aos agricultores, constata-se a crença de que a soja RR seria mais produtiva, ainda que a ampla maioria deles não tenha realizado testes comparativos simultâneos. Aparentemente a difusão pela mídia da ideia de que os transgênicos seriam mais produtivos tem influenciado a adoção dessa tese.

É a respeito desse tema que trata o presente capítulo, um aspecto fundamental dentre os vários elementos da análise econômica comparativa da soja convencional e transgênica.

### **6.1 Aspectos históricos – O crescimento dos cultivos OGMs no Mundo**

Em 1986 foram realizados os primeiros ensaios de campo com plantas modificadas geneticamente nos EUA. Neste ano também é anunciado o projeto genoma humano, que visava mapear o conjunto de genes presentes nos seres humanos. Em 1989, ainda nos EUA, são iniciados testes com plantas transgênicas para produzir proteínas contra doenças



humanas, e em 1992 o primeiro alimento GM é aprovado para plantio. O tomate *Flavr Savr* foi alterado visando retardar o amadurecimento. Sua comercialização inicia-se em 1994 (GUERRANTE, 2003).

Em 1995, uma sucessão de lançamentos surpreende o mercado, mostrando que a engenharia genética já era uma realidade. A empresa Calgene/Rhône-Poulenc lançou nos EUA a primeira semente transgênica de algodão (BXN Cotton) resistente ao herbicida Bromoxynil. A AgrEvo/Plant Genetic System lançou a primeira semente transgênica de Canola resistente ao Glufosinato. A Monsanto obteve o registro da soja resistente ao Roundup na primavera de 1995 e no ano de 1996, lançava a Canola e Algodão também resistentes ao Roundup (Rissler e Mellon, 1996).

A partir do fracasso de mercado do tomate *Flavr Savr*, houve uma mudança tática para as empresas: deixar de lado produtos que chegassem diretamente à mesa e que podiam assustar os consumidores, e buscar produtos direcionados ao processamento intermediário. Essa tática foi seguida pela Monsanto e é apontada pela empresa como explicação para seu sucesso, depois dos anos iniciais turbulentos.

No Brasil a autorização para os primeiros testes de campo com transgênicos, em 48 áreas agrícolas, deu-se no ano de 1998. Em 2000, cientistas do Estado de São Paulo anunciam a conclusão do sequenciamento genético da bactéria *Xylella fastidiosa*. Foi a primeira bactéria fitopatogênica a ter seu genoma decifrado no mundo (GUERRANTE, 2003).

A despeito das dúvidas e resistências de agricultores, ambientalistas e organizações de consumidores, o plantio de transgênicos, apresentou desde seu início uma curva de crescimento acentuado em todo o mundo, ainda que seu plantio comercial esteja hoje limitado a poucos países e a poucos cultivos.

A tecnologia da engenharia genética pode ser considerada como sendo a de mais rápida adoção na história da agricultura mundial. A curva do plantio de transgênicos passa por uma elevação contínua e importante. De uma área marginal em 1996 a mais de 70 milhões de hectares em 2003, 90 milhões em 2005 e quase 120 milhões<sup>34</sup> em 2007. A soja RR do mesmo tipo cultivado no Brasil é a planta transgênica mais cultivada no mundo, respondendo por 60% da área plantada com OGMs. (JAMES, 2003; ISAAA, 2006; 2008).

---

<sup>34</sup> Devido à ausência de fontes alternativas mais fidedignas de dados sobre os cultivos GM no mundo, estaremos adotando uma série de informações produzidas pelo ISAAA. No entanto, é oportuno ressaltar que há importantes contestações a esses dados, uma vez que a fonte das informações é frágil, tendo em vista que em muitos dos países citados, caso do Brasil também, não há estatísticas oficiais sobre o assunto. Mais adiante comentaremos algumas dessas inconsistências.

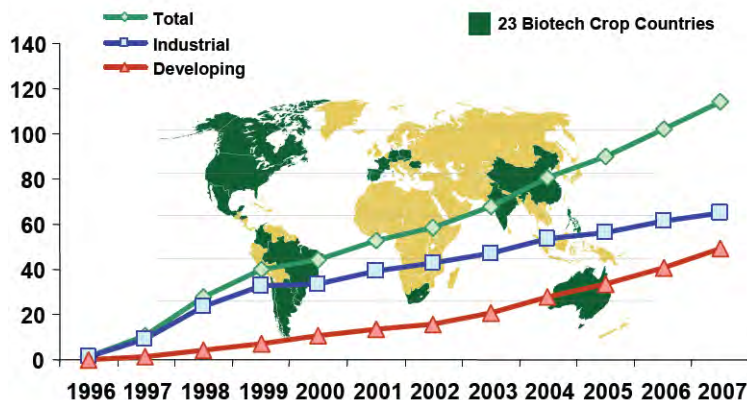


Figura 10 - Área global cultivada com lavouras GM (em milhões de Ha) - 1996-2007  
 Fonte: ISAAA (2008)

A área plantada com cultivares transgênicos cresceu sempre acima dos dois dígitos anuais, sendo 11% em 2005 e 12% em 2006-07, tendo o Brasil passado para o terceiro lugar entre os países que mais cultivam essas variedades. A maior expansão na área plantada de produtos transgênicos em 2005 aconteceu no Brasil. A área passou de 5 milhões de hectares em 2004 para 9,4 milhões de hectares.

Lavouras geneticamente modificadas foram cultivadas por cerca de 8,5 milhões de agricultores em 2005 e 9,4 milhões em 2007 (a maior parte na China), sendo os Estados Unidos os maiores produtores mundiais, cultivando 49,8 milhões de hectares de soja, milho, algodão, canola, abóbora e mamão transgênicos (GLOBAL 21, 2006; ISAAA, 2006; 2008).

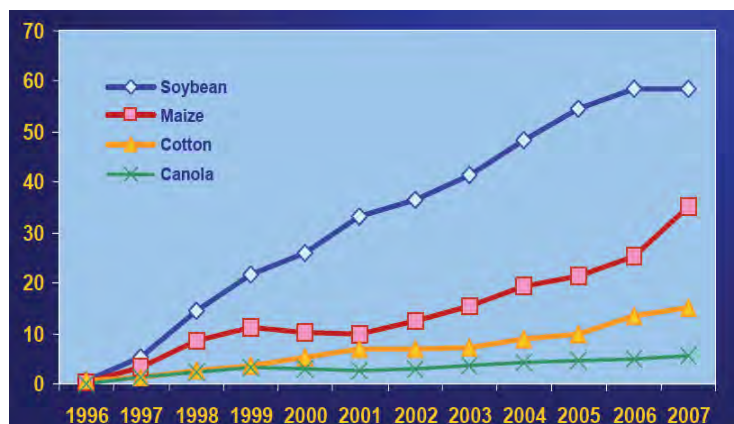


Figura 11 - área global ocupada com culturas geneticamente modificadas, 1996-2007 (em milhões de ha)  
 Fonte: ISAAA, 2008

As principais culturas GM são pela ordem a soja com 58,6 milhões de hectares, o

milho com 25,2 milhões, o algodão com 13,4 e a canola com 4,8 milhões de hectares. Constatase uma redução do ritmo de expansão da área de soja e aumento no ritmo do milho, fato explicado pelo nível de adoção da soja já ter atingido mais de 60% da área total cultivada, ao contrário do milho, onde apenas 24% é GM, segundo o ISAAA (Figura 13).

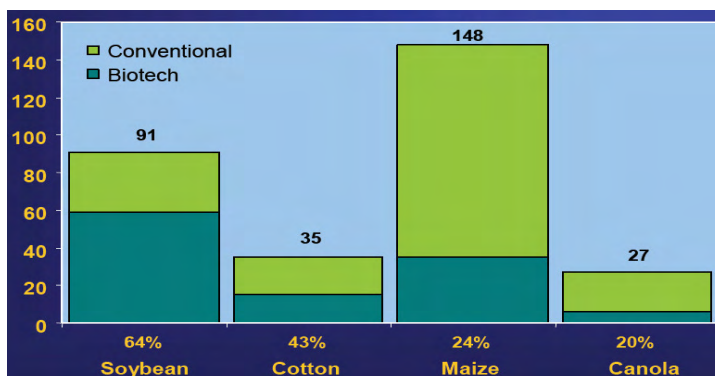


Figura 12 - Taxa de adoção global (em %) para os principais cultivos (em milhões de ha), 2007

As figuras anteriores mostram a evolução dos OGM no mundo desde sua introdução em 1996 (na ordem das colunas: soja, algodão, milho e canola). Essa expansão concentrou-se inicialmente nos EUA e foi posteriormente envolvendo países do terceiro mundo, como Argentina e Brasil. Nos EUA a área ocupada<sup>35</sup> com transgênicos chegou a 92% na soja, 68% para o algodão e 68% para o milho, no ano de 2008 (CORNEJO, 2008).

Os países que mais cultivam plantas geneticamente modificadas são apresentados na tabela seguinte. As três primeiras posições refletem o ranking de produção de soja, haja vista que essa cultura representa a principal parcela de área plantada com OGMs.

<sup>35</sup> Caso seja considerada a adoção das stacked varieties, ou variedades que conjugam mais de uma característica engenheirada, seja na mesma planta, seja em plantações diferentes (caso por ex. do algodão, que tem cultivares tolerantes a herbicidas e outras produtoras de inseticida Bt. O milho também possui cultivares com características solteiras HT ou Bt e também stacked que conjugam as duas características na mesma planta), a área plantada nos EUA com transgênicos subiria para 80% no caso do milho e 86% no algodão, dados do ano de 2008 (CORNEJO, 2008).

Tabela 17 - Área global de culturas geneticamente modificadas por país em 2007 (em milhões de Ha)

Posição	País	Área (milhões de hectares)	Culturas
1	EUA	57.7	Soja, Milho, Algodão, canola, papaia, alfalfa
2	Argentina	19.1	Soja, Milho, Algodão
3	Brasil	15.0	Soja, Algodão
4	Canadá	7.0	Canola, Milho, Soja
5	Índia	6.2	Algodão
6	China	3.8	Algodão, tomate, petunia, papaya, pimento doce
7	Paraguai	2.6	Soja
8	África do Sul	1.8	Milho, Soja, Algodão
9	Uruguai	0.5	Soja, Milho
10	Filipinas	0.3	Milho

Fonte: adaptado de JAMES, 2007

Há outros 12 países<sup>36</sup> que já autorizam o plantio dos OGMs, no entanto, a área plantada sequer chega a 100 mil hectares em sua grande maioria. A distribuição de cultivo de acordo com as características engenheiradas reflete a predominância da cultura da soja, com a característica de resistência a herbicidas, em especial a soja RR, tolerante ao Glifosato.

Os dados apresentados anualmente pelo ISAAA têm sido praticamente os únicos que fornecem, de forma ordenada, uma estimativa global de adoção dos cultivos transgênicos. No entanto, uma série de pesquisadores e ativistas vêm criticando esses dados, por supostas inconsistências, superestimação de plantio, e falta de transparência acerca da origem e confiabilidade das fontes. Outra acusação frequente diz respeito a uma tendência ufanista, de generalização de um processo que se encontra apenas em seu início, como será visto a seguir.

O relatório anual do ISAAA reportou que 23 países plantaram transgênicos em 114,8 milhões de hectares. Entretanto teria sido incluída dupla contagem de 19% de cultivos transgênicos com duas características engenheiradas combinadas na mesma planta. E 15 dos 23 países plantaram áreas tão pequenas que podem ser considerados experimentos comerciais que seriam eliminados quando falharem ou causarem impacto ambiental. As críticas também são dirigidas ao fato de, mesmo países onde há apenas 70 mil hectares de algodão GM (caso da Austrália) serem contabilizados como se fossem totalmente tomados pelos cultivos GM. Os críticos lembram que há muitas fazendas naquele país que, sozinhas, possuem área maior do que essa em termos de tamanho de terras, o que mostraria a

<sup>36</sup> Austrália, Espanha, México, Colômbia, Chile, França, Honduras, República Checa, Portugal, Alemanha, Eslováquia e Romênia.

insignificância relativa da produção GM até o momento (PHELPS, 2008).

No entanto os aspectos mais relevantes são:

- que 98,6% (113,2 milhões de hectares) de cultivos comerciais transgênicos são plantados em apenas oito países.
- que mais de 88% são cultivados em apenas cinco países, todos situados no continente americano. Os EUA sozinhos respondem por mais de 50% de todos os cultivos comerciais de OGMs.
- ainda que o ISAAA afirme que 10,3 milhões de agricultores plantaram cultivos GM em 2007, isso representaria menos de 1% dos mais de 1,3 bilhões de agricultores do mundo.
- que dos 195 países existentes no mundo, mais de 172 permanecem livres de OGMs e baniram ou restringiram severamente o seu uso. (Phelps, 2008)
- um aspecto intrigante é a estagnação do lançamento de novas características transgênicas. Mais de uma década depois do lançamento da soja RR, as firmas de biotecnologia não introduziram um único OGM com rendimento claramente superior, ou com aspectos nutricionais melhorados, ou tolerantes a seca ou salinidade. Também não foram lançadas cultivares tolerantes a doenças. Na verdade é um sucesso feito de apenas duas características tolerância a herbicidas (HT) e resistência a insetos (Bt). De fato a esmagadora maioria (cerca de 80%) dos cultivos transgênicos opera apenas a tolerância a herbicida (FOEI, 2008 p. 6).

Os novos lançamentos que estão sendo preparados nos laboratórios pela indústria de biotecnologia são, em geral, variedades com tolerância a aplicações mais elevadas de pesticidas, para poder superar barreiras que já surgem no horizonte aos OGMs de primeira geração. Algumas empresas já pesquisam plantas que toleram aplicações de dois herbicidas diferentes (Glifosato e Inibidores da ALS), em vista do aumento da resistência ao Glifosato (FOEI, 2008).

Das 12 cultivares aguardando aprovação comercial pelo Departamento de Agricultura dos EUA (USDA), 5 são tolerantes a herbicidas, sendo que duas tem tolerância a dois herbicidas, e três são tolerantes a um único herbicida. Nenhuma delas representa novas características benéficas. Também as permissões de testes de campo indicam essa tendência. Mais de 1/3 dos atuais testes de campo envolvem tolerância a um ou mais herbicidas. Essas permissões alcançam 352 testes direcionados apenas a herbicidas, envolvendo 18 espécies diferentes e tolerância a mais de oito diferentes ingredientes ativos, sendo o Glifosato o principal, seguido pelo Dicamba (FOEI, 2008).

Como mais de 80% dos hectares GM cultivados direcionam o uso para pesticidas associados aos cultivos, seria a biotecnologia essencialmente uma tecnologia estimuladora do uso de pesticidas?

Apesar dessa guerra de números e interpretações, é fato que os cultivos geneticamente modificados têm penetrado justamente nos países que respondem pelos maiores volumes e valores da produção mundial (no caso da soja e milho). Ou seja, grande parte dos países do globo têm pouca influência sobre o volume de produção e menos ainda em relação ao comércio internacional de produtos agrícolas. E os OGMs estariam ganhando participação justamente naqueles que têm maior peso e penetração produtiva no mercado mundial.

A característica engenheirada que tem ocupado maior espaço nas lavouras mundiais é a de resistência a herbicidas, em particular ao Glifosato, que tem crescido de forma rápida e consistente, ocupando cerca de 60-70% da área total cultivada com OGMs.

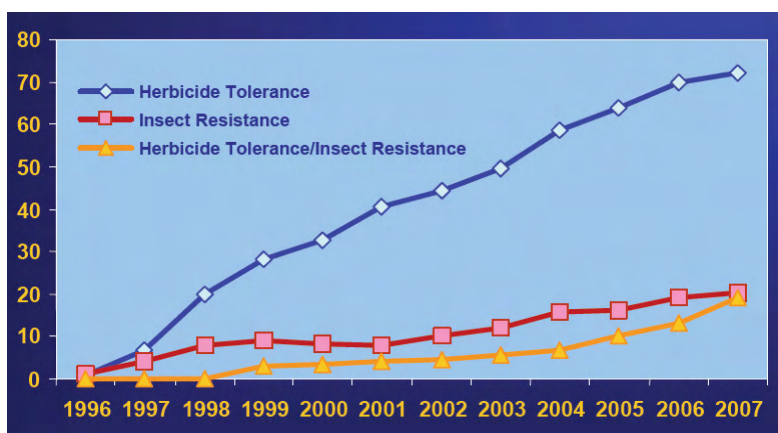


Figura 13 - área global de cultivos GM, 1996-2007, por características engenheiradas (em Milhões de Hectares)

Há também um crescimento sustentado dos cultivos com combinação de várias características engenheiradas, especialmente a de tolerância a herbicida junto com a resistência a insetos (variedades Bt), o que aponta para o início de uma tendência de crescimento de características combinadas trazidas pela segunda onda<sup>37</sup> de transgênicos (sem contar com os lançamentos futuros já anunciados pelas corporações). TRACY (2008) informa que a Monsanto deverá lançar até o final de 2010 uma variedade de milho (SmartStax) com um total de oito características engenheiradas, além de outras variedades resistentes a seca. A Monsanto já tem no mercado dos EUA uma variedade de milho com três características transgênicas (RR, e com tolerância a dois tipos de insetos), que é líder de mercado de sementes.

Goy (2007) informa que cerca de 30 milhões de hectares de milho nos EUA já são

<sup>37</sup> A segunda onda de OGMs seguiu de modo complementar à primeira, que foi a das variedades tolerantes a herbicida (HT) e produtoras de toxinas (Bt) como características transmitidas de forma singular. Na nova fase se busca combinar as duas (ou mais características) em uma única planta, trazendo maior valor tecnológico agregado para os agricultores (TRACY, 2008).

cultivados com variedades que combinam duas ou mais características engenheiradas.

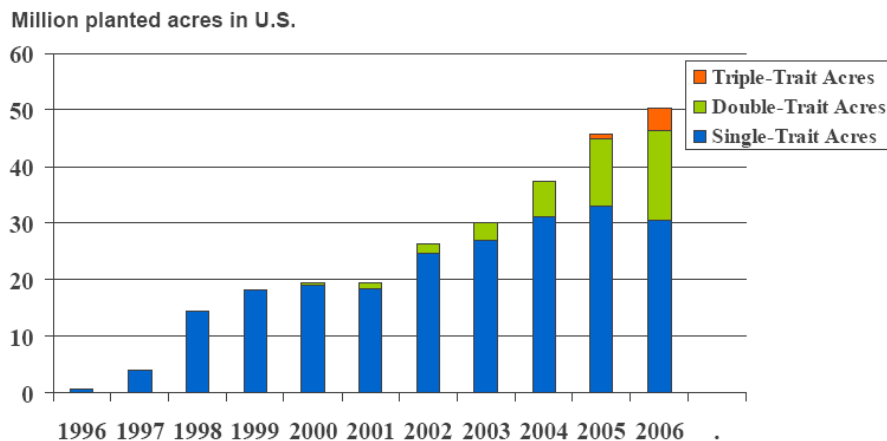


Figura 14 – Estados Unidos da América. Evolução do plantio de cultivares transgênicos de milho de acordo com a quantidade de características engenheiradas (em milhões de acres)  
Fonte: GOY, 2007 p. 4, a partir de dados de Croplife/ISAAA

GIANESSI et al. (2002) relatam resultados experimentais de pesquisas já em andamento com a soja Bt combinada aos genes RR. Essas variedades vêm sendo pesquisadas de forma concorrente pela Monsanto, Mycogen/Dow e Pioneer. Houve redução de desfoliamento ocasionado por lagartas da soja e por brocas. Algumas variedades japonesas de soja possuem resistência natural a alguns insetos. Pesquisas com marcadores genéticos já estão em andamento na Universidade da Geórgia (EUA), demonstrando redução no desfoliamento entre 3,4% e 19,5% em relação às variedades atualmente disponíveis.

Com essas novas gerações de cultivares transgênicos com características combinadas, a tendência à adoção dos OGMs pode muito bem se acentuar em vista dos ganhos econômicos prometidos pelas novas tecnologias, desde que a relação custo-benefício se mantenha favorável<sup>38</sup>. Atualmente no Brasil, pesquisas vêm sendo desenvolvidas visando o enfrentamento de gargalos climáticos e de fatores bióticos como pragas e doenças. Para o caso da soja, a Embrapa desenvolve pesquisa para produção de variedades tolerantes a seca, como pode ser visto na figura 11.

Nos EUA e Canadá, a Monsanto já está em fase de registro de cultivares transgênicos de milho tolerantes a seca, desenvolvido em conjunto com a empresa Basf, ao custo de 1,5 bilhão de dólares (FARM CHEMICALS, 2009a).

<sup>38</sup> Alguns estudos mostram, entretanto, que as variedades combinadas (stacked varieties) têm apresentado resultados piores em termos de produtividade física por hectare. Como exemplo, temos JOST et. al. (2008);



Figura 15 - Plantas de soja GM contendo a construção gênica para tolerância à seca (esquerda) e não GM (direita) sob estresse hídrico. Pesquisa em andamento na Embrapa CNPSoja.

Fonte: MARCELINO et. al. 2007 p. 3

No entanto, apesar dos cultivos GM terem tido um crescimento acentuado pode-se observar ritmos diferenciados entre eles. Os grandes números trazidos pelo ISAAA passam a falsa ideia que os OGM crescem exponencialmente e de modo uniforme em todo o globo. A Tabela 18 mostra que o ritmo de adoção varia de cultura para cultura e de acordo com cada transgene introduzido. Em alguns casos, como o do milho nos EUA, houve contramarchas com inversão, ainda que temporária, da taxa de crescimento.

Tabela 18 - Taxa de adoção (% sobre área total plantada) de soja, milho e algodão transgênicos desde sua introdução, nos EUA

	Soja HT EUA	Milho Bt	Algodão Bt
1996	Introdução	Introdução	Introdução
1997	17%	8%	15%
1999	56%	26%	32%
2001	68%	19%	37%
2004	85%	45%	76%

Fonte: (CORNEJO e MCBRIDE, 2002; CENTER FOR FOOD SAFETY, 2005)

Os dados dos EUA ajudam a mostrar a evolução das taxas de utilização nessa fase inicial em que os cultivares GMs são predominantemente conformados por características singulares (essa situação tende a ser diferente com a crescente incorporação de características múltiplas concomitantemente, de forma que os benefícios da tecnologia sejam maiores e mais claras aos olhos dos produtores).

Analisando a situação dos primeiros anos de implantação da soja RR nos EUA é possível verificar a tremenda expansão dessas variedades. Em 1999 (apenas 3 anos depois da sua introdução) a maior parte das lavouras dessa oleaginosa era transgênica. Já com o



milho a situação difere substancialmente. No início, as variedades GM mais do que triplicam de tamanho, ocupando 26% da área em 1999. No entanto há um recuo em 2001, mostrando problemas com essa lógica de expansionismo linear propagandeada pela indústria. Os dados de 2004 mostram que mesmo tendo voltado a se expandir, ainda assim, a produção de milho Bt não era majoritária nas lavouras norteamericanas.

Com o algodão ocorre uma situação intermediária, onde em 1997 as variedades Bt ocupavam 15% do total (proporção semelhante a da soja GM neste mesmo ano). No ano de 1999 a área ocupada mais do que dobra, chegando aos 32% no entanto, marca passo no biênio seguinte (com um pequeno aumento de +- 15%). Nos três anos seguintes a lavoura GM dobra de tamanho.

A lição parcial que se pode tirar dos EUA é que cada variedade GM tem sua história particular, não podendo ser generalizada previamente sua aceitação/rejeição de forma massiva pelos agricultores. Muito menos se pode aceitar uma postura triunfalista das empresas produtoras de sementes GM.

## **6.2 Aspectos técnicos da produção da soja convencional e transgênica**

### ***Aspectos técnicos da produção de soja convencional***

Para efeito dos objetivos deste estudo serão abordados apenas os aspectos mais relevantes que marcam a diferenciação entre o cultivo convencional e o de variedades resistentes ao Glifosato. Dentre estes, o aspecto mais destacado é o manejo de plantas daninhas, ou ervas espontâneas<sup>39</sup>.

O gerenciamento do controle de plantas espontâneas constitui-se numa prática cultural de elevada importância para obtenção de altos rendimentos. A soja é especialmente afetada em caso de competição por luz, água e nutrientes podendo, a depender do nível de infestação, resultar em comprometimento da produção, dificultando a operação de colheita e afetando a qualidade dos grãos (EMBRAPA, 2005).

Os métodos normalmente utilizados para controlar as ervas espontâneas são o mecânico (capina, cultivadores,...), o químico (uso de herbicidas) e o cultural (espaçamento, rotação de culturas, cobertura morta, etc.), de preferência combinados entre si. O controle cultural se utiliza de técnicas de manejo (variações na época de semeadura, espaçamento,

---

<sup>39</sup> Há uma discussão conceitual no meio agrônomo, acerca da adequação dos termos “daninha” ou “invasora”, para se referir às plantas que surgem espontaneamente nas áreas de lavoura. Obviamente parte-se de um pressuposto extremamente anti-ecológico, onde o ideal seria a completa ausência de qualquer espécie que não a cultura principal. Para efeitos do presente trabalho, nos ateremos ao termo “ervas espontâneas”, sem entrar no mérito desse debate específico.

densidade, adubação, cobertura de solo no inverno, cultivar empregada, etc.) que favoreçam o desenvolvimento da soja, em detrimento ao da planta competidora. No entanto, o método atualmente mais utilizado para controlar ervas espontâneas é o químico, ou seja, o uso de herbicidas. Suas vantagens são a economia de mão-de-obra e a rapidez na aplicação. (EMBRAPA, 2005).

Os herbicidas são classificados quanto à época de sua aplicação em pré-plantio, pré-emergentes e pós-emergentes. Somente para a cultura da soja existiam mais de 30 tipos de herbicidas registrados e cerca de 30 espécies de plantas competidoras com ocorrência mais usual (EMBRAPA, 2005).

Outro avanço tecnológico relevante para a soja foi a introdução do método do plantio direto, empregado no Brasil a partir dos anos 1990. Com o plantio direto eliminam-se práticas de aração e gradagem do solo para seu preparo, o que representa economia de tempo, equipamentos e dinheiro. No entanto, para que esse manejo seja eficaz é necessária a aquisição de maquinário apropriado (plantadeiras específicas) e o uso de herbicidas, de forma a controlar a ocorrência de ervas espontâneas.

O plantio direto requer primeiro, o manejo de entressafra das espontâneas, em geral feitas com a utilização do Paraquat, Paraquat + Diuron; Glifosato; 2-4-D; ou mistura de Glifosate + Imazethapir; entre outros. O número de aplicações e as dosagens variam conforme o grau de infestação das ervas espontâneas, a variedade com que se apresentam, e o estágio de desenvolvimento. Em geral se fazem aplicações sequenciais, de forma a eliminar mesmo espécies de difícil controle<sup>40</sup>. A primeira aplicação geralmente é feita cerca de 15 a 20 dias após a colheita da cultura comercial ou espécie cultivada para cobertura de solo (EMBRAPA, 2005).

A utilização de espécies de inverno para cobertura morta é uma alternativa que tem possibilitado a substituição ou redução no uso de herbicidas em semeadura direta. No período de safrinhas e pousio também é importante manter o controle de plantas daninhas e também a eventual ocorrência de soja voluntária.

### ***Alterações ocorridas em aspectos técnicos da produção com a introdução da soja RR***

O aspecto principal que passa por alterações com a introdução da soja RR é o manejo de plantas espontâneas, em que antes se utilizavam vários herbicidas e misturas

---

<sup>40</sup> No caso de espécies perenizadas, como o caso do capim-amargoso e a braquiária, chega-se a utilizar 5 litros/ha de Glifosato. (EMBRAPA, 2005)

formuladas, agora pode ser aplicado somente o ingrediente ativo Glifosato. O Glifosato (Glyphosate) é um herbicida com amplo espectro de ação, que pode ser utilizado em diferentes estádios de desenvolvimento das plantas espontâneas. A operação de controle das plantas que germinam antes da semeadura (dessecação de manejo), normalmente recomendada para a cultura da soja convencional, é mantida. A utilização do Glifosato em pós-emergência da cultura e das espécies infestantes pode ser feita em aplicação única ou seqüencial (EMBRAPA, 2005)

A eficiência de controle do glifosate, a flexibilidade na aplicação e a facilidade de seu uso fazem o diferencial quando comparado aos herbicidas convencionais. Porém, segundo a Embrapa, caso ele não seja bem manejado pode trazer consequências sobre o controle das ervas daninhas e sobre o rendimento de grãos. Para isso é fundamental o manejo de entressafra e de safrinha, de modo a evitar a formação de um alto estoque de sementes de espontâneas, ou mesmo deixar passar o ponto de controle de algumas das espécies mais persistentes (GAZZIERO, ADEGAS e VOLL, 2008).

Para um adequado controle de ervas espontâneas recomenda-se a utilização do solo na entressafra para dificultar o estabelecimento das ervas. O controle de plantas daninhas na soja RR inicia-se com a operação de dessecação (ou controle) das espécies que estão presentes antes da semeadura. Tanto como na soja convencional recomenda-se que no dia da semeadura as plantas espontâneas já devam estar controladas. A supressão ou retardamento da dessecação de pré-semeadura afetará o rendimento pela maior competição com as ervas espontâneas (GAZZIERO, ADEGAS e VOLL, 2008).

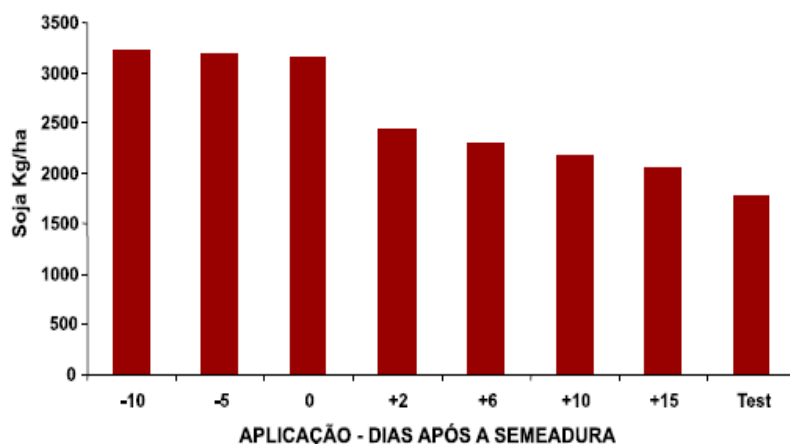


Figura 16 –Rendimento da Soja RR (em Kg/ha) em função da época de dessecação na pré ou pós-semeadura da soja.

Fonte: GAZZIERO, ADEGAS e VOLL, 2008 p. 3

Os dados acima demonstram a relação direta entre a existência de ervas espontâneas antes do plantio e o rendimento da cultura da soja, reduzindo em cerca de 500

Kg/ha a colheita, caso o controle (dessecação) seja feito apenas após a semeadura da soja. Tal efeito pode ser visto na próxima figura.



Figura 17 - Efeitos da dessecação antes e depois da semeadura em Soja.  
Fonte: GAZZIERO, ADEGAS e VOLL, 2008 p. 3

Para espécies tolerantes ao Glifosato (trapoeraba, erva-quente e erva-de-touro) a pesquisa recomenda acompanhamento com atenção: estágio de desenvolvimento da planta daninha, dose, época da aplicação, etc. Já espécies de difícil controle (Erva de Santa Luzia, Poaia Branca, Agriãozinho, Capim Barbicha de Alemão, e Corda de Viola) podem ser selecionadas em função do uso continuado do produto. Nesse sentido é recomendado rotacionar soja convencional e transgênica (RR) e/ou herbicidas de diferentes mecanismos de ação (EMBRAPA, 2006).

A recomendação técnica oficial para aplicação em dose única de Glifosato, na formulação Roundup, varia de 1,2 a 2,5 litros/ha, no período de 20 a 45 dias após a emergência na cultura. O período ideal para aplicação única ocorre entre 20 e 30 dias após a emergência. Aplicações mais tardias podem permitir que os inços comprometam a produtividade da lavoura. A aplicação seqüencial é indicada para os casos de área com alta infestação, áreas com espécies de germinação desuniforme e para áreas com espécies consideradas de difícil controle. A primeira dose deve ser de 1,5 l/ha até os 20 dias após a emergência da cultura e a segunda dose, de 1 l/ha, após 15 a 20 dias da primeira aplicação (EMBRAPA, 2006).

Tabela 19- Sistema de tratos culturais para o controle de plantas daninhas da soja GM e Convencional (NOGM) nos estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás.

Atividade	MS		MT		GO	
	NOGM	OGM	NOGM	OGM	NOGM	OGM
Dessecação	Glifosato + 2,4D	Glifosato + 2,4D	Glifosato + 2,4D	Glifosato + 2,4D	Glifosato + 2,4D	Glifosato + 2,4D
Controle de plantas daninhas - Folhas Largas	Clorimuron etílico +Lactofem	Glifosato	Clorimuron etílico +Lactofem	Glifosato	Clorimuron etílico +Lactofem	Glifosato
Controle de plantas daninhas - Folhas Estreitas	Haloxifop R ou Fluazifop-p-butil	Glifosato	Haloxifop R ou Fluazifop-p-butil	Glifosato	Haloxifop R ou Fluazifop-p-butil	Glifosato
Número de i a	5	2	5	2	5	2

Fonte: OSAKI e BATALHA, 2007

Na tabela acima pode-se observar que a principal mudança identificada entre os sistemas de produção convencional e transgênico está na introdução do Glifosato para substituir os outros herbicidas em pós-emergência na cultura da soja. Os autores identificaram como principal razão para adoção dessa tecnologia (GM) a facilidade no controle das plantas daninhas com uso de um só produto, sendo que o herbicida Glifosato pode ser utilizado em qualquer época do ano, reduzindo erros de ordem técnica e indisposição climática que prejudiquem sua eficiência, possibilitando a colheita da soja em área limpa (OSAKI e BATALHA, 2007).

Observe-se também a redução no número de ingredientes ativos de herbicida utilizados por hectare (IA), que cai para cerca da metade do anteriormente empregado em cultura convencional. Ou seja, confirmar-se-ia o suposto benefício ambiental implícito nessa mudança derivado da redução do espectro de pesticidas utilizados<sup>41</sup>. Também no número de aplicações se identifica redução de uma a duas aplicações/safra de herbicidas. No entanto, a questão do volume de herbicidas aplicado dependerá do grau de infestação e da manifestação de resistência de plantas espontâneas ao Glifosato.

Mesmo antes da soja RR ter sido introduzida já havia sido constatada a ocorrência de resistência de ervas espontâneas ao Glifosato. A maioria dos casos de seleção e de resistência pode ser esperada quando se utiliza o mesmo herbicida, ou herbicidas com o mesmo mecanismo de ação, de forma sequencial e continuada. Erros na dose e na aplicação seriam as causas da maioria dos casos de falta de controle, segundo a Embrapa, e prevenir a disseminação e a seleção de espécies resistentes são estratégias fundamentais para evitar esse tipo de problema. A utilização e a rotação de produtos com diferentes mecanismos de ação e a adoção do manejo integrado (rotação de culturas, uso de vários métodos de controle, etc) fazem parte do conjunto de indicações para um eficiente controle das espontâneas. (EMBRAPA, 2006)

Em condições de campo, o número médio de aplicações de herbicidas realizados

<sup>41</sup> Isso não implica em cancelar ambientalmente o Glifosato, como será visto mais adiante, neste documento.

nas lavouras de soja no Estado do Paraná tem sido de 2,7 vezes por ciclo, segundo Lima (2008). O esperado com o uso da soja RR seria a redução para duas aplicações nos anos bons e três nos períodos ruins, ou em lavouras mais comprometidas com infestação de ervas espontâneas. Em casos extremos chega-se a quatro aplicações de Glifosato por safra.

Em pesquisa realizada em assentamento da reforma agrária no Rio Grande do Sul, Freitas (2005) identificou diversos fatores que concorreram para a adoção do cultivo de soja GM entre os agricultores assentados (a despeito da posição oficial do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra – MST - ser contra os transgênicos).

A primeira resposta de todas as famílias foi a maior produtividade<sup>42</sup> e o menor custo de produção. As condições que o herbicida round-up (secante), fornece no controle das ervas daninhas, redução no uso dos diversos tipos de venenos com alto teor tóxico. Menos contaminação do meio ambiente, segundo Éder Girardi “ antes usavamos venenos muito perigoso, exemplo o 2 4 D, a Trifuralina e o Tordon. Estes quando mal aplicados ocasionavam doenças em árvores e na saúde humana, estes problemas eram visíveis e hoje usamos o Roundup e não faz nenhum mal para a saúde e meio ambiente, este herbicida é faixa verde e não tem nenhum caso comprovado que faça mal”. De acordo com Rogério Wolenberg “há uma grande facilidade de manejar a produção. É só plantar, depois passar secante para matar os inços e esperar a colheita. Estas terras que ganhamos são muito inçadas e nesta região prevalece o cultivo da soja, se não é transgênico nunca que nós conseguiria vencer o mato”. (FREITAS, 2005)

Os produtores do assentamento optaram pela soja transgênica principalmente por razões econômicas. Seu custo de produção era inferior ao da soja convencional. Por utilizarem apenas um herbicida, havia uma grande redução do gasto com este agrotóxico e, conseqüentemente, no custo da produção. Também revelam aspectos positivos em termos econômicos, ambientais e sociais, tais como:

Há, além da economia financeira, aumento da praticidade e, por consequência, economia de tempo, porque é feita somente uma aplicação de herbicida. Uma agricultora afirmou que após a adoção da soja RR, tem tempo para descansar;  
Há economia de máquinas, equipamentos e combustíveis fósseis e de água, já que se usa menor quantidade de herbicidas;  
Há flexibilidade no controle das plantas daninhas, pois a aplicação não depende tanto do seu estágio de desenvolvimento e da condição climática (excesso ou falta de chuvas e umidade relativa do ar);  
A operação de colheita é otimizada, com redução das perdas devido à menor quantidade de impurezas no produto (há menos descontos na hora da venda);  
Os agricultores são menos expostos aos demais herbicidas considerados mais perigosos para a saúde e para o ambiente. Um agricultor afirmou: "meus filhos não aguentavam mais bater tanto veneno ";

---

<sup>42</sup> A conclusão dos agricultores de que a soja RR seria mais produtiva advém da sua vivência do dia-a-dia e não de experimentação sistemática que tivesse sido conduzida no assentamento.

Há manutenção da presença de jovens no campo. Uma agricultora relatou o ânimo dos jovens com a soja RR em sua região; “antigamente sofríamos demais com a enxada e com o forte calor do sol, tínhamos que trabalhar direto para conseguir limpar a roça e agora com os transgênicos é só plantar, passar veneno e depois colher, se tornou muito mais fácil”. Pequenos mamíferos, aves e peixes nas redondezas da produção de soja transgênica têm reaparecido”. (FREITAS, 2005)

Em resumo, a rápida implantação, em escala massiva, da soja RR no Brasil e no mundo, se explica em grande medida pelas vantagens trazidas com a tecnologia, das quais destacamos as principais:

- a redução na diversidade de herbicidas utilizados para controle das plantas daninhas e a resultante simplificação do processo de escolha e controle das mesmas .
- simplificação do manejo resultando em redução do tempo gerencial (tempo de tomada de decisão e acompanhamento da lavoura),
- redução do tempo de trabalho na lavoura, visto a redução das operações de preparo do solo e redução na passada de herbicidas.
- maior eficiência do controle das ervas espontâneas, ao menos nos anos iniciais de adoção das variedades resistentes ao Glifosato (RR).
- melhor aproveitamento da janela técnica de tempo disponível para aplicação do herbicida em casos de períodos climáticos adversos e/ou do estágio de crescimento das ervas;
- redução nos custos de produção via redução do número de operações com herbicidas e portanto, também no tempo de uso dos equipamentos (trator e pulverizador) permitindo sua utilização em áreas maiores; e também pela redução do valor total despendido com os herbicidas (seja pela redução do volume como principalmente pela queda de preço do Glifosato).
- expectativas (confirmadas apenas de forma parcial e localizada) de aumento da produtividade física das lavouras de soja.
- redução da poluição ambiental, pela substituição de herbicidas mais tóxicos pelo Glifosato que seria de menor toxicidade<sup>43</sup>.
- colheita de soja em área limpa, livre de ervas espontâneas, aumentando a produtividade da colheita, reduzindo embuchamento da colheitadeira e obtendo melhor preço devido a menor presença de impurezas.

---

<sup>43</sup> Crença aparentemente compartilhada por alguns cientistas e execrada por outros. Um dos membros da CTNBio ficou conhecido por sugerir que o Glifosato poderia ser ingerido sem causar danos ao ser humano, de tão inofensivo, biodegradável, etc. A esse respeito, a empresa Monsanto foi obrigada a retirar propagandas do herbicida em questão, em vários países, por serem consideradas enganosas. Elas sugeriam a inofensividade do produto (ROBIN, 2008). A esse respeito ver ANDRIOLI (2008) onde são citadas falas ingênuas de agricultores e absurdas de técnicos desinformados, acerca da inofensividade do Glifosato.

No entanto, nem todas essas expectativas se confirmam com o passar do tempo. Dentre os resultados comprovados por pesquisas independentes no caso brasileiro ou internacional, temos:

- houve redução de rendimento físico por hectare (de 5 a 10%) ou na melhor das hipóteses sua estabilidade. Dados da Embrapa consideram redução da produtividade com o cultivo de transgênicos, de uma média nacional de 48,57 sacas (2.914 Kg) para 47,11 sacas (2.826 Kg) por hectare (BENBROOK, 2002a; ELMORE et alii, 2001; ROESSING e LAZZAROTO, 2005; REUNIÃO..., 2006; VON DER WEID, 2007). Esse aspecto será retomado nos capítulos seguintes.

- verifica-se aumento na quantidade de Glifosato utilizado a cada ano, indicando problemas de manejo e o surgimento de plantas espontâneas resistentes (seja pela pressão de seleção, seja por mutações naturais) (BENBROOK, 2002a; BALCEWICZ, 2008)

- a complexidade da gestão no controle das plantas daninhas, que havia se reduzido no início do período, parece gradualmente se elevar novamente, uma vez que houve aumentos de custos das sementes RR, do herbicida Roundup e outros congêneres à base do Glifosato, e dúvidas sobre a melhor estratégia de controle do crescente número e infestação de ervas resistentes (NODARI, 2008; CHRISTOFFOLI, 2009).

- na pesquisa de campo para a tese, no estado do Paraná identificaram-se dificuldades para o controle de invasoras resistentes e, nos casos de retorno ou alternância para a produção convencional de soja, com o surgimento de dificuldades de controle de certas ervas espontâneas, como é o caso do leiteiro (conforme foto abaixo).



Figura 18 - Foto de lavoura convencional (em sequência a soja GM) infestada com leiteiro, resistente ao Glifosato. Laranjeiras do Sul, PR (2009)

Fonte: Arquivo do autor - Pesquisa de Campo

Em relação à queda da produtividade da soja RR os cientistas abordam dois tipos de



problemas: o *Yield Drag* e *Yield Lag*. O *Yield Lag* se refere à perda de produtividade derivada do fato de as cultivares convencionais de ponta ainda não terem sido engenheiradas, de forma que apenas cultivares de segunda linha podem ser utilizadas em cultivos GM. Com isso, há perda de produtividade pelo fato da cultivar de base ser menos produtiva do que as cultivares convencionais de ponta já disponíveis no mercado.

Já o *Yield Drag* se refere à perda da produtividade derivada da engenharia genética em si, ou de efeitos derivados do uso do Glifosato, ou seja, do fato de que ao se engenheirar uma cultivar, ocorrem perdas de eficiência nos mecanismos fisiológicos da planta, que se traduzem em redução da produtividade das cultivares engenheiradas em relação às suas “irmãs” convencionais.

A supressão de rendimentos pode resultar tanto de (i) diferenças genéticas entre cultivares, (ii) do processo de inserção gene a gene da resistência ao Glifosato, ou (iii) do defeito do uso do Glifosato (efeito do herbicida utilizado); ou (iv) de uma combinação dos três fatores. Assim na primeira situação o rendimento das variedades RR pode ser suprimido relativamente a outras variedades simplesmente porque o gene RR foi inserido em variedades de baixo rendimento ou mais antigas. Nós consideramos a supressão de produtividade associada com o efeito RR ou efeito do herbicida um problema potencialmente muito maior do que diferenciação genética entre cultivares, uma vez que, cedo ou tarde ele vai ser superado pela inserção dos genes RR em linhas parentais de alta produtividade. A importância relativa da supressão da produtividade devido a diferenças genéticas entre cultivares [GM e não-GM] deverá então diminuir com o tempo. O efeito RR e efeito do herbicida, no entanto poderia potencialmente prejudicar os rendimentos independente das cultivares utilizadas. Elmore et. al. (2001) identificaram que linhagens parentais renderam 5% menos do que suas linhagens irmãs não transgênicas. Está documentado que ao menos parte da perda de rendimentos associada com a soja RR está no próprio gene RR em si ou em sua inserção. (ELMORE et. alii. 2001 p. 404)

Parte do efeito *Yield Drag* poderia resultar da aplicação adicional de Glifosato, o qual poderia ter efeito depressivo sobre a produtividade da soja, em parte devido a possíveis efeitos sobre os Rhizobiums das raízes, que fixam Nitrogênio do ar (ELMORE, 2001; FERMENT, ZANONI e NODARI, 2009). No entanto Elmore et alii (2001) não encontraram evidências estatísticas dessa depressão devido ao uso do Glifosato em si. Pesquisas adicionais necessitariam ser feitas para confirmar esse dado.

A indústria responde a esses questionamentos dizendo que as diferenças de produtividade são temporárias e resultantes de fenômeno explicável. Devido ao fato da característica transgênica ser introduzida por engenharia genética em uma única variedade comercial, que é adequada a condições limitadas de produção em uma determinada faixa específica de clima e solos, etc., torna-se necessário, através de cruzamentos convencionais ampliar o alcance dessas características transgênicas para outras cultivares

de soja. Como esses cruzamentos mediante método convencional são mais demorados, muitas vezes tarda algum tempo (4 a 5 anos) para se obter variedades que reúnam as características desejadas de transgenia e alta produtividade. Portanto, seria uma condição temporária até que se possa produzir, através de métodos convencionais de melhoramento, a recaptura das características agronômicas desejadas das variedades doadoras, nas novas cultivares RR (CARPENTER, 2001; ROESSING e LAZZAROTO, 2005).

Por conseguinte, começaram a surgir evidências científicas do efeito fisiológico resultante do gene RR ou do processo de sua inserção nas plantas de soja. Na média, linhagens não GM renderam 5% (200 kg/ha) mais do que suas irmãs RR numa média de vários experimentos nos EUA. Bertran e Pedersen (2004) também identificaram em experimentos de campo no Wisconsin (EUA) que em ambientes de alta produtividade a soja RR apresentou rendimentos por hectare consistentemente mais baixos, em no mínimo 6%. Portanto poderia ser indicativo de problema fisiológico derivado da própria transgenia, a perda de produtividade em linhas gêmeas (o yield drag) verificado na cultura da soja.

No caso brasileiro pode-se inferir a partir da pesquisa de campo desta tese, que o principal fator explicativo para o diferencial atual de produtividade entre soja convencional e transgênica seja devido ao *Yield Lag*, pois poucas variedades de soja adaptadas à realidade edafo-climática brasileira foram disponibilizadas nos anos iniciais de cultivo transgênico. Aos poucos esse atraso começa a ser superado, havendo em 2005 cerca de 60 variedades de soja com resistência ao Glifosato registradas no país. No entanto as indicações de cultivo pelos pesquisadores eram mais restritas. Por exemplo, para a safra 2006 o Paraná tinha 11 opções de cultivares de soja RR, contra 12 em SP, 3 no MS, 2 em MG e apenas 1 para o estado de Mato Grosso. Para o Rio Grande do Sul existiam 13 variedades RR recomendadas (EMBRAPA, 2005; Embrapa, 2006; REUNIÃO..., 2006; ROESSING e LAZZAROTO, 2005). Pesquisas e adaptações de cultivares já estão em curso no Brasil para busca de maior produtividade das cultivares transgênicas. Kruker, Maranhão e Melo (2008) informam que a Embrapa desenvolve um programa emergencial para produção de variedades GM. As variedades testadas, como a BR02-72965RR e a BRS 245 RR tiveram rendimento em condições de pesquisa, de 4.040 Kg/ha e 3.673 Kg/ha respectivamente.

Há pouca informação disponível sobre a ocorrência de yield drag no Brasil, em particular por não ter havido estudos comparativos entre linhagens irmãs submetidas à mesma situação edafoclimática, em condições controladas. Um estudo nessa linha foi realizado pela FUNDACEP, no estado do Rio Grande do Sul e também encontrou evidências de perda de produtividade na soja transgênica (VON DER WEID, 2007). No entanto, dados das instituições de pesquisa da região Sul do Brasil parecem corroborar com a tese do Yield Lag. Na reunião anual de indicações do sistema de produção para a soja no

Rio Grande do Sul (REUNIÃO..., 2000) das 11 variedades RR indicadas para o extremo-sul do país, nove tiveram rendimento inferior à média de ensaios regional (onde se compara o rendimento de todas cultivares entre si), apenas uma teve rendimento superior à média (cultivar Fundacep 53 RR), com outra cultivar tendo o rendimento igual à média<sup>44</sup>. O rendimento obtido pelas cultivares RR alcançou em média 95,09% do rendimento médio de todas as variedades (RR inclusive). Excluindo-se as duas variedades que obtiveram resultados igual ou superior à média, o rendimento das cultivares RR baixaria para 93,22% da média regional, ou seja, uma perda de cerca de 6% em produtividade.

Na pesquisa de campo da tese, esse foi um dos elementos indicativos surgidos como fator explicativo decisivo para restrição ao avanço dos transgênicos na Região Central do Paraná. Produtores entrevistados indicaram que as cultivares transgênicas disponíveis rendiam, em condições de alta tecnologia, cerca de 30 sacas de soja a menos por alqueire cultivado. Nessas lavouras altamente produtivas, é comum obter-se 136 sc/alq. de rendimento total, o que equivale a 56 sc/ha. Isso resulta numa perda de produtividade de 12,4 sacas ou 744 Kg de soja por hectare. As variedades mais produtivas na região de Laranjeiras do Sul eram a BRS 232, a BRS 255, BRS 243, Apolo e CD 213 (CHRISTOFFOLI, 2009).

### **6.3 Evolução do cultivo da soja RR no Brasil**

A soja transgênica resistente ao Glifosato é introduzida ilegalmente via o Rio Grande do Sul desde o ano de 1996-97, através de contrabando de sementes de variedades argentinas. Inicialmente a soja espalha-se pelo estado sulino e toma conta da maior parte dos campos produtores de soja naquele estado. Mesmo sendo ilegal e havendo posicionamento do Governo Olívio Dutra (1998-2002) pela proibição do plantio (o Rio Grande do Sul chegou a ser declarado zona livre de transgênicos pelo Governo do estado no final dos anos 1990), a área plantada só fez aumentar, criando uma situação de fato consumado.

Em 2003 quando o Governo Lula assume o Governo federal, a área plantada atinge proporções epidêmicas no Rio Grande do Sul, mas alcança áreas pequenas e controláveis nos outros estados sulinos. Através de lobby e forte pressão política da indústria, cooperativas agrícolas e latifundiários, uma série de medidas provisórias são editadas e é assegurado o direito de colheita e replantio da soja GM no país nos anos 2003 e 2004, sendo que a lei que libera o uso dos transgênicos somente é aprovada em 2005.

A figura 20 apresenta uma estimativa da evolução histórica ocorrida no país em

---

<sup>44</sup> Ver dados dos rendimentos das cultivares no anexo 4.

relação ao plantio de soja RR. Aparentemente há algumas imprecisões nos dados, como o sub-registro de plantio no período 1997 a 2002, visto que o Rio Grande do Sul já possuía importante produção ilegal de OGMs nesse período, como foi amplamente noticiado, e respondia por cerca de 20% da produção brasileira. E, no período mais recente, parece haver uma sobreestimação da expansão da soja RR (a esse respeito ver também o capítulo 9).

No Brasil, a soja geneticamente modificada tolerante ao glifosato foi plantada pela primeira vez provavelmente em 1997. Desde a primeira lavoura tecnicamente legal, na safra de 2003/2004, a área plantada com a soja tolerante ao glifosato cresceu consideravelmente, atingindo 56% da área plantada total de soja no país na safra 2006/07 (Céleres<sup>45</sup>, 2007). (PEREIRA, LEAL e HUSSNE, 2007 p. 34)

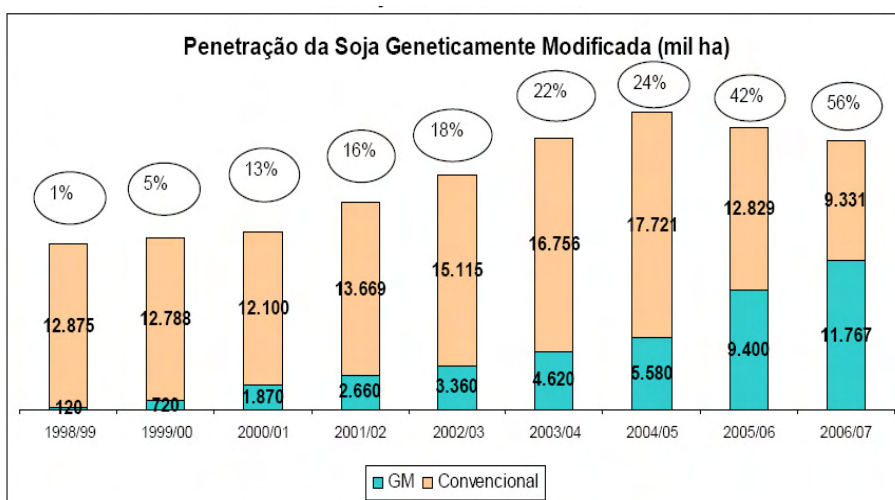


Figura 19 – Brasil -Evolução do plantio de soja convencional e transgênica. 1998-2007  
 Fonte: PEREIRA, LEAL e HUSSNE, 2007 p. 34 a partir de dados de Céleres/Abrasem/Conab/ISAAA.

Já em 2007, segundo informe do ISAAA, o Brasil teria plantado 14,5 milhões de hectares com soja RR (56% do total), enquanto os EUA teriam reduzido a sua área plantada com Soja RR (ISAAA, 2008). Contudo, se o Brasil tivesse plantado 14,5 milhões de ha de soja GM, de um total de 22 mi ha, significa que mais de 60% da área plantada seria GM, o que aparentemente não condiz com as informações de campo e de mercado.

Estudos realizados acerca das prováveis perdas incorridas pelo país com o “atraso na adoção<sup>46</sup> dos OGMs” indicariam um valor US\$ 4,51 bilhões em benefícios no período 1998 a 2006, sendo 3,1 Bi para os agricultores e 1,41 Bi para a indústria de biotecnologia

<sup>45</sup> A empresa Céleres apresenta certa imprecisão nos dados, num viés pró-transgênicos (ver VON DER WEID, 2007), de modo que se recomenda cautela quanto à confiabilidade dessa projeção feita pela mesma.

<sup>46</sup> O interessante é que nesse estudo, ilegalidade virou “atraso legal”. É impressionante como a classe dominante brasileira consegue resolver seus dilemas apenas com ajuda da linguística!

(leia-se Monsanto) (ISAAA, 2008).

Entretanto, um fato intrigante diz respeito às diferentes taxas e velocidades de adoção aos OGMs. O estado do Rio Grande do Sul rapidamente se vê tomado pela cultura da soja. Mais de 90% da área plantada com soja é transgênica, ainda que ilegal. E tal fato persiste, já com a soja legalizada, ao passo que nos estados do Paraná e Mato Grosso, ainda hoje a soja transgênica luta para se tornar majoritária. Apenas na atual safra estimativas de mercado (sempre imprecisas) indicam que a maioria da soja plantada tenha sido transgênica. Qual explicação para esses fatos? Teria havido diferenciação entre tipos de produtores na adoção da soja geneticamente modificada? As características do mercado comprador influenciaram?

Uma hipótese possível para essas velocidades distintas de adoção da soja geneticamente modificada entre os estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Mato Grosso é de que a pressão dos mercados poderia explicar parte da diferenciação para plantio de soja convencional ou OGM. Tendo em vista que a Europa, principal comprador de soja e derivados do Paraná prefere soja convencional, desestimularia o plantio das variedades engenheiradas. Tal hipótese encontraria ressonância na prática dos mercados e nos preços praticados? Nos primeiros anos do cultivo de OGMs houve resistência de parte dos países compradores em pagar preço prêmio pela soja convencional. Mais recentemente, com o crescimento da produção GM, aumentou a dificuldade para se encontrar produto convencional no mercado, tem-se iniciado um movimento no sentido de pagar sobrepreço ao produto convencional, dado confirmado pela pesquisa de campo nos Estados do Paraná e Rio Grande do Sul. A seguir analisa-se os dados referentes a essa hipótese:

Em 2007 o Brasil exportou 23,7 milhões de toneladas de soja em grão, sendo a Ásia o destino de 54,5% do total comercializado (HIRAKURI, 2008). O Mato Grosso responde pela principal fatia dessa exportação (28,7%) seguido do Rio Grande do Sul e Paraná (23,2% e 15,6% respectivamente). É importante observar que o Paraná respondeu pelo segundo posto entre os estados exportadores nos anos anteriores, reduzindo o volume exportado de soja em grão no último biênio. Os três principais estados somados chegaram a responder por 67,5% do total nacional exportado.

Tabela 20 - Brasil. Principais estados exportadores de soja em grão no período de 2003 a 2007 (em mil toneladas)

Estados	2003	2004	2005	2006	2007
Mato Grosso	4.848.502	5.041.915	9.086.389	9.920.599	6.822.137
Rio Grande do Sul	3.792.297	2.200.352	439.739	3.281.005	5.503.371
Paraná	5.111.064	4.513.005	4.006.891	2.891.525	3.729.772
Goiás	2.183.320	1.843.558	3.066.616	2.800.224	2.192.407
Mato Grosso do Sul	233.830	345.325	978.248	1.182.096	1.065.860
Santa Catarina	41.712	79.622	132.873	206.735	1.057.247
Maranhão	576.581	676.922	896.838	1.021.543	841.944
Bahia	52.590	378.147	663.849	448.706	708.876

Fonte: HIRAKURI, 2008b, p. 22, a partir de dados da SECEX/MDIC.

A soja em grão brasileira é exportada principalmente para a Ásia (China, em particular), seguido pela Europa. Esse fenômeno é relativamente recente, visto que apenas na última década a China assume o papel preponderante como mercado consumidor da soja brasileira e mundial, em vista do acelerado crescimento econômico verificado naquele país. A Tailândia também vem crescendo o consumo e pode nos próximos anos vir a ocupar posição de maior destaque no ranking dessa oleaginosa.

Tabela 21 - Principais países importadores da soja em grão brasileira no ano de 2007 (em 1000 tons)

Países	2003	2004	2005	2006	2007
China	6.101.943	5.678.005	7.157.546	10.769.167	10.071.882
Holanda	3.669.291	3.569.138	5.049.511	3.742.297	3.359.328
Espanha	1.569.663	1.542.159	2.089.359	1.866.685	2.356.072
Itália	773.353	862.255	1.344.951	1.058.198	1.165.038
Tailândia	92.390	326.852	632.068	767.080	918.057

Fonte: HIRAKURI, 2008b, p. 22, a partir de dados da SECEX/MDIC.

No entanto, para os fins a que se propôs analisar esse conjunto de dados acerca do mercado externo da soja brasileira, o dado fundamental é o que segue. A soja em grão dos estados selecionados é destinada para locais diferentes, conforme a origem, e a forma de processamento do produto. A soja em grão segue principalmente para a China, nos três estados. A diferença está nas posições intermediárias. O Rio Grande do Sul exporta principalmente para países que não fazem restrições aos transgênicos, caso da China, Tailândia e Irã. Os estados do Paraná e Mato Grosso exportam para países europeus (Holanda, Espanha, Itália e Reino Unido) que são conhecidos pela rejeição de seus consumidores a produtos transgênicos.

Tabela 22 – Brasil. Destino da soja em grão dos principais estados exportadores – ano 2007

Mato Grosso		Rio Grande do Sul		Paraná	
País	Exportações	País	Exportações	País	Exportações
China	2.399.843	China	2.966.593	China	1.362.055
Holanda	1.311.943	Tailândia	640.142	Espanha	703.038
Espanha	754.563	Irã	323.753	Holanda	585.545
Itália	598.823	Holanda	287.112	Reino Unido	225.669

Fonte: HIRAKURI, 2008b p. 22, a partir de dados da SECEX/MDIC.

Com relação ao farelo de soja, o Paraná é o principal exportador desse produto de maior valor agregado, destinado a rações animais. O Brasil exportou em 2007 12,4 milhões de toneladas de farelo de soja, sendo que os principais países consumidores têm sido da zona do Euro (que preferem soja convencional), seguidos de Tailândia e Irã. A Europa foi o destino de 72,1% das exportações de farelo de soja brasileiro em 2007. Em relação ao óleo de soja, a Ásia importou 58,9% das 2,3 milhões de toneladas de óleo de soja exportado pelo Brasil em 2007. O Rio Grande do Sul focou a Ásia em suas exportações de óleo, enquanto que o Paraná exportou para Índia, Irã, Holanda, China e França. Os dados demonstram haver uma especialização diferenciada de destino do farelo de soja entre os estados exportadores, sendo que o Rio Grande do Sul destina suas vendas para países asiáticos e da Oceania. Paraná e Mato Grosso direcionam principalmente para a Europa e, em menor escala para a Ásia e Oriente Médio.

Para concluir, a hipótese de que haveria razões de ordem mercadológica para refrear o avanço dos produtos transgênicos deve ser encarada com restrição. Os dados acima citados mostram que a China, país que não segrega a produção transgênica, converteu-se no principal mercado para a soja brasileira. Diante da elevada disponibilidade do produto convencional no seio da produção brasileira, tem-se criado no segmento exportador nacional, uma espécie de divisão de mercados, onde a porção convencional da soja é dirigida preferencialmente para o mercado europeu (sendo que este, no entanto, também absorve soja transgênica) e a produção transgênica (majoritária no Rio Grande do Sul e minoritária nos demais estados) é direcionada para a Ásia, com a China como principal destino.

Outro elemento adicional contra a hipótese do efeito mercado convencional sobre a escolha dos produtores surgiu da pesquisa de campo. De fato, agricultores e cooperativas até recentemente (safra 2008/09) não ofereciam diferenciação de preços entre soja convencional e transgênica, devido a vários fatores, dentre os quais:

- De início o mercado consumidor (europeu principalmente) se recusava a pagar preço-prêmio pelos produtos convencionais, devido à grande disponibilidade da oferta dos mesmos no mercado (ROESSING e LAZZAROTO, 2005).
- Num segundo momento começa a haver diferenciação em termos de preferência de

mercado para produtos não-OGMs (principalmente Europa) enquanto outros grandes mercados (especialmente asiáticos, como é o caso da China) não se incomodavam em comprar produtos geneticamente modificados. Com isso a soja convencional passou a ser exportada para Europa e a GM para Ásia ou outros continentes. Entretanto isso ocorre sem que haja a implantação de sistemas de diferenciação de preços ao produtor. Apenas no momento da venda era feita essa segmentação.

- No momento mais recente, com a redução gradativa do produto convencional (em vista do crescimento da soja GM) e da sua contaminação com soja GM nos armazéns e portos (que não dispunham ainda de sistemas de segregação dos produtos), há maior estímulo do mercado em pagamento diferencial ao produto convencional.
- No entanto, os custos para segregação dos produtos convencional e transgênico são bastante elevados e até mesmo impossíveis de serem levados a cabo em muitas cooperativas e empresas privadas que não dispõem de estrutura suficiente e adequada.
- Por último, o fato é que não houve, na grande maioria das regiões do país, nenhuma política de diferenciação de preços, ainda que houvesse venda diferenciada via a segregação a partir dos portos e/ou das grandes regiões produtoras (onde por exemplo a soja GM não tinha entrado ou era amplamente marginal). No entanto, e esse é um aspecto chave na expansão ou não dos cultivos OGM, para efeito da decisão de plantio dos agricultores o fato de não haver diferença de preço nem tampouco restrições de mercado em nível de produtor, indica que não houve influência desses fatos e, portanto, não pode ser considerado como fator de restrição à expansão do cultivo da soja GM na região Centro-Sul do país.

Um outro fator explicativo da resistência ao avanço da soja transgênica parece estar mais fortemente ligado à produtividade da soja convencional. Nas décadas de 1970 e 1980 o crescimento da produção de soja no Brasil se deu a partir da expansão da área plantada, ou seja, pelo aumento da fronteira agrícola. Na década 1989-1999 a produção total da região Centro-Oeste apresentou uma taxa anual de crescimento de 7,5% e um incremento anual de produtividade de impressionantes 4,2%, calcados em melhorias nos aspectos técnicos da produção e no lançamento pela Embrapa, de variedades adaptadas mais produtivas<sup>47</sup>.

Apesar desse crescimento na produção e produtividade da soja (ou melhor, como

---

<sup>47</sup> Ver Figura 32 (PINAZZA, 2007) que retrata a evolução da produtividade da soja no Brasil.



consequência dele, como veremos mais adiante), o número de produtores de soja diminuiu em todo o país e também na região Centro-Oeste. A área média por propriedade produtora de soja nesse período subiu de 180 para 350 ha (DUARTE e CASTRO, 2004).

Na safra 2001/02 o Mato Grosso torna-se o maior produtor de soja do Brasil, com 11,6 milhões de toneladas, sendo um dos estados brasileiros com maiores áreas de pastagens e florestas que podem vir a se incorporarem como área produtiva da soja (expansão de fronteira agrícola). O Mato Grosso consegue uma produtividade maior do que os EUA, (ver dados na tabela 21), o que garante competitividade internacional para sua produção mesmo sofrendo ônus econômico derivado dos custos de transporte até os portos de escoamento da safra.

A produtividade obtida no estado do Mato Grosso, mais elevada do país, contrasta com a dos estados sulinos (em especial com o RS), que constituem entre si dois dos três grandes pólos produtores de soja<sup>48</sup> no Brasil.

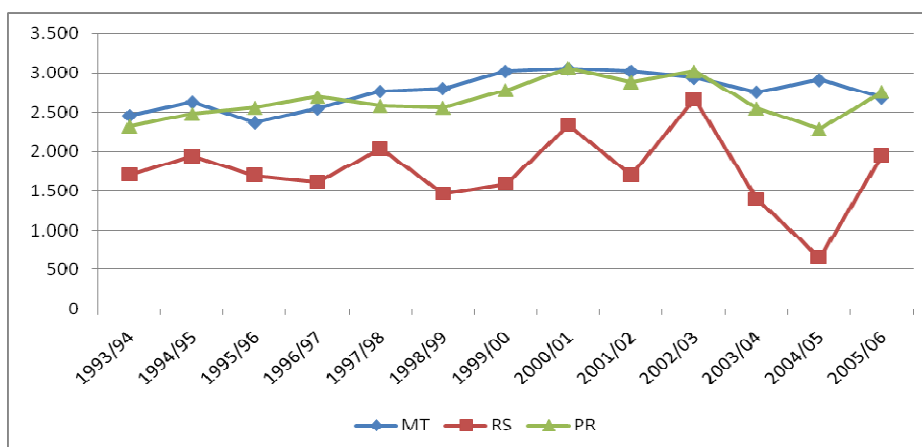


Figura 20- Evolução da produtividade da soja nos estados do MT, PR e Rio Grande do Sul em Kg/ha (1993 a 2006)

Fonte: Elaboração do autor a partir de dados da CONAB.

O gráfico contribui para demonstrar um dos elementos conclusivos que se encontrou no presente estudo: uma das explicações para as diferentes taxas de adoção de transgênicos no Brasil está ligada a uma desvantagem estrutural vivida pelo estado do Rio Grande do Sul em relação aos demais produtores de soja. Essa desvantagem é traduzida na produtividade média da soja obtida no estado sulino, que tem sido claramente inferior<sup>49</sup> em todos os anos, em relação aos estados do Paraná e Mato Grosso (a esse respeito,

<sup>48</sup> Os três pólos produtores de soja no Brasil são, por ordem de volume de produção: 1) o Estado do Mato Grosso, 2) a região Centro-Oeste, exclusive Mato Grosso, e 3) a região Sul, especialmente Paraná e Rio Grande do Sul.

<sup>49</sup> Observe-se que os picos de produção de soja nos anos safra de 1997/98 e 2002/03 podem ter contribuído para induzir a uma avaliação equivocada sobre os rendimentos da soja transgênica, numa falsa sinalização de que essas cultivares poderiam ser mais produtivas, alavancando o plantio ilegal.

pode-se analisar uma série histórica mais completa sobre a soja, no anexo 3).

Entretanto, se os dados explicam porque a soja transgênica teve adoção massiva no estado do Rio Grande do Sul, não conseguem dar conta de explicar o porquê das dificuldades de entrar nos estados do Paraná e Mato Grosso. E tampouco explicam o lento, porém gradual crescimento no cultivo da soja GM nos anos recentes, nos estados do Paraná e Mato Grosso.

A segunda explicação diz respeito ao fato de que os estados do Paraná e Mato Grosso mantiveram, praticamente durante todo o período da série analisada, a maior parte das suas lavouras com cultivares convencionais, obtendo uma produtividade nitidamente superior à alcançada pelos produtores gaúchos. Isso se deve ao fato que produtores que se utilizam da alta tecnologia disponível obtêm rendimentos superiores aos demais produtores. Portanto, não têm adotado a soja transgênica pelo simples motivo dela ser menos produtiva e menos rentável do que a soja obtida a partir de variedades convencionais de elite, atualmente disponíveis no Brasil. Esses dados ficarão mais claros a partir da análise apresentada mais adiante, nos capítulos 7 e 8.

Outro elemento interessante, que comprova os estudos anteriores, é que a introdução efetiva da Soja GM no país não traz repercussões positivas em termos de aumento de produtividade, como fora propagandeado inicialmente. Na verdade o efeito foi contrário, resultando em redução na produtividade da soja transgênica (ocasionada pelo yield drag/yield lag), a qual só não afeta a produtividade média da cultura no país por ter sido contrabalançada pelo aumento de área cultivada e pelo lançamento de novas cultivares convencionais mais produtivas, como foi o caso da BRS 232, pela Embrapa (e que formam uma espécie de “fogo de barragem”, dificultando o avanço do plantio de soja GM no país). Para isso é importante analisar o caso do Rio Grande do Sul.

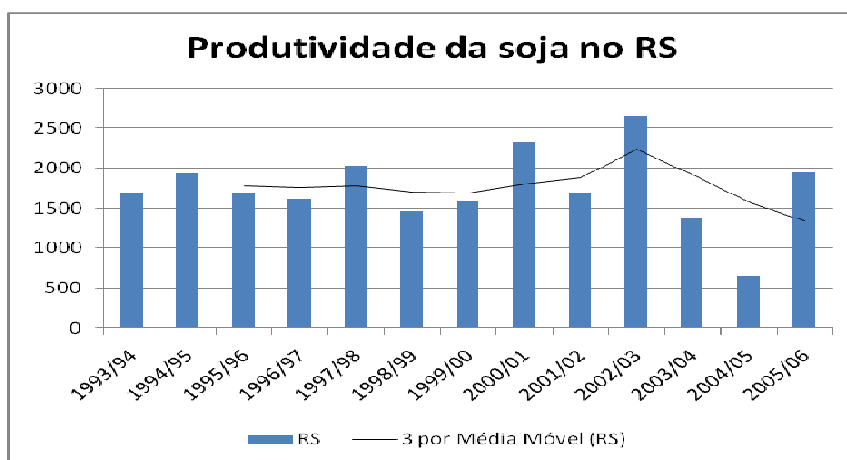


Figura 21 – Evolução da produtividade da soja no Rio Grande do Sul (Kg/ha) e linha de tendência móvel para períodos de 3 anos

No Rio Grande do Sul a introdução dos transgênicos no ano de 1996/97 aparentemente não trouxe melhorias para a produtividade da soja. Apenas no triênio 2000 a 2002 pôde-se observar importante melhoria da produtividade, contudo para o triênio seguinte a tendência é claramente a redução dela. Dado que o gráfico fornece apenas explicações quantitativas, seria prematuro concluir em qualquer sentido, visto que as inferências podem ser errôneas, em vista de ocorrência de fenômenos climáticos ou efeitos indiretos derivados de fatores extra agrônômicos, como as flutuações de expectativa de preços, ou condições de disponibilidade de crédito que porventura possam ter influenciado a curva da produtividade.

Nesse sentido Melgarejo (2003; 2007) analisou o crescimento da produtividade da soja na safra 2002/03 (41%) como sendo essencialmente derivado de condições climáticas excepcionais e não do efeito transgênico, como foi amplamente divulgado pela mídia do Rio Grande do Sul no período.

As vantagens comparativas pendem contrariamente ao estado do Rio Grande do Sul, quando comparadas ao Centro-Oeste do Brasil. As vantagens da Região Centro-Oeste para a produção de soja são:

- 1) Elevado número de horas com radiação solar (insolação), cuja porção fotossinteticamente ativa é superior a  $1.000 \text{ mol.cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$ , fatos que a caracterizam como privilegiada à produção agrícola.
- 2) Temperaturas médias anuais próximas a  $25^{\circ}\text{C}$ ., temperatura máxima diurna, ao redor de  $35^{\circ}\text{C}$  entre novembro a fevereiro, adequada à produção dos produtos agrícolas protéico-oleaginosas [...].
- 3) Precipitação anual varia entre 800 a 1600 mm, dividida em duas estações. A estação chuvosa, entre outubro a março, apresenta precipitações mensais superiores a 250 milímetros, que, associada às evaporações mensais inferiores a 120 milímetros, permite a produção dos produtos citados sem irrigação suplementar.
- 4) Relevo predominante variado entre plano a ondulado, portanto, adequado à agricultura mecanizada. (Vieira e Almeida, 2005, citados por GUANZIROLI, 2006 p. 10-11)

Essas vantagens se refletem na eficiência das condições estruturais de produção da soja no Centro-Oeste que, como se demonstrará no próximo capítulo (sete) é mais elevada que a de outras regiões do Brasil e mesmo dos Estados Unidos.

## **6.4 Aspectos relacionados à produtividade do trabalho na cultura da soja**

Apesar de ser a principal cultura em termos de extensão territorial ocupada e do volume gerado em receitas de exportação, a soja se caracteriza por não empregar grande

volume de força de trabalho.

Segundo dados do Censo Agropecuário de 1996 a soja era produzida em 243 mil (5%) dos 4,84 milhões de estabelecimentos rurais brasileiros. A essa atividade correspondia o emprego de 890 mil pessoas em estimativa de Roessing e Lazzarotto (2004). Os autores consideraram 3,67 pessoas ocupadas em média, por estabelecimento, o que no caso da soja parece ser um valor superestimado. Na realidade este número parece ser bem menor tendo em vista que a soja é cultura altamente mecanizada, mesmo nas unidades de produção simples de mercadorias<sup>50</sup> (unidades conformadas por pequenos produtores), reduzindo o emprego de mão-de-obra direta.

Tabela 23 – Brasil. Estimativas da população e estabelecimentos envolvidos com a produção de soja no Brasil - 1996

Estado	População rural total	Nº de propriedades rurais		% de propriedades com soja	Nº pessoas ocupadas com a soja
		Total	Com soja		
Rio Grande do Sul	2.054.711	429.958	142.487	33,14	522.927
Paraná	1.991.814	369.875	69.738	18,85	255.938
Santa Catarina	1.310.114	203.347	9.980	4,91	36.627
São Paulo	2.351.492	218.016	6.126	2,81	22.482
Mato G. do Sul	323.516	49.423	4.217	8,53	15.476
Goiás	642.145	111.791	3.482	3,11	12.779
Mato Grosso	540.284	78.763	2.746	3,49	10.078
Minas Gerais	3.598.761	496.677	2.562	0,52	9.403
Bahia	4.714.832	699.126	747	0,12	2.742
Distrito Federal	129.698	2.459	189	7,69	694
Maranhão	2.511.008	368.191	184	0,05	675
Outros	12.837.685	1140433	184	0,02	675
Pará	2.561.832	206.404	138	0,07	506
Rondônia	466.551	76.956	68	0,09	250
Paraíba	1.043.630	146.539	65	0,04	238
Tocantins	307.633	44.913	55	0,12	202
Roraima	72.854	7.476	25	0,33	92
Piauí	1.116.970	208.110	5	-	18
Brasil	33.993.332	4.858.457	242.998	5,00	891.802

ROESSING e LAZZAROTTO, 2004 a partir de dados do IBGE.

Ainda de acordo com a estimativa de Roessing e Lazzarotto, no quadro acima se pode verificar que em 1996 os estados do Paraná e Rio Grande do Sul respondiam pelo emprego de 87,34% da população economicamente ativa (PEA) envolvida com a cultura da soja (ou cerca de 778.865 pessoas, o que resulta em 9 em cada 10 trabalhadores nessa atividade). O Mato Grosso representava apenas 10.078 postos de trabalho.

Entretanto, considera-se esta estimativa em termos de número absoluto um tanto elevada. A cultura da soja se caracteriza pela mecanização de todos os processos de trabalho, permitindo a redução absoluta da força de trabalho empregada. No entanto pode-

<sup>50</sup> Mesmo unidades produtoras simples de mercadorias, têm adotado práticas culturais visando reduzir o emprego de força de trabalho, especialmente nas atividades de controle de ervas espontâneas (via uso de herbicidas com máquinas costais ou pulverizadores tratorizados) e plantio/colheita (via aluguel de colheitadeiras automotrizes), mediante práticas de arrendamento de terras ou contratação de prestadores de serviços de mecanização.

se considerar a variação relativa na força de trabalho, relatada pelos autores. Vamos analisar, se considerarmos apenas 1 (um) posto de trabalho parcial<sup>51</sup> gerado por estabelecimento envolvido com a produção de soja, tem-se em torno de 240 mil postos de trabalho, ainda assim considerar-se-ia proporcionalmente o mesmo valor em termos de emprego de força de trabalho.

Outra inferência importante refere-se ao reduzido impacto social em nível nacional, do cultivo da soja. No Rio Grande do Sul, estado onde essa cultura tem maior importância em termos de geração de empregos no campo, apenas 1/3 dos estabelecimentos plantaram soja em 1996, ao passo que no Paraná, segundo estado em termos de impacto social do cultivo da soja, apenas 18,8% dos estabelecimentos desenvolvem esse cultivo.

Nos demais estados é ínfima sua contribuição: meros 3,49% no Mato Grosso, e 4,9% em SC. No MS foram cerca de 8,5% dos estabelecimentos, dado mais elevado, mas ainda pequeno em relação ao universo total de trabalhadores no campo naquele estado. Ou seja, a cultura da soja impacta um percentual muito significativo dos estabelecimentos nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná, tendo uma importante função no equilíbrio econômico das pequenas unidades produtivas desses estados. Afora essas duas unidades da federação, a cultura da soja não tem grande importância direta para a massa dos agricultores nacionais.

Os dados do censo de 1996 mostram que a área ocupada pelo produtor médio de soja era de 38,02 hectares, com produção de 88,84 toneladas de grãos, alcançando a produtividade média de 2.273 kg/ha (ROESSING e LAZZAROTTO, 2004).

Tabela 24 – Brasil. Indicadores de produção e produtividade da cultura da soja, 1985

Grupos de área.....					
Área (ha)	Informantes	Produção (t)	Área (ha)	Produção média (t)	Área média (ha)
Menos de 10	57.203	356.726	195.068	6,24	3,41
10 a-100	157.147	5.059.819	2.337.097	32,20	14,87
100 a-1.000	24.713	8.602.393	3.759.820	348,09	152,14
1.000-10.000	3.774	6.656.601	2.809.816	1.763,81	744,52
mais de 10.000	153	912.441	386.171	5.963,67	2.523,99
Não informado	8	213	96	26,62	12,00

Fonte: ROESSING e LAZZAROTTO, 2004, a partir de dados do Censo Agropecuário (IBGE)

A Tabela anterior (24) mostra em detalhes aspectos extremamente importantes do cultivo da soja no Brasil. As pequenas unidades produtoras dessa oleaginosa (menores que 100 ha) representariam 24,63% da área e 23,43% da produção total do país. No entanto

<sup>51</sup> Estimativas feitas por técnicos e agricultores durante a pesquisa de campo, para áreas médias de produção de soja (em termos de tamanho de área) com alto grau de mecanização de lavoura, estimou-se o dispêndio de 40 dias de trabalho para o cultivo de 40 alqueires de soja (CHRISTOFFOLI, 2009).

concentram 88,2% do pessoal empregado na atividade (ou 214.350 trabalhadores), segundo os dados do Censo Agropecuário (IBGE) interpretados por Roessing e Lazzarotto (2004).

Outro aspecto central se refere ao comportamento da produtividade por unidade de área, (ver Tabela 25 –Indicadores de produção e produtividade do trabalho na cultura da soja por estrato de área. 1996) que variou positivamente, de forma diretamente proporcional, ao crescimento do tamanho de área, indicando haver uma escala mínima de produção bastante elevada para a tecnologia então existente para a soja. A produtividade foi crescente a partir dos estratos iniciais (1.829 kg/ha no estrato de menos de 10 ha; 2.165 no estrato de 10 a 100 ha; e 2.288 Kg no estrato entre 100 e menos de 1.000 ha). Entretanto, acima dos 1.000 ha o efeito de aumento da área correlacionado ao aumento da produtividade foi insignificante, indicando a ultrapassagem do ponto considerado como a escala ótima.

Esse aumento verificado relaciona-se com o emprego crescente de tecnologia e capital. Contudo, o fato de acima de 10.000 ha não haver diferenças de produtividade com o estrato imediatamente inferior, indica que para o pacote tecnológico empregado, a escala ótima de produção na cultura da soja, desde o ponto de vista da máxima produtividade física por hectare, situou-se entre os 1.000 e 10.000 hectares.

Por outro lado, essa mesma análise no sentido inverso, dos 1.000 ha para as unidades produtivas com 100 ou 10 ha tende a revelar diferenças fundamentais em termos de tecnologia empregada (ROESSING e LAZZAROTTO, 2004). Uma análise mais detalhada poderia indicar limites relacionados ao tamanho de área cultivada, à escassez de capital, à inadequação dos equipamentos existentes, ou algum fator assemelhado, mas não serão objeto de análise dessa tese.

A introdução dos OGMs tende também a provocar alterações na base técnica de produção e, conseqüentemente, na escala ótima produtiva. No caso da soja RR, ao facilitar o manejo de áreas maiores, onde o Glifosato permitiria um manejo mais simplificado das ervas espontâneas, supõe-se que haveria um aumento ainda maior na escala ótima de produção da soja.

Os sistemas de produção de soja são altamente intensivos no uso de capital, empregando menos força de trabalho direta, quando comparado com outras atividades agrícolas mais labor intensivas. As estimativas acerca de empregos gerados com a soja variam muito. Um trabalhador pode cuidar de uma área superior a 200 ha de Soja mecanizada. Nas pequenas unidades familiares da região Sul é possível considerar que um trabalhador cuide de 15 hectares ou menos dessa mesma cultura. A Fundação SEADE considera que a soja renderia dois empregos a cada 100 hectares cultivados, um dos mais baixos entre todas as atividades agrícolas estudadas (ROESSING e LAZZAROTTO, 2004).

Fazendo-se um desdobramento da produtividade do trabalho por faixa de estrato de área dos estabelecimentos produtores de soja é possível inferir dados que corroboram essa tese:

Tabela 25 – Brasil – Indicadores de produção e produtividade do trabalho na cultura da soja por estrato de área. 1996

Estrato de área	Num. Postos trabalho na Soja	Produção total de soja por Estrato (em t)	Área média cultivada com soja (ha)	Produtividade do trabalho (t/trab.)
10 a 100 ha	314.294*	5.059.819	14,87	16,09
100 < 1.000 ha	24.713**	8.602.393	152,14	348,09
1.000 a < 10.000 há	14.049***	6.656.601	744,52	473,81
+ de 10.000 ha	1.913***	912.441	2.253,99	476,97

\* número inferido com base em dois empregos gerados para cada estabelecimento

\*\* número inferido com base na área cultivada considerando-se um emprego gerado para cada 100 ha de soja.

\*\*\* número inferido a partir da área cultivada, considerando-se um emprego gerado para cada 200 ha<sup>52</sup> de soja.

Fonte: Elaboração do autor, a partir de dados do Censo Agropecuário de 1996 (IBGE).

A partir dos dados acima estima-se que a produtividade do trabalho (mensurada em toneladas de soja por trabalhador empregado) no cultivo da soja se dá de forma crescente conforme evoluem os estratos de área. A produtividade cresce de 16,09 toneladas de soja/trabalhador no estrato de 10 a 100 ha para 473,81 toneladas nas áreas de 1.000 a 10.000 hectares, reforçando a hipótese de que a escala ideal combinando tecnologia disponível e tamanho de terra cultivada estaria situada na faixa entre 1.000 e 10.000 ha cultivados com soja.

Por essa tecnologia se encontrar em constante evolução, os dados do Censo Agropecuário de 2006 (ainda não divulgado em nível de micro-dados) deverão trazer novas e importantes alterações nesse quadro da escala ótima para a soja, visto a recente incorporação de tecnologias da agricultura de precisão (como GPS e computadores de bordo em tratores e colheitadeiras, bem como o início de expansão dos cultivos GM). Com isso uma nova agricultura emergirá, permitindo o controle das áreas de terra metro a metro, afetando tanto os gastos (redução/otimização) quanto a elevação dos rendimentos físicos de cada parcela produtiva.

A menor produtividade do trabalho dos estratos menores parece indicar uma porta de entrada para os OGMs. A adoção de OGMs na soja resultaria em redução no tempo e no desembolso necessário para aplicação de herbicidas. Também reduziu inicialmente, no Rio Grande do Sul, o custo das sementes (obtidas no mercado ilegal e/ou produzidas pelos próprios agricultores) e pela redução de preço do Roundup/Glifosato, com a entrada de genéricos, principalmente oriundos da China.

<sup>52</sup> Com base em levantamento efetuado pela Embrapa Soja, na região Centro Oeste do Brasil (ROESSING e LAZZAROTTO, 2004)

Atente-se para o fato de que agricultores que se utilizam de pulverizadores costais (ainda que se admita, pela falta de dados, que sejam ampla minoria no universo de produtores de soja) valorizariam muito positivamente a redução de aplicações de herbicida, visto o tempo despendido e a penosidade envolvida na atividade exigidos por esse trabalho, com base na força humana.

Para entender melhor como a produtividade da soja afetou os diferentes estratos de produtores se analisar os dados da tabela que segue.

Tabela 26 – área cultivada com soja, segundo grupos de área total dos estabelecimentos, nos estados com maior participação na produção – 1995/96

Área (ha)	Brasil	RS	PR	MT	MS	GO	Outros
<b>Em mil hectares.....</b>							
menos de 10	195	112	72	1	3	–	7
10 a-100	2.168	1.070	1.002	4	47	26	19
100 a-1.000	3.759	977	1.007	383	332	392	668
1.000-10.000	2.810	244	182	1.122	315	429	518
mais de 10.000	383	–	5	230	50	16	83
sem dados	1	–	–	–	–	–	–
Total	9.316	2.403	2.268	1.740	747	863	1.295
<b>Em termos percentuais.....</b>							
menos de 10	2,09	4,67	3,17	0,06	0,40	–	0,54
10 a-100	23,27	44,53	44,18	0,23	6,29	3,02	1,47
100 a-1.000	40,35	40,66	44,40	22,01	44,44	45,42	51,58
1.000-10.000	30,16	10,14	8,02	64,48	42,18	49,71	40,00
mais de 10.000	4,12	–	0,23	13,22	6,69	1,85	6,41
sem dados	0,01	–	–	–	–	–	–

Fonte: CENSO... (2004a).

Fonte: ROESSING e LAZZAROTTO, 2004, a partir de dados do Censo Agropecuário do IBGE.

No Brasil a área plantada com soja se concentrava nos estabelecimentos entre 100 e 10.000 hectares, com mais de 70% do total, sendo 40,35% no estrato entre 100 e 1.000 hectares e 30,16% entre 1.000 e 10.000 ha. Já na região Sul, a produção concentra-se em áreas menores que 100 ha (quase 50% da área cultivada), indicando a predominância de pequenos e médios produtores na atividade nessa região<sup>53</sup>. Estabelecimentos com áreas entre 100 e 1.000 hectares representaram 40,7% e 44,4% das áreas totais cultivadas nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná. Áreas acima de 1.000 ha respondiam com menos de 10% da produção nesses dois estados.

No Mato Grosso áreas cultivadas com menos de 100 hectares representavam apenas 0,3% da área total de soja. Áreas entre 100 e 1.000 ha representaram 22% e as com mais de 1.000 ha responderam por 77,7%. Ou seja, a expansão da cultura da soja para o Centro-Oeste nos anos 1980 se deu em grandes latifúndios, com cultivos extensivos e

<sup>53</sup> Essa informação contradiz a opinião de BRUM [s.d.] acerca do assunto. Segundo esse autor a soja teria se inviabilizado já nos anos 1980 para produtores com menos de 100 hectares de soja cultivada. Obviamente o que ocorreu foi uma forte redução no número de produtores nesse estrato de área (mais de 40%, segundo IBGE, 2009)



com elevados ganhos de escala.

Comparando-se a produção de soja nos três estados principais produtores (Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul), tem-se o quadro na tabela 27:

Tabela 27 – Brasil. Área cultivada e número de trabalhadores empregados na cultura da soja em três estados selecionados (1996)

Área cultivada com soja (ha)	Rio Grande do Sul (RS)		Paraná (PR)		Mato Grosso (MT)	
	Área (1000 ha)	N. Trabalh.	Área (1000 ha)	N. Trabalh.	Área (1000 ha)	N. Trabalh.
0 a 100*	1.182	142.487	1.074	71.600	5	334
100 a 1.000**	977	9.770	1.007	10.070	383	1.915
1.000 a 10.000***	244	1.220	182	910	1.122	5.610
+ de 10.000***	-	-	5	25	230	1.150
Totais	2.403	153.477	2.268	82.605	1.740	9.009

\* Considerando-se o mínimo de 1 emprego por estabelecimento até o máximo de 1 emprego por 15 ha<sup>54</sup> de soja cultivados (o que resultar maior).

\*\* Considerando-se 1 emprego para cada 100 ha cultivados com soja, com exceção do Mato Grosso (1:200)

\*\*\* Considerando-se 1 emprego para cada 200 ha cultivados com soja

Fonte: Elaboração do autor, a partir de dados do Censo Agropecuário 1996 (IBGE) e ROESSING e LAZZAROTTO (2004)

Com base nos dados disponíveis no Censo Agropecuário de 1996 (IBGE, 2009) e estabelecendo alguns pressupostos em vista do cálculo da força de trabalho empregada na cultura da soja, foi possível chegar a um número estimado de trabalhadores diretamente envolvidos no cultivo da soja nos três estados selecionados. Os resultados numéricos são inferiores aos encontrados por Roessing e Lazzarotto (2004) em vista dos diferentes critérios de cálculo adotados. Contudo, acredita-se que números mais conservadores, nesse caso se justificariam em vista do alto grau de mecanização empregada na cultura da soja, mesmo nas pequenas unidades familiares da região Sul do Brasil.

Pequenos agricultores na região Sul do Brasil têm por usual a contratação de serviços de mecanização por terceiros, em geral médios produtores que dispõem de máquinas e implementos agrícolas em dimensão superior à sua necessidade como produtores de soja, visto serem detentores de áreas de cultivo limitadas. Como forma de complementação de renda e utilização mais racional de máquinas e equipamentos (em

<sup>54</sup> No caso do Rio Grande do Sul a área média cultivada com soja parece ter se situado abaixo dos 9 hectares por estabelecimento, caracterizando uma produção em pequena ou micro-escala. Por isso se utiliza o dado mínimo de 1 posto de trabalho por estabelecimento ao invés de 1 para cada 15 ha, o que resultaria em um número menor de trabalhadores do que de estabelecimentos com soja, caso contrário se configuraria num absurdo lógico.

especial as colheitadeiras) a prestação de serviços para terceiros aparece para esses agricultores capitalizados, como uma importante opção técnica e econômica para viabilização da estrutura produtiva em uma escala superior ao que comportaria sua terra e máquinas/equipamentos.

Tal tendência à contratação de serviços de mecanização já havia sido identificada por GERMER et al. (1981) no início do processo de mecanização da cultura da soja no Estado do Paraná. Nos casos em que agricultores não conseguem capital para custeio da lavoura (seja próprio ou financiado) é comum recorrer a práticas de arrendamento<sup>55</sup> das terras para plantio da soja por terceiros. Essa prática foi constatada na pesquisa de campo junto aos agricultores assentados da região de Laranjeiras do Sul (PR) (CHRISTOFFOLI, 2009).

A partir dos dados já disponibilizados é possível estimar a produtividade média do trabalho na cultura da soja nos três principais estados produtores. Esse dado indica qual o volume de soja produzido por trabalhador empregado na cultura da soja no ano de 1996, permitindo inferir elementos sobre a sustentabilidade econômica dessa atividade.

Tabela 28 – Estimativa de produtividade do trabalho na cultura da soja por estados selecionados. 1996. Em toneladas de soja/trabalhador.

	Mato Grosso	Paraná	Rio Grande do Sul
Estabelecimentos com soja	2.746	69.738	142.487
Força de trabalho estimada*	8.943	82.605	153.477
Produção de Soja (1000 Ton)	5.033	5.624	4.235
Produtividade do trabalho na Soja (ton/trabalhador)	562,78	68,08	27,59

\* com base na tabela 25

Fonte: Elaboração do autor a partir de dados do Censo Agropecuário de 1996 (IBGE, 2009) e ROESSING e LAZZAROTTO (2004).

A produtividade do trabalho na cultura da soja no Estado do Mato Grosso foi muito superior à obtida nos estados do Sul do país (8,2 vezes maior do que a do Paraná e 20,3 vezes a do Rio Grande do Sul). Tal diferença se explica fundamentalmente pelas diferenças na estrutura fundiária desses estados, com a predominância da produção sojeira em pequenas unidades produtivas familiares, no caso do Paraná e Rio Grande do Sul e por grandes unidades no Mato Grosso.

Esse dado é muito importante, uma vez que nas condições do mercado capitalista concorrencial, onde os produtores dos diversos países, estados e estratos de área competem entre si, a produtividade do trabalho representa um elemento crucial na

<sup>55</sup> Os arrendatários eram 8,68% dos produtores e responderam por 12,12% da soja produzida no Brasil em 1996. O volume médio produzido pelos arrendatários foi de 124,06 toneladas de soja, valor 39,6% maior do que o produtor médio de soja naquele ano. A produtividade obtida foi equivalente à média nacional: 2.304 Kg/ha (ROESSING e LAZZAROTTO, 2004)

possibilidade de sobrevivência na atividade<sup>56</sup>. O dado corrobora a hipótese da desvantagem estrutural do cultivo da soja no Rio Grande do Sul, já aventado em outros pontos deste trabalho.

Conforme a teoria de Marx, a concorrência estabelece uma tendência ao constante crescimento da escala mínima viável de produção e, de volume de capital necessário para se atingir o tempo de trabalho socialmente necessário à produção das mercadorias, nesse caso a soja. Esse tempo de trabalho é estabelecido socialmente na concorrência intercapitalista, de forma que vai sendo constantemente reduzido. Os produtores que não sejam tão eficientes quanto o necessário exigido pelo processo de competição, e que, portanto, despendam maior tempo de trabalho do que o socialmente necessário (do que o valor médio) não serão remunerados nesse trabalho excedente aplicado à produção. E terão seus custos de produção acima da média do mercado, perdendo competitividade e se direcionando à ruína econômica. Como já foi dito anteriormente, a unidade de produção simples de mercadorias (unidade ‘camponesa’ ou ‘familiar’) é um empreendimento econômico cuja sobrevivência depende da capacidade de manter níveis de produtividade e competitividade compatíveis com os vigentes no mercado, que é capitalista. Isso explica porque tem ocorrido uma tendência de redução no número total e de aumento nas áreas médias dos estabelecimentos produtores de soja (ROESSING e LAZZAROTTO, 2004; IBGE, 2009).

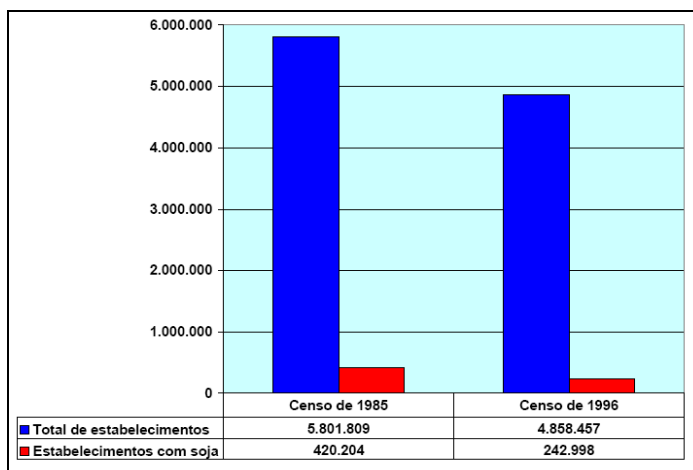


Figura 22 – Evolução do número de estabelecimentos rurais voltados à produção de soja  
 Fonte: ROESSING e LAZZAROTTO, 2004, a partir de dados do IBGE.

A pressão pelo aumento de escala produtiva como tendência identificada por Marx

<sup>56</sup> Obviamente a produtividade do trabalho “dentro da porteira”, não é o único fator a influenciar a rentabilidade, etc. da cadeia produtiva da soja. No caso brasileiro há uma desvantagem externa representada pela distância e qualidade das estradas do Mato Grosso aos portos exportadores (Paranaguá, principalmente), o que encarece o custo, reduz a remuneração dos produtores daquele estado e representa um ganho adicional derivado da renda diferencial I, para os produtores paranaenses e gaúchos.

aparece no quadro acima. O número de estabelecimentos com áreas de soja abaixo de 100 ha diminuiu em 44,8%, no período de 1985 a 1996. Aqueles com área entre 100 e 1.000 hectares reduziram também em 40,3%, ao passo que os acima de 1.000 aumentaram em 11% e passaram a ser responsáveis por 35% da produção brasileira de soja, contra 21,4% em 1985. Nesse período (1985-1996) a área de soja no Brasil, teve aumento anual de 1,1%. Ou seja, a escala ótima de produção de soja, nesse período sobe para áreas acima dos mil hectares cultivados, ocorrendo redução no número de unidades produtivas nos estratos entre 10 e 1.000 hectares, o que coaduna com os dados obtidos na tabela 26, a respeito da produtividade do trabalho nesses estratos de área. Paralelamente à diminuição de estabelecimentos que plantavam soja, ocorre a redução na quantidade de pessoas ocupadas diretamente na produção da mesma, representando queda de 47,4% (ROESSING e LAZZAROTTO, 2004).

Essa pressão econômica sobre as pequenas unidades de produção vai ser importante, a nosso ver, na receptividade à soja transgênica, como alternativa de redução de custos e, portanto, aumento de sobras/lucros que permitiria um certo tempo para que essas unidades “respirassem oxigênio”, antes dos próximos rounds da disputa.

O cruzamento dessa informação com os dados da fase 1 de introdução da soja GM no Rio Grande do Sul (ver capítulo 8) permite discutir com mais elementos o componente estrutural da crise da produção de soja no Rio Grande do Sul com a oportunidade surgida e propiciada pela ilegalidade no uso de uma tecnologia que permitiu a redução de custos e conseqüentemente, deu novo fôlego para unidades de produção já combalidas, no limite de sua inviabilidade estrutural.

Como conclusão parcial pode-se afirmar que no período imediatamente anterior à introdução da soja GM no Rio Grande do Sul, a pressão competitiva sobre os produtores de soja já era intensa, como se pode depreender da redução acentuada no número de produtores de soja no Brasil. Isso significa que a situação era extremamente delicada para os produtores que permaneceram nessa atividade. Como a maior parte dos estabelecimentos está localizada no Sul do país, era de se esperar que a soja GM fosse vista como tábua de salvação pelos agricultores, o que corrobora a tese de desvantagem estrutural da atividade no Rio Grande do Sul, em especial.

Logo após a introdução da soja geneticamente modificada (1996 a 2003) houve um aumento médio anual de 6,68% na área plantada com soja, que não guarda relação com a tecnologia de produção e sim com a entrada da China como um forte e crescente comprador de soja.

Do ponto de vista prático, tal aumento se deu em todos os estados e possivelmente em todos os estratos de tamanho dos estabelecimentos, denotando melhora na

remuneração propiciada pela cultura. No entanto, no caso do Rio Grande do Sul esse aumento foi de apenas 1,8% ao ano, demonstrando possivelmente o esgotamento da fronteira agrícola interna no estado meridional, bem como sua desvantagem estrutural em termos de competitividade com os outros estados, na cultura da oleaginosa.

O que é preciso ressaltar foi o impressionante aumento obtido na produtividade do trabalho na cultura da soja nesse período. Algumas projeções estimam que, mesmo com o crescimento na área cultivada com soja, o número absoluto de trabalhadores na cultura tenha se reduzido.

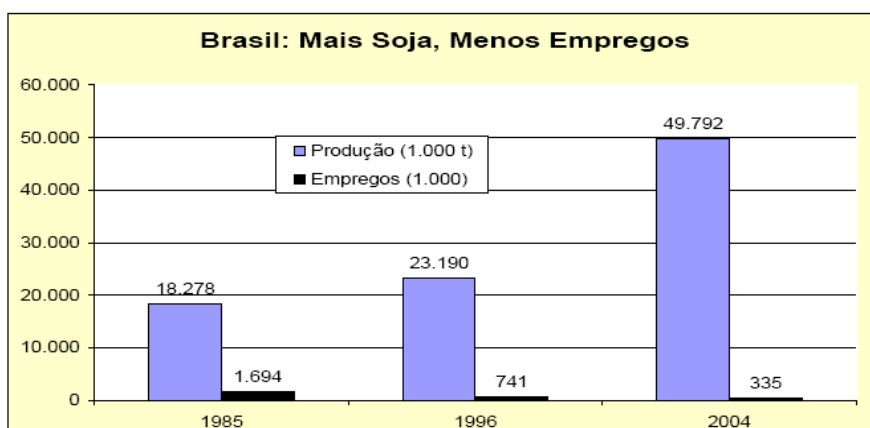


Figura 23- Brasil. Produção e número de empregos gerados na cultura da soja: 1985, 1996 e 2003.

Fonte: SCHLESINGER, 2008 p. 6, baseado em estudo de RADOMSKI, 2003 e dados do IBGE e CONAB.

Na projeção elaborada por Schlesinger (2008) a produção mais do que dobrou no período 1996/2004 enquanto que o número de postos de trabalho envolvidos com a cultura da soja teria se reduzido para menos da metade. A soja, apesar de ocupar 44% da área cultivada no país, ocupa apenas 5,5% da força de trabalho na agricultura (basta lembrar que em 1996 o percentual de estabelecimentos que se ocupavam com essa cultura chegava a apenas 5% do total nacional, segundo o IBGE).

### ***Efeitos da soja transgênica em relação à redução no tempo de trabalho***

O Tempo de Trabalho Socialmente Necessário (TTSN) é definido por Marx como sendo o tempo de trabalho “necessário à produção de qualquer valor de uso sob as condições de produção normais em uma determinada sociedade e com o grau médio de habilidade e de intensidade de trabalho predominantes nessa sociedade” (MARX, apud BOTTOMORE, 1993 p. 386). Ele corresponde a um quantum médio de trabalho necessário nas condições históricas dadas de uma sociedade, determinado em grande medida pelo

grau de desenvolvimento produtivo e tecnológico dessa sociedade. O TTSN é uma mensurado em tempo (horas ou minutos de produção necessários para se produzir uma mercadoria) envolve não apenas o tempo vivo diretamente empregado, mas também os diversos tempos necessários à produção das matérias-primas e maquinários eventualmente utilizados para sua fabricação.

No caso da agricultura, no entanto, devido às peculiaridades trazidas pela propriedade privada sobre o substrato da produção agrícola, no caso a terra, o preço a que as mercadorias são comercializadas, no capitalismo, não diz respeito necessariamente ao TTSN como média dos tempos sociais dos produtores, e sim pelo tempo necessário à produção nas piores terras colocadas à produção, e necessárias para o abastecimento do mercado. Obviamente esse tempo necessário e quais seriam essas terras marginais, não se dão *a priori*, e sim como condição *a posteriori*, a depender de uma série de fatores, como demanda de mercado, condições climáticas e seus efeitos sobre a produtividade física das lavouras, introdução e disseminação de tecnologias mais produtivas, etc.

Nesse sentido, no caso da soja transgênica, deve-se considerar não apenas o tempo de trabalho vivo, direto, reduzido, mas também e principalmente tempos indiretos, como os embutidos nos herbicidas, ou no maquinário empregados no processo produtivo. Assim teríamos:

- redução no tempo de trabalho vivo empregado na aplicação de herbicidas, que envolve menor número de aplicações e também redução no número de viagens (tempo) para recarregar o pulverizador
- diminuição de tempo e complexidade<sup>57</sup> gerencial para acompanhamento e tomada de decisão para controle das ervas espontâneas.
- tempo indireto relacionado à redução no custo dos herbicidas derivado de vários aspectos:
  - a) redução no número de aplicações; b) redução derivada pelo custo do Glifosato ser menor do que os herbicidas convencionais deslocados; c) redução derivada do fim do período de cobertura da patente sobre o Glifosato; d) redução motivada pela concorrência deste com herbicidas para soja convencional (que reduziram preços).
- por outro lado teríamos aumento no tempo de trabalho necessário para compensar o aumento do custo das sementes transgênicas, devido à cobrança de royalties (a rigor esse item não deve ser considerado como custo e sim como se parte do lucro, da mais-valia fosse direcionado para outros capitalistas, que não o produtor agrícola).
- E finalmente, um aspecto extremamente importante, devido a que as cultivares transgênicas apresentam resultados regularmente inferiores às convencionais em termos de

---

<sup>57</sup> A complexidade, para efeitos de cálculo, poderia ser reduzida a múltiplos de um tempo normal de trabalho, ou seja, tarefas mais complexas, equivalem a um tempo maior do que tarefas simples, pois exigem experiência ou expertise derivada da capacitação técnica, somente acumuláveis com o passar dos anos.

produtividade física por hectare, é o aumento do tempo médio de trabalho empregado para cada saca de soja produzida, que se vê aumentado em vista da redução bruta da produção por hectare com as variedades RR.

Coincidência ou não, logo após a introdução da soja GM no Brasil houve ganhos inegáveis na produtividade do trabalho na cultura da soja. No entanto os mesmos não podem, com os dados disponíveis, serem associados à redução no tempo de trabalho derivado da introdução do RR, visto que o crescimento da produtividade da soja convencional vinha se dando em uma velocidade compatível com a observada (conforme já discutido).

Um dos fatores que impulsionaram o plantio da soja transgênica foi a redução na aplicação de herbicidas. Esse aspecto tem se sustentado, ao menos nos anos iniciais de sua introdução, a despeito do surgimento de resistência de ervas, o que obriga a aplicações mais frequentes e em doses maiores do Glifosato.

GIANESSI et al. (2002) citam estudo da *American Soybean Association* (ASA) em que foi observada redução nas operações de preparo do solo, em 53% dos campos cultivados com soja RR, através da introdução do sistema de plantio direto. Em média ocorreu a redução de 1,8 arações/acre. Esse sistema de cultivo custava aos produtores estadunidenses US\$ 474 milhões/ano em herbicidas e US\$ 300 milhões em taxas tecnológicas. O custo por acre cultivado era de US\$ 15,51.

O novo sistema trouxe importante redução de custos, derivada da diminuição no número de arações (1,8 arações a menos por acre X US\$ 6,00/acre = US\$ 10,80/acre); da redução das “viagens” para aplicação de herbicidas (redução de 0,4 viagens de trator para aplicação de herbicida X US\$ 3,00/acre = US\$ 1,20/acre); e finalmente da redução no volume de herbicida aplicado (redução de 0,54 libras de herbicidas/acre) resultando em economia total de US\$ 20,21/acre (GIANESSI et al., 2002).

Economia nos custos de produção e, portanto no tempo de trabalho tem sido regularmente relatados por diversos estudos comparativos sobre a soja RR e convencional. Em geral esses estudos identificam redução nos custos de implantação e condução das lavouras RR em contraposição à maior rentabilidade para a soja convencional, em vista particularmente da sua maior produtividade e em alguns casos, devido ao recebimento de preço prêmio. Na pesquisa de campo foi identificada a redução do uso de herbicidas. No entanto, em algumas lavouras RR submetidas a stress hídrico, houve aumento na aplicação de Glifosato (CHRISTOFFOLI, 2009).

No cultivo convencional, na região Centro-Oeste do Paraná, foi utilizado 1 Kg de Roundup WG por hectare de soja, para a operação de dessecação pré-plantio. Nenhuma quantidade adicional desse produto (Glifosato) é utilizada nas fases restantes de cultivo. No

entanto, há casos de agricultores que empregam Glifosato para a dessecação também da soja convencional, antes da colheita, para uniformizar a secagem da mesma, reduzir o grau de umidade e evitar a presença de soja verde, que prejudica o rendimento da colheitadeira.

No momento em que uma área de soja é convertida à produção transgênica, automaticamente ocorreria a seguinte situação:

Tabela 29 – Alterações verificadas no sistema de controle de ervas espontâneas na soja RR em relação à soja convencional.

Operação	Tipo de produto	Quantidade	Diferença em relação ao convencional
Dessecação pré-plantio	Roundup WG	1 kg	Igual
1ª Aplicação p/ controle	Roundup WG	1 kg	Aumenta Glifosato, reduz outros
2ª aplicação p/ controle*	Roundup WG	1 kg	Aumenta Glifosato, reduz outros
3ª aplicação de controle**	Roundup WG	1 kg	Aumenta consumo de Glifosato

\* A necessidade dessa aplicação depende do grau de infestação de ervas espontâneas. Em geral o agricultor emprega duas aplicações de Glifosato em pós-emergência.

\*\* Na atual safra 2008/09 devido à seca, foi necessária uma 3ª aplicação de Glifosato na soja RR. Elaboração do autor.

No estado do Paraná foi identificado pela Embrapa que o número médio de aplicações de Glifosato era de 2,7 vezes por cultivo. Pesquisas no MS indicaram que em lavouras com gastos superiores a uma aplicação de glifosato, resultariam em desvantagem da soja transgênica em relação à convencional. Na pesquisa de campo da tese identificou-se até 1 + 3 aplicações de Glifosato, em vista do período seco, que facilitou a proliferação de ervas espontâneas (CHRISTOFFOLI, 2009 – tabela acima).

No caso acima pesquisado, apesar do aumento no uso de Glifosato (uma aplicação extraordinária em função da estiagem), houve redução de custos totais com herbicida, no valor de R\$ 67,57 por hectare. O custo adicional de royalties foi de R\$ 12,00 por hectare. Em termos de produtividade o agricultor considera rendimentos iguais entre soja convencional e transgênica, no entanto não há um histórico comprovando tal fato. Na safra 2008/09, com a estiagem a produtividade da soja RR reduziu-se de 49,5 sacas/ha para 33 sacas/ha. Com essa produtividade a soja RR apresentou rentabilidade negativa, ou seja esteve abaixo do ponto de equilíbrio (ver anexo 10)

Outro fator relacionado ao tempo de trabalho socialmente necessário para a cultura da soja transgênica foi variação nos preços do Glifosato devido ao fim da cobertura legal para a patente desse herbicida, no ano de 2000. O fim da patente liberou a produção de genéricos do Glifosato, levou ao aumento da concorrência no mercado de herbicidas, e à queda de preço do Roundup, num circuito onde o custo de aplicação de herbicidas na



cultura da soja RR se reduziu consideravelmente, turbinando o processo de adoção da mesma.

Essa queda de preço do Roundup/Glifosato também provocou um efeito-substituição adicional que foi a redução de consumo global dos herbicidas voltados à lavoura convencional de soja. Como consequência, em reação à queda de vendas, as empresas promoveram redução de preços, a fim de estimular o uso dos mesmos, reduzindo também os custos de produção da soja convencional, via estreitamento das margens de lucro da indústria química. Dados disponíveis de apenas um ano no Paraná confirmam esse fato. HIRAKURI (2008a) utilizando-se de dados da Secretaria Estadual de Agricultura (SEAB) identificou queda no preço desses herbicidas variando de 10,5% até 38,94% entre os anos 2005 e 2006. Nos EUA esse processo também ocorre (BENBROOK, 2004). Com isso também deveria se estabelecer um novo limite<sup>58</sup> a uma eventual retomada de preços do Glifosato, visto que se configura um patamar de disputa de preços entre a soja RR e convencional, influenciada indiretamente pela queda de custos dos herbicidas.

No estado do Mato Grosso do Sul Menegatti e Barros (2007) encontraram redução do gasto em força de trabalho com o uso da soja transgênica. A redução se deu para R\$ 23,25 por hectare contra R\$29,55 por hectare da soja convencional, apesar de a nova tecnologia ter apresentado, ao analisar separadamente os componentes, custo superior com mão-de-obra temporária. O custo total por hectare foi de R\$ 1.530,77 para a soja convencional comparado com R\$ 1.333,41 para a transgênica. Também houve redução percentual no gasto com pesticidas (de 19 para 14% sobre o total de custos).

A teoria de Marx acerca de a concorrência intercapitalista impulsionar as inovações e com isso provocar a queda da taxa de lucro se manifesta na questão do preço de produção dos herbicidas. Essa redução de preços dos herbicidas direcionados à soja convencional também dá fôlego adicional àqueles produtores de alta tecnologia, que se utilizam de variedades de elite e com elevados investimentos de capital de forma a produzir um elevado volume de soja por unidade de área (caso do Mato Grosso e PR).

Concluindo o capítulo, vimos que a soja geneticamente modificada se expandiu pelo mundo, especialmente nas Américas, entre os principais países produtores desse grão. Tal crescimento se deu numa velocidade jamais vista na história da agricultura mundial, e alterou a forma como a agricultura passa a ser feita e conduzida pelo capital.

Tal fato foi possível a partir da mudança de apenas um aspecto técnico no cultivo da

---

<sup>58</sup> Na verdade, aproveitando-se da subida de preços do petróleo, a indústria química mais que quadruplicou os preços do Glifosato Técnico, matéria prima para fabricação do produto comercial. Em vários países o preço subiu de 200 a 600% no período dos últimos dois anos. Na China, que responde atualmente por 40% da produção mundial de Glifosato, o preço médio subiu de US\$ 26.000/ton em 2006 para 95-100.000 US\$ em maio de 2008. O Brasil importa da China 30% do Glifosato Técnico consumido no país. O valor em vendas do Glifosato subiu para US\$ 4,8 bilhões em 2007 (MC GROUP, 2008; FARM CHEMICALS, 2009).

oleaginosa, qual seja, o tipo de herbicida aplicado para o controle de ervas espontâneas. A possibilidade de uso do Glifosato, propiciada pelas alterações genéticas introduzidas na soja, permitiu substituir uma diversidade de herbicidas que eram aplicados em pós-emergência da cultura. Com isso os agricultores viram simplificado o processo de gerenciamento do controle de ervas espontâneas, que quando inadequadamente controladas resultam em perdas significativas de produtividade.

Diante da praticidade dessa tecnologia e do menor custo resultando da substituição de herbicidas mais caros e de exigência maior quanto a condições ideais de aplicação, a utilização da tecnologia RR só se fez aumentar no mundo e posteriormente no Brasil.

No entanto, por aqui a soja RR enfrenta dificuldades de expansão, sendo que treze anos depois de sua introdução nos EUA e Argentina, e seis anos depois de início da regulamentação legal do uso da mesma no Brasil, apenas na atual safra, ou talvez na safra anterior essas variedades RR teriam alcançado a condição de dominância em termos de área cultivada. Um dos fatores identificados no presente capítulo que teria facilitado a penetração da soja transgênica no estado meridional do país foi a baixa produtividade do trabalho encontrada na sojicultura daquela região, derivado de condições climáticas desfavoráveis ao cultivo.

De forma geral encontrou-se produtividade média pequena da soja por trabalhador no Rio Grande do Sul, intermediária no Paraná e muito superior no Mato Grosso. No entanto, fatores extra-lavoura também determinam a viabilidade e o preço de produção da soja. No caso do Mato Grosso a desvantagem de localização (distância e condições de transporte até os portos) repercute numa renda diferencial de tipo I, auferida pelos produtores do Paraná e Rio Grande do Sul, contrabalançando a menor produtividade obtida especialmente por esses últimos.

Entretanto, a produtividade por trabalhador nas pequenas áreas de soja, em especial nas unidades familiares, de modo geral não permite às mesmas obterem rentabilidade mínima para sobrevivência apenas dessa atividade, ocasionando frequente êxodo rural e abandono de unidades pequenas, em vista de sua baixa produtividade.

Foi demonstrado também a partir de dados já pesquisados por outros autores, bem como pela análise das informações da pesquisa de campo que a introdução da soja RR representa sim a redução do tempo de trabalho socialmente necessário à produção da soja e que com isso um novo patamar produtivo e tecnológico deverá ser estabelecido no futuro nessa atividade.

No entanto o fator produtividade física da soja ainda representa o principal fator impeditivo de sua expansão de forma ampla no Brasil, visto que por ser sistematicamente menor do que a obtida com a soja convencional, tem sido a causa da erosão das vantagens

econômicas trazidas pela transgenia na redução de custos.

Diante do equilíbrio econômico dinâmico que se identifica, os aspectos da produtividade do trabalho jogam papel central na determinação do preço de produção da soja no mercado e irão determinar direta ou indiretamente o ganhador dessa batalha.

## **CAPÍTULO 7 – A ECONOMIA DA PRODUÇÃO DA SOJA GENETICAMENTE MODIFICADA**

### ***Introdução***

A introdução dos OGM na agricultura e em particular na cultura da soja traz modificações nas técnicas produtivas adotadas, na produtividade e custos, que acabam impactando as condições de geração de excedente econômico nessa atividade. Um dos objetivos do presente capítulo é verificar, a partir da introdução dos OGMs, em que aspectos e qual o sentido dessa influência no que se refere ao preço de produção e ao grau de eficiência econômica e produtiva alcançada em distintas unidades de produção localizadas nos três principais estados produtores de soja no Brasil.

O aspecto analisado diz respeito ao grau de eficiência econômico e produtivo comparado entre as lavouras de soja geneticamente modificada e suas congêneres convencionais, mas mais do que isso, a análise acerca da introdução da soja geneticamente modificada representou ganho efetivo para os capitalistas e se representa redução do preço de produção, com impactos sobre o valor de troca nesse segmento.

A base dessa questão se refere à necessidade de identificar se as lavouras geneticamente modificadas apresentam superioridade econômico-produtiva em relação às variedades convencionais, em interação com aspectos como as regiões geográficas onde estão inseridas, e as condições econômico-produtivas dos estratos de produtores que as cultivam, mediadas por relações de competição e disputas concorrenciais no mercado nacional e mundial da soja.

### **7.1 Preço de produção e geração de excedente econômico**

Para efeitos da metodologia de análise econômica do processo de introdução da soja geneticamente modificada no Brasil faz-se necessário identificar alguns elementos da dinâmica da concorrência e da geração de excedentes econômicos na atividade agrícola. Do ponto de vista da concorrência, em termos teóricos, o elemento central seria a comparação do preço de produção unitário do produtor de soja GM e o preço de produção médio no ramo de produção da soja (custo + lucro médio). O preço de produção médio (portanto teórico) foi identificado mediante o emprego de um método de cálculo dos preços de mercado ao longo dos últimos dez anos (série histórica) depois da introdução da soja

GM, descontada a inflação.

Ainda em termos teóricos, de modo geral, uma nova tecnologia se impõe se permitir produzir a mercadoria a um custo unitário inferior ao médio no ramo de produção onde se situa. Daí advém um lucro extra, pois o produtor pode vender a um preço superior ao seu preço de produção individual, embora inferior ao preço de produção médio do ramo, para capturar compradores dos concorrentes. De modo geral isto também implica que há um aumento de escala, isto é, de produtividade do trabalho (produto por trabalhador), e aí entra o tempo de trabalho socialmente necessário por unidade, que se terá reduzido, caso a inovação ocorra somente no processo da produção direta da soja e não em algum ou alguns meios de produção (GERMER, 2009).

No caso da soja GM, a inovação ocorre em meios de produção que a sua produção requer: a semente e insumos químicos. Sendo assim, o problema se situa não apenas e em primeiro lugar no produtor da soja, mas no produtor de um dos meios de produção utilizados na sua produção, que é a semente, ou nesta e nos insumos químicos que são necessários utilizar como decorrência das características genéticas inseridas na semente. Ou seja, trata-se em primeiro plano, de concorrência neste ou nestes ramos de produção de meios de produção (GERMER, 2009). Esse aspecto já foi em parte abordado no capítulo 5.

A produção da semente de soja GM implica na possibilidade de uma fusão futura de produções antes separadas: da semente e dos insumos químicos, o que torna o problema mais complexo e mais interessante. Esse aspecto já foi abordado no capítulo anterior, onde se identificou como se deu o processo de centralização de capitais na indústria de biotecnologia, de forma impressionantemente rápida.

De qualquer modo, caso a semente GM resultasse mais barata que a convencional e trouxesse, portanto, uma vantagem em termos de custo unitário da semente de soja para o produtor, este teria uma vantagem competitiva sobre os produtores de soja que continuassem utilizando as sementes convencionais (GERMER, 2009). Contudo, este não foi o caso verificado, visto que o custo da semente foi acrescido da cobrança de royalties pela Monsanto. Ademais, muitos agricultores que se utilizavam da própria semente salva de anos anteriores (prática mais usual entre pequenos produtores) não puderam mais fazer isso, devido às restrições creditícias<sup>59</sup> e/ou legais; ou se o fizeram, passaram a ter que efetuar igualmente o pagamento de royalties sobre a tecnologia embutida na semente de tipo transgênico.

Portanto, como não foi esse o desdobramento direto do desenvolvimento das sementes GM no caso da soja (a redução de seu preço), a investigação buscou a explicação no fato de que a introdução de um insumo ainda que inicialmente mais caro, teria

---

<sup>59</sup> Para ter acesso a financiamentos bancários e cobertura com seguro rural é prática usual do sistema financeiro a exigência da comprovação da compra de sementes certificadas.

resultado em benefícios econômicos seja pela redução de tempo de trabalho, seja na redução de custos totais de produção, promovendo maior rendimento do trabalho.

Como o valor de uma mercadoria é a soma dos tempos de trabalho aplicados na produção dos meios de produção e na produção da própria mercadoria, de qualquer modo o tempo de trabalho socialmente necessário gasto na produção da soja terá diminuído para que haja uma redução do seu preço unitário.

A vantagem do uso da semente GM também poderia ter advindo de outras implicações do seu uso, como por exemplo, redução do tempo da safra, reduzindo a rotação do capital aplicado nesta produção, ou deslocamento do tempo da safra GM em relação à convencional, ou outro motivo qualquer que só poderia ser identificado decompondo detalhadamente a circulação do capital nesta produção (GERMER, 2009). Esses aspectos também não foram constatados na pesquisa de campo, ao menos não entre as cultivares e transgenes atualmente disponíveis no mercado.

Partindo dessas observações, a investigação procura analisar os diversos processos derivados e conexos à construção capitalista das cultivares transgênicas e sua utilização como veículo portador de um valor de uso imprescindível à produção na agricultura. Convertido em meio de produção sob controle externo à unidade de produção agrícola, e cada vez mais necessário ao processo de produção nas condições atuais de agricultura capitalista, a semente transgênica se torna o pivô de uma série de transformações técnicas e econômicas no processo produtivo da soja. Essa é a análise a ser feita a seguir.

### **7.1.1 A geração de excedente econômico**

A geração de excedente econômico se constitui numa condição e numa necessidade histórica para o desenvolvimento das sociedades humanas. O trabalho humano é capaz de criar uma soma de produtos superior ao necessário à sua reprodução (mais-valor). Dessa capacidade decorre o fato da geração de excedentes econômicos, como elemento natural e também como produto histórico da evolução social. O progresso das civilizações fica, portanto, condicionado ao aumento progressivo desse excedente.

Com o advento do capitalismo produz-se uma massa crescente de excedentes econômicos, e sua apropriação privada pelos proprietários dos meios de produção. O volume de excedente econômico gerado pelo constante aumento da produtividade social do trabalho, chegou a níveis incomparáveis em relação a todos os modos de produção anteriores na história humana. Isso se dá devido à natureza do sistema do capital que busca, através da concorrência entre diversos capitais individuais, aumentar a taxa de lucro

e realizar seu investimento em meios de produção adicionais, como condição necessária à sobrevivência tanto individual enquanto capitalistas como coletivamente enquanto sistema.

A apropriação do excedente econômico (a mais-valia) é parte essencial do ciclo de reprodução do capital, uma condição necessária ao desenvolvimento das forças produtivas que supõe a geração e a acumulação da forma capital em escala cada vez mais ampliada. A mediação da apropriação privada dos excedentes se realiza pelo mercado, via a competição intercapitalista e é regulamentado pelas normas e ação do Estado.

Para Marx, a pressão sobre os capitalistas particulares se processa por meio do mecanismo da concorrência. Como o capital é valor que se expande a si mesmo, seu valor deve, pelo menos, ser preservado. Por força da concorrência, a mera preservação do capital é impossível sem que ele ao mesmo tempo se expanda (BOTTOMORE, 1993). Derivada da concorrência entre capitalistas estabelece-se uma tendência ao constante crescimento da escala mínima viável de produção e, por consequência, do volume de capital requerido para se atingir o tempo de trabalho socialmente necessário à produção das mercadorias. Essa evolução está ligada à expansão necessária do capital constante (máquinas, insumos, energia, etc.) utilizado no processo produtivo capitalista, em detrimento da porção variável do capital (força de trabalho).

De forma geral, também na agricultura o aumento da escala de produção implica em utilização de maior volume de capitais, além de implicar no aumento da superfície explorada<sup>60</sup>, ou em intensidade de capital empregado sobre uma determinada superfície, variando em parte conforme o tipo de atividade produtiva desenvolvida (grãos implicam em superfície maior, pequenos animais e olericultura necessitam áreas menores, etc.).

Ou seja, apesar de que na agricultura a relação entre aumento da escala de produção e redução de custos não seja tão direta como na indústria, indubitavelmente há uma certa correlação entre aumento da escala, até um dado nível tecnológico, e a diminuição de custos, resultando, portanto, em maior competitividade. O que se observa é que dada uma determinada tecnologia, a tendência é a de que haja uma escala ótima a ser explorada<sup>61</sup>. Para grãos essa escala é indicada basicamente pelo potencial das máquinas, tais como as colheitadeiras e tratores e seus equipamentos (como plantadeiras, pulverizadores, etc). Portanto, superfícies cada vez maiores são requeridas para se produzir grãos de forma viável economicamente.

Com isso a competição entre produtores força à busca de tecnologias que reduzam

---

<sup>60</sup> No entanto, no caso da agricultura não deve ser confundido com aumento necessário de área explorada ou de tamanho de propriedade, ainda que esse seja um resultado frequente do aumento de escala de produção. O aumento de escala de produção na agricultura pode se dar por duas formas: a) pelo aumento extensivo da superfície explorada; e b) pela intensificação do emprego de capital em uma mesma superfície de terreno, resultando em produtividade aumentada do trabalho (LENIN, 1980)

<sup>61</sup> Exemplo de análise histórica aplicada à cultura da soja, e que demonstra essa relação tecnologia-escala de produção, pode ser visto em GERMER et al. (1981)

custos de produção.

A agricultura é arquetipicamente vista como um setor atomizado e competitivo. Nenhum produtor individual pode influenciar o preço de venda. A rentabilidade de qualquer operação é largamente fruto da função dos custos unitários de produção. Novas tecnologias oferecem meios de redução desses custos. Os adotantes iniciais dessas novas tecnologias são agraciados com rendas derivadas da inovação, mas estas desaparecem na medida em que a adoção se espalha e a curva de custos para todos os operadores converge. (KLOPPENBURG, 2004 p. 35)

A possibilidade desse sobrelucro deriva do fato que a nova tecnologia, ao ser introduzida no processo produtivo, reduz a necessidade de força de trabalho, resultando na diminuição do preço de produção. Como isso ocorre inicialmente em uma parcela pequena dos produtores, que têm acesso a essa nova tecnologia de forma antecipada, a redução do preço de produção acarreta necessariamente aumento do lucro para esse segmento de produtores inovadores (primeiros adotantes da tecnologia superior de produção), em relação ao conjunto de produtores desse segmento.

O primeiro efeito da introdução de uma nova técnica ou equipamento aparece no barateamento do preço de produção individual da mercadoria, via a redução do custo unitário de produção obtida com a introdução dos novos métodos de fabricação, que aumentem a produtividade do trabalho. Com isso o capitalista que introduz a inovação se beneficia durante certo tempo, de um sobrelucro, derivado do fato de seu custo de produção ter diminuído, ao passo que o preço de mercado, determinado pela média geral dos custos de produção naquele ramo, ainda não ter se reduzido.

Com isso, por certo tempo, ainda seria possível aos demais capitais manterem-se produzindo essa mercadoria, ainda que a custos unitários de produção maiores, uma vez que a variação na composição orgânica do capital ainda não tenha sido afetada de forma significativa no conjunto dos meios de produção daquele segmento econômico.

ora esta, ora aquela parte maior ou menor do capital global continua a acumular por certos períodos de tempo, com base em dada relação média daqueles componentes, de maneira que, com seu crescimento não ocorre nenhuma variação orgânica, portanto também não ocorrem as causas da queda da taxa de lucro. Esse aumento contínuo de capital, portanto também ampliação da produção, com base no velho método de produção, que prossegue tranquilamente enquanto, ao lado, os novos métodos já vão sendo introduzidos, é por sua vez uma causa de por que a taxa de lucro não diminui na mesma medida em que o capital global da sociedade cresce (MARX, 1988b p. 188)

Esse aspecto da teoria de Marx ajuda a explicar por que, em vários segmentos produtores de mercadorias e inclusive na agricultura, métodos mais antigos e menos produtivos consigam sobreviver por algum tempo, até que a alteração na composição



orgânica média do capital social naquele segmento produtivo se desloque, estabelecendo um novo patamar mínimo em termos de volume de capitais necessários para se manter uma unidade de produção com viabilidade.

Ocorre no entanto, que com a gradual adoção massiva da nova tecnologia, os ganhos extraordinários derivados do período inicial onde o custo de produção obtido com essa tecnologia era menor, vão-se reduzindo, ao ponto de desaparecerem como lucro extraordinário, resultando apenas no lucro médio do ramo de produção em questão. Esse processo é consequência direta da competição capitalista.

Devido a que a adoção de novas tecnologias resulta em incrementos na produção, há uma tendência para a queda dos preços. Isso meramente estabelece o cenário/palco para uma nova rodada de inovações. Aqueles que falham ou são incapazes de adotar as novas tecnologias sofrem perdas econômicas. Produtores marginais são continuamente forçados a sair do negócio, e suas operações são absorvidas por operadores melhor sucedidos. Essa “moenda tecnológica” permite a centralização canibalista na agricultura, enquanto simultaneamente assegura um mercado seguro e expandido para os provedores da nova tecnologia. (KLOPPENBURG, 2004 p. 35)

Do ponto de vista do capital o que ocorre é que com a introdução de uma nova tecnologia, necessariamente tende a ocorrer uma elevação da escala mínima de capital necessária para o desenvolvimento economicamente viável das unidades de produção nessa atividade. Portanto, em relação aos OGMs acorde com a teoria de Marx, tende a haver um ajuste em relação à nova composição orgânica do capital, e portanto, com a conseqüente redução da força de trabalho necessária à produção de soja.

Na concorrência, o mínimo crescente de capital que, com o aumento da força produtiva, se torna necessário para a operação exitosa de um negócio industrial autônomo aparece assim: tão logo o equipamento novo e mais custoso tenha sido introduzido genericamente, capitais menores passam a ser excluídos no futuro dessa atividade. Só ao se iniciar o uso de invenções mecânicas nas diferentes esferas da produção é que capitais menores podem funcionar aqui autonomamente. (MARX, 1988 p. 189)

No entanto, nem toda nova tecnologia representará necessariamente essa possibilidade de ganho econômico da maneira como foi descrita anteriormente. Pode ocorrer que novas tecnologias sejam introduzidas e posteriormente abandonadas em vista de não propiciarem os ganhos necessários em termos de redução do tempo de trabalho necessário, de forma a viabilizar a competição no mercado capitalista. No caso da soja pôde-se identificar que para um importante segmento de produtores rurais a tecnologia da engenharia genética ainda não propiciou um ganho econômico suficiente para justificar a adoção massiva dessa tecnologia. As causas desse fato serão esmiuçadas na sequência do

presente capítulo. No entanto, o oposto também é verdadeiro, pois para uma legião de agricultores o uso de plantas GM tem trazido ganhos importantes.

Em parte esses ganhos podem estar ligados à viabilização de ganhos tecnológicos indiretos, como é o caso da adoção da tecnologia do Sistema de Plantio Direto da soja (SPD). O SPD foi inventado no Paraná em 1972 e já ocupa mais de 5 milhões de hectares nesse estado. No Brasil são 25 milhões de hectares, na Argentina 18, 10 na Austrália e 25 nos EUA, alcançando mais de 100 milhões de hectares no mundo. O SPD se baseia em três princípios: não revolvimento do solo, sua manutenção permanentemente coberto com palha, e a rotação de culturas. Devido à ausência de operações para preparo do solo, há uma sensível economia de tempo, combustíveis, trabalho e custos, o que melhora os resultados econômicos (GRUPO..., 2009).

Relatos diversos dos EUA dão conta de que a adoção de práticas de plantio direto (*no-tillage system*) tem sido imensamente facilitada com a introdução dos transgênicos. Ainda que estudo de PETERSON et al. (2002) identificasse que no estado do Nebraska (EUA), nos anos iniciais dos OGMs (1997 e 1998), apenas 13% dos produtores tivessem reduzido suas práticas de aração (possivelmente pela falta de equipamento adequado), BENBROOK (2003) citando dados do Governo estadunidense identificou que em 2001 mais de 60% das áreas com soja transgênica nos EUA já se utilizavam de sistemas de plantio direto. Nesse mesmo ano na Argentina esse mesmo percentual já era de 96%.

Técnicos da SEAB e EMATER-PR também admitem maior facilidade de manejo das ervas espontâneas no plantio direto com a introdução do Glifosato no esquema de controle. E o sistema de plantio direto seria um dos fatores chaves para explicar a produtividade alta obtida com a soja no Paraná (CORDEIRO e ORICOLLI, 2000; CHRISTOFFOLI, 2009).

Para a adoção desse sistema é fundamental o controle sobre a incidência de invasoras. Lavouras com alta infestação não são recomendadas para adoção de plantio direto, devido às dificuldades de manejo, principalmente no pós-plantio. Ora, com a possibilidade do uso do Glifosato há uma simplificação desse procedimento, permitindo que uma gama maior de unidades produtivas possam adotar o sistema.

A redução na complexidade de gestão, que significa redução do tempo de trabalho necessário à cultura da soja, a necessidade de máquinas e equipamentos especiais (em especial plantadeiras) que são mais caros do que os convencionais, e logo se viabilizam apenas em escalas maiores de produção parecem estar sendo viabilizados exatamente pela introdução da soja GM.

Esse constante revolucionamento do modo de produção capitalista ocorre dia após dia. Ele se dá pela busca incessante do capitalista em reduzir os custos de produção e, portanto o tempo de trabalho embutido na produção das mercadorias. Essa redução em

geral ocorre através do aumento da parte constante do capital, expresso em máquinas, em instalações, ou também no uso de insumos que reduzem a necessidade de emprego de trabalho vivo (MARX, 1988). É comum ver isso diariamente, quando a introdução de uma nova máquina provoca a demissão ou o deslocamento de trabalhadores, agora substituídos por ela.

No entanto, não é qualquer tipo de inovação ou em qualquer circunstância que o capitalista opta por substituir trabalho vivo por trabalho morto (trabalho pretérito, materializado no capital fixo).

*Nenhum capitalista emprega um novo método de produção, por mais produtivo que seja ou por mais que aumente a taxa de mais-valia, por livre e espontânea vontade, caso ele reduza a taxa de lucro. Mas cada um desses novos métodos de produção barateia as mercadorias. Ele as vende portanto originalmente acima de seu preço de produção, talvez acima de seu valor. Embolsa a diferença entre seus custos de produção e o preço de mercado das demais mercadorias, produzidas a custos de produção mais elevados. (MARX, 1988b p. 189)*

Para o capitalista a introdução de inovações (maquinaria, novos métodos, etc.) só pode ser feita caso ela não provoque redução direta e imediata do lucro obtido individualmente, afinal a introdução de novos métodos é feita justamente para elevar o lucro auferido por esse proprietário de uma fração do capital geral da sociedade. No entanto, o efeito imediato esconde um movimento contraditório mais amplo que produzirá gradativamente justamente o estreitamento da taxa de lucro obtida pelo conjunto dos capitais naquele determinado ramo de produção.

A concorrência traz junto consigo um efeito tanto indesejado, como inevitável, para os capitalistas, a tendência à queda da taxa de lucro. A introdução de novas técnicas mais produtivas tem como efeito o aumento da produtividade social do trabalho, mas também e necessariamente leva à queda da taxa de lucro, devido ao deslocamento da força de trabalho viva empregada no processo de produção<sup>62</sup>.

O capitalista individual pode e tem que fazer esse movimento, pressionado pela concorrência, ainda que a médio prazo a pressão pelo constante revolucionamento das condições de produção leve a uma redução das taxas de lucro. Isso porque o tempo de trabalho socialmente necessário médio, exigido para a produção dessas mercadorias é maior do que o tempo de trabalho exigido pelo novo método de produção. Mas a concorrência generaliza-o e submete-o à lei geral. Então se inicia o descenso da taxa de lucro, o que é totalmente independente da vontade dos capitalistas. (MARX, 1988b)

Na medida em que o capital constante fixo somente se deprecia corretamente se for

---

<sup>62</sup> A taxa de lucro tende a cair com a redução da força de trabalho empregada no processo produtivo visto ser ela calculada diretamente com base nesse elemento.

plenamente utilizado, através do alcance do grau médio de utilização dentro de cada ramo específico de produção, implica em uma busca constante de alcance desse índice de utilização (e, portanto, da produção a custos socialmente médios). Esse processo conduz à intensificação do uso do capital na agricultura.

Por isso que, necessariamente, uma nova técnica somente pode ser adotada em níveis massivos em um dado segmento produtivo, na medida em que ela represente redução dos custos unitários de produção da mercadoria, ou dito de outra forma, na medida em que a produtividade do trabalho for aumentada e, dessa forma, reduzindo o tempo de trabalho socialmente necessário para a produção dessa mercadoria.

Portanto, o simples fato dos organismos geneticamente modificados terem sido introduzidos na cultura da soja em escala da ordem de dezenas de milhões de hectares, implica que tal tecnologia traz em si elementos de superioridade em termos de redução de custos de produção, que se pretendeu elucidar na presente tese. No entanto, apesar de a priori aceitar-se a tese da superioridade econômica dos OGMs no cultivo da soja (mais especificamente, os genes de tolerância ao Glifosato), o fato da persistência da produção convencional em uma escala elevada, no caso brasileiro, oferece importantes questões de pesquisa, que foram analisadas com base nos elementos trazidos pela teoria de Marx.

Para tanto trabalhou-se com a análise comparativa da economia da produção da soja convencional e transgênica. Para a verificação operacional utilizou-se de categorias como o **eficiência econômico-produtiva** relativa da soja GM e o **preço de produção**. O Grau de Eficiência Produtiva da Soja RR refere-se aos níveis de eficiência técnica alcançada pelas lavouras de soja RR em relação à eficiência produtiva das lavouras convencionais. Esse indicador foi verificado a partir da análise dos coeficientes técnicos (abaixo listados) junto a fontes secundárias (bibliografia, internet) e primárias (agricultores e pesquisadores).

### **7.1.2 Preço de produção e valor na agricultura**

#### ***Preço de Produção***

O processo de trabalho é condição da existência humana, comum a todas as formas de sociedade. O trabalho é fruto de uma interação do ser humano, que trabalha, com o mundo natural, de tal modo que os elementos da natureza são conscientemente modificados e com um propósito definido (BOTTOMORE, 1993). No modo de produção capitalista o trabalho deixa de cumprir apenas uma função de produzir as condições de vida e passa a ter uma segunda característica, a de ser veículo de valorização do capital.

A finalidade do processo capitalista de trabalho é produzir mercadorias cujo valor exceda à soma de valores da força de trabalho e dos meios de produção consumidos no seu processo de produção. Assim, esse processo de produção é, “ao mesmo tempo, um processo de trabalho que cria valores de uso e um processo de valorização do capital, que cria valor (ou valor de troca)” (MOHAN, 1993 p. 299).

O processo de trabalho relaciona-se com uma finalidade e um conteúdo definidos que produzem um determinado tipo de produto. O processo de valorização, ou de criação de valor, traduz o mesmo processo de produção do ponto de vista quantitativo, sendo todos os seus elementos vistos como quantidades definidas de trabalho objetivado, medidas de acordo com o tempo de trabalho socialmente necessário, em unidade do equivalente universal do valor. (BOTTOMORE, 1993).

Para Marx o chamado trabalho pretérito (ou trabalho “morto” - trabalho já incorporado em meios de produção produzidos anteriormente, mediante uso de força de trabalho que se coagula, corporifica-se na mercadoria produzida) é fator chave no aumento da produtividade do trabalho. A elevação no volume de meios de produção, em especial do capital constante fixo (máquinas, ferramentas, instalações...) é uma condição indispensável para o aumento da produtividade do trabalho vivo.

O valor da mercadoria é determinado pelo tempo de trabalho global, pretérito e vivo, que nela entra. A elevação da produtividade do trabalho consiste exatamente em que a participação do trabalho vivo diminui enquanto a do trabalho pretérito é aumentada, mas de tal modo que a soma global do trabalho contido na mercadoria diminui; portanto o trabalho vivo decresce mais do que o trabalho pretérito cresce. (MARX, 2008b p. 186)

Com base nos elementos teóricos anteriores buscou-se analisar a evolução da introdução dos transgênicos no país. No caso dos OGMs a alteração de custos, e portanto do valor da mercadoria soja, deram-se de várias formas e muitas vezes em sentidos contraditórios:

- a) Via a diminuição de dispêndio de trabalho vivo na redução das aplicações de herbicidas com a conseqüente redução de insumos e de número de aplicações;
- b) No menor tempo despendido na gestão e manejo de ervas espontâneas, uma vez que a gestão da aplicação de herbicidas é simplificada (ao menos nos primeiros anos, até que uma infestação mais séria de ervas resistentes ao Glifosato surja e ameace esses ganhos);
- c) Na otimização (aumento da eficiência) do emprego do “trabalho morto” ou capital constante fixo (um mesmo trator/pulverizador/plantadeira poderão atender a um número maior de hectares, etc);
- d) Os herbicidas têm o número de ingrediente ativo e de volume aplicado por área cultivada reduzidos, gerando diminuição de custos no período inicial de adoção da soja RR. Depois

de algum tempo o volume de ingrediente ativo necessário tende a voltar a crescer, como já ocorreu em diversas situações (em especial nos EUA e aparentemente no RS), devido ao surgimento de resistência das ervas invasoras.

e) Ampliação da janela do Tempo Técnico ótimo para aplicação de herbicidas em vista de fatores como: umidade do solo; tempo de germinação e estágio de crescimento da soja e das ervas espontâneas; e do período de desenvolvimento da soja. O Glifosato permite fazer a sua aplicação em soja RR, em condições mais amplas do que os herbicidas para a soja convencional permitem, aumentando a eficácia do controle de infestação nessas condições.

f) Em relação ao herbicida Glifosato, no período analisado houve uma redução no seu preço de venda em vista do fim do período de proteção da lei de patentes. Ou seja, o preço de mercado do herbicida Glifosato reduziu-se por um efeito não relacionado aos OGMs em si: o fim do período de proteção da propriedade intelectual (patente) sobre o produto. Ao final do período em análise, com a subida de preços do petróleo, houve novo ascenso no preço do mesmo.

g) O custo das sementes aumentou com os transgênicos, em vista da proteção legal (patente) concedida à Monsanto, que pôde estabelecer preço de monopólio. O custo é muitas vezes superior ao dobro da semente convencional, chegando a mais de 2% sobre o valor do grão comercializado.

No entanto, adicionalmente, há que se considerar que os produtores enfrentam níveis diferentes de infestação de ervas espontâneas e possuem diferentes graus de habilidade de gestão do manejo das mesmas, de forma a eliminar ou reduzir a ocorrência da resistência ao herbicida nas suas lavouras. Há recomendações técnicas para isso, algumas vezes seguidas, outras não, pela massa de produtores.

Constatou-se também que produtores de soja convencional que se utilizam da tecnologia recomendada para alta produtividade, dispendo de variedades convencionais de elite, produzindo em terras férteis ou adubadas adequadamente, e com bom nível de manejo de ervas espontâneas, conseguem produtividades superiores à obtida pelos transgênicos. Essa alta produtividade, ainda que realizando um dispêndio de herbicidas mais elevado do que produtores de soja transgênica, mais do que compensa aqueles gastos adicionais por unidade de área cultivada, permitindo aos mesmos a continuidade do plantio de variedades convencionais, obtendo lucratividade superior. Mesmo que com custos totais superiores, por unidade de área, o custo final por saca de soja produzida é menor do que os transgênicos, nesse caso específico.

Já agricultores que produzam em condições: (i) de menor tecnificação; (ii) que tenham dificuldades econômicas, ou (iii) dificuldades em manejar adequadamente as ervas

espontâneas, tendem a adotar massivamente os transgênicos. Essa condição desfavorável pode ser ilustrada como: (a) dispor de áreas de terra em escala menor do que a mínima tecnicamente recomendada para a utilização econômica do maquinário disponível (no sentido discutido por GERMER, 1981); (b) falta de equipamentos necessários, na época adequada, para executar as operações de instalação e manejo da lavoura na época e da forma tecnicamente recomendada; (c) presença de grau elevado de infestação de ervas espontâneas; (d) pouca disponibilidade de capital para realizar os investimentos necessários à produção da soja convencional.

Ou seja, entre os produtores de soja há níveis diferentes de configuração produtiva possível, resultando em produtividades e custos distintos de produção da soja e, portanto, possibilidades distintas de ganhos em vista da adoção dos transgênicos, na busca de um menor dispêndio de trabalho vivo para cada saca de soja produzida.

Essas condições que influenciam a adoção ou não de transgênicos parecem ser: 1) condições econômico-produtivas estruturais de cada produtor; 2) combinação das condições de clima, solo e germoplasma adequado, adaptado e altamente produtivo (seja ele convencional ou transgênico); 3) habilidade superior ou inferior do produtor para o manejo da lavoura, em especial das ervas espontâneas (considerando-se haver um grau mínimo viável dessa habilidade entre os produtores de soja do país).

O advento dos OGMs também trouxe impacto na redução do tempo de trabalho técnico-científico necessário para a geração de novas cultivares de soja, por exemplo, via rápida incorporação das características engenheiradas às cultivares existentes, o que lhes confere características bastante distintas; ou via estabelecimento de novas rotas para o melhoramento genético de cultivares (com isso no Brasil hoje já são mais de 50 cultivares, que além de suas características originais, carregam a característica de tolerância ao Glifosato, afora outras variantes de transgênicos, como Bt etc.).

No entanto, o tempo de geração de novas variedades de plantas, no formato tradicional de melhoramento genético, não foi alterado significativamente, visto os limites naturais ainda existentes. Contudo, com a transgenia, a possibilidade de incorporação de características inovadoras aumenta exponencialmente, bem como, uma vez fixado um melhoramento útil numa cultivar, torna-se possível gradativamente ir ampliando sua presença nas cultivares já existentes que, depois de incorporarem essas novas características engenheiradas, são consideradas efetivamente como novas cultivares.

Ademais, a engenharia genética pressupõe a possibilidade de surgimento de variedades completamente distintas e impossíveis de serem alcançadas pelos métodos naturais de melhoramento anteriormente utilizados, visto trazerem genes de outras espécies ou reinos. Também a técnica de marcadores genéticos, obtida no processo de configuração

da engenharia genética, possibilita o aceleração dos métodos convencionais de melhoramento, visto que se pode identificar se determinado gene ou conjunto de genes foi herdado ou não pela progênie no cruzamento convencional. Esse simples fato torna possível ganhos de eficiência na obtenção de variedades convencionais. Ou seja, esse conjunto de possibilidades coloca de fato uma redução no tempo de trabalho científico para a produção de novas variedades de plantas, engenheiradas ou convencionais.

## 7.2 Economia comparada da soja convencional e transgênica.

Como já dito anteriormente, a adoção da soja GM em larga escala somente faria sentido, desde o ponto de vista capitalista caso tenha havido redução no tempo de trabalho socialmente necessário para sua produção (portanto no preço de produção). Nesse sentido a análise econômica comparada seria um instrumento útil para se poder estabelecer a mensuração entre os dois modelos produtivos.

A ferramenta usualmente empregada para a análise econômica comparada já é consolidada e fartamente utilizada pelos agrônomos e economistas agrícolas. Ela emprega conceitos da economia política burguesa e foca nos elementos da teoria marginalista (HOFFMAN et al., 1987).

No entanto, para efeitos dos propósitos da tese, tendo em vista o objetivo de analisar o processo de implantação da soja transgênica no país e no mundo, desde a perspectiva do capital, torna-se interessante referir-se também a uma contabilidade que reflita os interesses de classe e a dinâmica própria ao capital. Nesse sentido adotou-se a diretriz de aproveitar as análises existentes com base na teoria marginalista dominante, mas ao mesmo tempo, traz elementos teóricos sobre a contabilidade econômica, com base na teoria de Marx. Para estabelecer essa contabilidade econômica<sup>63</sup> derivada da teoria de Marx, utilizou-se da seguinte fórmula:

$$C' = c + v + m$$

Sendo:

- “C’”: Receita necessária (na equação do processo de produção capitalista); que se decompõe nos diversos itens abaixo.
- “c”: capital constante (despesas correntes de produção + depreciação). O Capital Constante é formado pelo capital fixo e capital circulante
  - O Capital Fixo é empregado nos meios de produção que não são

---

<sup>63</sup> O método adotado para essa contabilidade, foi empregado na dissertação de mestrado de Christoffoli (2000), sob orientação dos professores José Henrique de Faria e Claus Magno Germer.



completamente incorporados ao processo produtivo em um único ciclo. O capital fixo é incorporado gradualmente à massa de mercadorias que vai sendo produzida, através de seu desgaste físico ou tecnológico, ao longo dos ciclos de produção. Exemplo de capital fixo: máquinas e equipamentos, instalações produtivas, reprodutores, pastagens, etc.

- O Capital Circulante é formado pelos meios de produção (matérias-primas, energia, etc.) que são consumidos completamente em cada ciclo produtivo, passando a se incorporar à mercadoria produzida. Exemplos: sementes, adubos, sacaria, combustível, pesticidas, etc.
- “v”: Capital Variável (despesas com pagamento de assalariados ou com força de trabalho própria). O Capital variável corresponde ao gasto com força de trabalho (viva) aplicada ao processo produtivo.
- “m”: Mais-valia – Valor Excedente gerado no processo de trabalho e não pago, mas que é apropriado pelo capitalista. Decompõe-se em juros, impostos (mais-valia social) e lucro (inclusive renda da terra e royalties).

Essa forma de apresentação dos dados torna claro, através da decomposição dos diversos componentes a distribuição do produto gerado:

- a) o montante de riqueza gerada pelo trabalho;
- b) o quanto desse valor foi empregado na remuneração da força de trabalho (capital variável conforme Marx);
- c) o montante utilizado para reposição do capital constante (capital constante fixo - representado pela depreciação - e capital constante circulante - pelos insumos e materiais que se repõem necessariamente a cada novo ciclo de produção); e, finalmente,
- d) o valor adicional gerado no processo de trabalho: a mais-valia ou produção excedente. A mais-valia/valor excedente é distribuída de várias formas, sendo parte direcionada à remuneração do capital empregado, parte à renda da terra e a impostos e despesas de comercialização. Ao final pode ou não ter restado um “resíduo”, correspondente em empresas capitalistas ao lucro do empresário. Obviamente, ao se pressupor produção capitalista, necessariamente deveria haver a parte correspondente ao lucro do empresário e, em condições médias, equivalente ao lucro obtido em outros segmentos da economia.

Este cálculo reflete os critérios de funcionamento real que uma unidade de produção deve seguir no capitalismo. Uma unidade de produção no capitalismo, qualquer que seja

seu formato ou orientação ideológica, estará concorrendo com unidades capitalistas; para se manter no negócio, devem ser capazes de se reproduzir expandindo-se (reprodução em escala ampliada); para isso devem ser capazes de obter lucros, que são excedentes sobre os custos; daí segue-se que os lucros são tanto maiores quanto menores sejam os custos, e a importância de gerir custos rigorosamente, ou seja, não pagar mais, e de preferência pagar menos, pelos componentes do custo, do que os concorrentes.

Os produtores, ainda que não entendam de contabilidade formal, sabem que a redução nos custos é vital para seu negócio. Os produtores de soja transgênica do Rio Grande do Sul buscaram economizar nos custos através da não-adoção de sementes certificadas. Ainda que isso tenha um custo indireto<sup>64</sup>, pela qualidade menor da semente salva da própria lavoura, tal operação representa uma economia de custos no processo produtivo, possivelmente, sem o qual os mesmos não teriam condições de se manter na atividade ou o fariam em condições menos vantajosas. O custo representado pela compra de sementes certificadas pode ser estimado em torno de 5-7% dos custos totais de formação de uma lavoura de soja, mas apenas parte dele poderia ser apropriado efetivamente pelo agricultor, visto que salvar semente própria também requer algum dispêndio de força de trabalho e do custo efetivo do grão destinado à reprodução das safras futuras.

Ainda, a unidade capitalista deve ser capaz não só de acumular, como de fazê-lo à frente dos concorrentes e para isso se utiliza de inovações tecnológicas. Se a unidade capitalista tem de fazer isso tudo, parece claro que uma unidade que pretenda concorrer com ela (como é o caso dos pequenos produtores, ou produtores simples de mercadorias) tem de fazer pelo menos o mesmo, e para fazer o mesmo ela tem de usar os mesmos critérios. É isso, inclusive, um dos motivos pelos quais as unidades de produção no capitalismo, seja como for que se autodenominem, para sobreviver tendem a funcionar exatamente como as capitalistas, porque é uma *imposição objetiva* das circunstâncias em que operam. Por essa ótica de análise, o fato de uma unidade não acumular não quer dizer que não seja capitalista, mas apenas que seria um capitalista deficiente, ou decadente (CHRISTOFFOLI, 2000).

Por outro lado, de fato se está fazendo uma contabilidade diferente da habitual das empresas. A divisão do capital em constante e variável não é um critério contábil prático necessário à gestão das empresas capitalistas. A contabilidade relevante das empresas é a que elas fazem regularmente. Nesse caso a divisão fundamental é entre capital fixo e circulante, aliás, mais do que isso, está entre custos fixos e custos variáveis. Não é preciso separar os salários. No critério de capital circulante os salários somam-se no mesmo nível

---

<sup>64</sup> O presidente da ABRASEM menciona que o uso de sementes próprias pelos produtores gaúchos ressuscitou doenças já controladas na cultura da soja (GAZETA MERCANTIL, 2008).

aos demais custos correntes, que não sejam de capital fixo. Já no critério de custos fixos e variáveis, os salários dividem-se entre os custos fixos e os variáveis, pois há alguns salários que só podem ser eliminados se a empresa encerrar suas atividades.

A diferença é que os critérios contábeis das empresas representam a contabilidade do capital, isto é, do ponto de vista do capitalista, ao passo que os critérios contábeis marxistas fazem a contabilidade do trabalho, isto é, do ponto de vista do trabalhador. Ambos são subdivisões da mesma coisa, só que por critérios diferentes. A seguir será dada uma explicação mais detalhada dos diversos itens:

α) Valor da produção gerada - que se compõe das receitas monetárias originadas da atividade produtiva soja.

β) Remuneração do trabalho (capital variável) - composta pelo valor destinado ao pagamento do trabalho assalariado ou familiar. Refere-se à parcela da produção alocada à remuneração dos trabalhadores.

χ) Despesas com capital constante - incluem as despesas correntes correspondentes ao valor dos materiais utilizados na produção e a depreciação, que é a reserva para reposição futura do maquinário e instalações (bem como inclui parte do valor a ser utilizado na amortização do capital financiado - exclusive juros, que são retirados da parte referente à mais-valia/valor excedente). A depreciação é calculada com base na relação patrimonial utilizada para fins de balanço e aplicada uma taxa anual de 10% sobre o valor total. A rigor a depreciação deveria ser calculada com base no preço de mercado dos componentes do capital fixo existente. Isso pressupõe uma reavaliação anual difícil de ser realizada na prática.

δ) Produção excedente (e mais-valia) - corresponde ao valor produzido além do que se gastou na produção da força de trabalho e dos meios de produção. Diz respeito à riqueza gerada (ou que deveria ter sido gerada, no caso dos diversos itens que a compõem) para satisfazer condições semelhantes às de um produtor capitalista. Entretanto, uma observação aqui se faz necessária: a utilização do conceito de mais-valia é adequada quando tratar-se de relações capitalistas, ou seja, de exploração de trabalho produtivo assalariado. Ao se analisar um empreendimento não capitalista, pode-se falar em valor excedente, mas não em mais-valia (FARIA, 2000). Retomando a questão, a produção oriunda do trabalho excedente desdobra-se no pagamento de juros sobre o capital próprio e de terceiros, nos impostos, nas comissões de venda e propaganda e na renda da terra. É importante que fique claro que nem todos os itens componentes da mais-valia/valor excedente representam desembolso e/ou despesas que reduzem os ganhos do produtor:

- Os juros sobre o capital próprio são os que em condições normais o capitalista atribui a seu capital, isto é, uma remuneração mínima que obteria em aplicações alternativas.
- O capital de terceiros pode ser desdobrado em 3 sub-itens: os juros efetivamente pagos (sobre o capital constante fixo), os juros incorridos no período, mas que serão pagos somente no futuro, e os juros mais multas operacionais.
- Os impostos referem-se à parte da mais-valia/valor excedente que é destinada ao Estado, enquanto que a comissão de vendas e propaganda (que deve ser calculada tendo o cuidado de excluir os custos necessários ao transporte e conservação das mercadorias), e também partes da mais-valia/valor excedente, representam os custos derivados da intermediação de tipo capitalista (representam custos de transferência entre proprietários privados, que inexistiriam em uma situação que abolisse a propriedade privada sobre os meios de produção).
- Os royalties, ou taxa de uso da tecnologia transgênica, que é destinada à companhia Monsanto e suas associadas, devido ao monopólio legal estabelecido pela lei de patentes.
- Por último, a renda da terra representa uma parte da mais-valia/valor excedente que é destinada aos proprietários de terra e que advém única e exclusivamente do caráter privado da propriedade, o que assegura o direito de explorá-la ou não destes que a possuem.

e) Ao final desses vários itens existe um *resíduo*<sup>65</sup> (em caso de ser positivo). No caso de inexistir resíduo positivo, indicaria que a remuneração dos diversos fatores não está se dando em condições mínimas para que se estabelecesse uma produção de tipo capitalista e, portanto, apontaria a inviabilidade econômica imediata e/ou potencial da unidade de produção, ou ao menos a sua manutenção em condições abaixo dos níveis mínimos de lucratividade exigidos por qualquer produção de tipo capitalista, ou seja, em condições precárias de manutenção de seus membros. Eles teriam conseqüentemente que se contentar com padrões de vida inferiores aos alcançados até mesmo por outros trabalhadores submetidos diretamente a relações capitalistas de produção.

Uma questão importante refere-se às implicações da não obtenção de lucro

---

<sup>65</sup> O resíduo corresponde ao “lucro do empresário” que, segundo Marx, é a parte do lucro médio que cabe ao capitalista industrial após o pagamento dos juros. Esse lucro deve em geral corresponder à taxa média de lucro empresarial com um desvio para mais ou para menos.

empresarial. Em princípio, poder-se-ia pensar que, tratando-se de empreendimentos camponeses ou familiares, que não visam o lucro, mas essencialmente a sobrevivência dos seus membros, a não obtenção de lucro não causaria problemas. Todavia, a unidade de produção simples de mercadorias é um empreendimento econômico cuja sobrevivência depende da capacidade de manter níveis de produtividade e de competitividade compatíveis com os vigentes no mercado, que é capitalista. A sustentação da competitividade depende, por sua vez, da contínua atualização e expansão da estrutura produtiva, isto é, da expansão dos investimentos, e estes são financiados principalmente pelos lucros obtidos. Assim sendo, o fato de não ter havido lucro empresarial afeta um empreendimento deste tipo, porque estrangula sua capacidade própria de expansão, que é essencial para a sobrevivência diante da concorrência (CHRISTOFFOLI, 2000).

Os elementos teóricos aqui elencados dizem respeito à elaboração de uma contabilidade detalhada acerca da produção de soja, tendo em vista identificar a remuneração dos diversos componentes do seu preço de produção. Tendo em vista que o presente estudo não tem a preocupação estrita de focar na análise de casos específicos, aos quais sim caberia aplicar disciplinadamente a lógica contábil proposta, não se utilizará dessa metodologia nos casos levantados a campo.

Analisa-se os diversos aspectos envolvidos no processo produtivo da soja RR em comparação com a convencional e identificar o que tem ocorrido no Brasil e no mundo em relação a esses aspectos.

Em relação à produtividade comparada e ao retorno econômico, diversos estudos e levantamentos de campo apresentam dados indicativos de efeitos que se repetem com grande regularidade: a soja transgênica apresenta custos de produção mais baixos do que a convencional, contudo apresenta menor rendimento físico por hectare. O resultado dessa combinação varia conforme as condições em que essas variações se apresentam. Algumas vezes e em determinadas situações o balanço é favorável à soja transgênica, em outras, é melhor o resultado da soja convencional. Alguns dos autores que apontam resultados em sentido favorável à soja convencional são: CARPENTER, 2001; ELMORE et alii, 2001; CORNEJO e MCBRIDE, 2002; BRUM, 2003; s.d.; GIANESSI et al., 2002; WILKINSON, 2002; PENNA e LEMA, 2003; BENBROOK 2002; MEDEIROS, 2004; ROESSING e LAZZAROTTO, 2005; WILKINSON e PESSANHA, 2005; SILVEIRA, 2005; TRIGO e CAP, 2006; GUANZIROLI, 2006; OSAKI e BATALHA, 2007; MENEGATTI e BARROS, 2007; VON DER WEID, 2007; LEITÃO et al., 2008; HIRAKURI, 2008.

DUFFY (citado por Silveira, 2005) identificou essa mesma tendência em estudo comparativo na União Europeia. O custo total foi maior na lavoura convencional, no entanto,

a produtividade e o retorno financeiro também foram maiores, demonstrando que a produção adicional mais do que compensou a diferença no custo do herbicida.

Tabela 30 – Europa. Comparação de retorno entre soja transgênica e convencional

Cultura	Produtividade (kg/ha)	Custo de semente (€/ha)	Custo total (excluindo terra e trabalho) (€/ha)	Retorno sobre a terra e trabalho (€/ha)
Soja transg. RR	3.295	57	254	320
Soja convencional	3.430	42	274	322

Fonte: SILVEIRA, 2005 p. 81 (citando dados de DUFFY e COMISSÃO EUROPEIA – não referenciados)

Nos Estados Unidos, também foram obtidos resultados semelhantes. Na maioria dos estados pesquisados, a soja transgênica teve menor produtividade do que a convencional, ainda que em Illinois tal fato não aconteceu, demonstrando a diversidade de situações que envolve a questão.

Tabela 31 – EUA. Diferenças de produtividade entre a soja convencional e transgênica

Estados	Produtividade (kg/ha)		Diferença entre as tecnologias (%)
	Convencional	Transgênica	
Illinois	3.900	4.040	+ 3,5 %
Iowa	4.100	3.830	-7%
Michigan	4.440	4.300	-3%
Minnesota	4.440	4.100	-8%
Nebraska	3.900	3.430	-12%
Ohio	4004	3.900	-3%
South Dakota	3.300	2.960	-10%
Wisconsin	4.770	4.640	-3%

Fonte: SILVEIRA, 2005 p. 82 citando WILKINSON, 2002 e BENBROOK.

Em alguns casos a diferença na produtividade chegou a 12% pró-convencional, ao passo que a única situação favorável aos transgênicos em produtividade foi de 3,5%. Esses dados entretanto, não devem ser considerados como absolutos. A seguir discutir-se-á alguns dos elementos que compõem a dinâmica produtiva e econômica da soja RR, em sua relação dialética com a produção convencional.

### 7.3 A economia da soja RR em nível internacional

A soja é um produto que, desde os anos 1970 teve consolidado os preços e a dinâmica produtiva guiados pelo mercado mundial. Esse produto se converteu numa

*commoditie*, produzida em larga escala, com características uniformes, sem diferenciação regional ou de outra ordem, respondendo basicamente a custo (preço de produção). Nesse sentido criou-se um mercado mundial para a soja, que determina o que e onde será plantado, o preço a ser pago, e assim por diante.

A introdução da soja RR, inicialmente nos EUA e Argentina, de acordo com a teoria de Marx, deveria ter provocado uma reacomodação nos preços de produção da mercadoria soja no mercado mundial, assim como a expansão do cultivo transgênico no Brasil tende a impactar também no sentido de redução dos custos de produção dessa oleaginosa.

O objetivo neste ponto é identificar se, de acordo com a teoria, o preço de produção da soja caiu ou não no período posterior à introdução da soja transgênica. O capitalista busca com a introdução de novas tecnologias a substituição (redução) do trabalho vivo, diretamente empregado no processo produtivo. Ou seja, no caso da soja, os agricultores não teriam introduzido massivamente a soja GM caso esta não trouxesse ganhos objetivos na redução do custo de produção da mercadoria soja.

Já o fato de que uma parte significativa dos produtores ainda resista à adoção das tecnologias GM, significa nada mais do que o fato de que essa tecnologia ainda não represente ganhos generalizados para a atividade; seja porque há segmentos de produtores que ainda não se beneficiam da redução de tempo de trabalho com a adoção dos OGMs, seja porque a evolução tecnológica ainda pode estar incompleta (caso do *yield lag*) ou até mesmo porque essa tecnologia seja incapaz de trazer benefícios duradouros conforme os interesses do capital.

Esses aspectos se referenciam em parte ao que já foi discutido na capítulo 4 (item 4.2.3 Progresso Técnico na Agricultura), mas dizem respeito a diferenças nos sistemas produtivos empregados na cultura da soja, fazendo com que parcela significativa dos produtores possam se manter na atividade prescindindo de tecnologias supostamente superiores em termos econômicos.

Para tentar dirimir parte dessas dúvidas, buscou-se identificar se a introdução dos OGMs trouxe redução no preço de produção da soja. Uma forma possível para mensurar esse efeito seria analisar o impacto sobre os preços no mercado mundial desse produto. Proceder-se-á a análise caracterizando a evolução do mercado, a flutuação dos preços. Enfim, verificar-se-á se de fato o preço de produção teve queda depois do advento da soja transgênica.

### ***Evolução da produção e preços mundiais da soja***

A produção mundial de soja evoluiu de forma significativa desde a introdução da soja

GM no mercado. Na safra 1996/97 primeiro ano de presença dos OGMs no mercado, foram produzidas 130,2 milhões de toneladas, evoluindo para 214,3 milhões em 2005/06.

Tabela 32 – Produção e preço mundial da soja. 1996 a 2006

Ano	Produção (em milhões ton)	Preço (em US\$/ton)
1996/97	130,2	296,50
1997/98	144,4	221,83
1998/99	160,0	175,33
1999/00	157,8	187,42
2000/01	161,4	171,50
2001/02	177,9	198,00
2002/03	181,7	238,42
2003/04	190,5	268,08
2004/05	206,4	230,67
2005/06	214,3	225,56

Fonte: TRIGO e CAP, 2006 p. 45

Apenas uma parcela dessa produção foi comercializada no mercado mundial, sendo grande parte direcionada para o consumo interno dos próprios países produtores. A proporção vendida no mercado mundial tem crescido gradativamente, saltando da faixa dos 24% em 1997 para 33% em 2001 e 29,9% em 2002. Esse maior volume destinado ao mercado mundial tem importância porque significa que cada vez mais a soja se torna um produto cujos preços são definidos internacionalmente e onde, o padrão de produção deixa de ser local-nacional, para ser governado mundialmente.

Em outras palavras, o patamar de competição intercapitalista entre produtores de soja se internacionaliza. O produtor gaúcho não tem que competir apenas com seu vizinho de Santa Catarina ou Paraná, mas também com o do Mato Grosso e mais ainda, com os sojicultores argentinos e estadunidenses.

Foi nesse sentido que produtores dos EUA reclamaram junto ao Governo daquele país contra os sojicultores brasileiros e argentinos que se utilizavam das sementes RR ilegais, praticando concorrência desleal, por não pagarem a taxa de utilização da tecnologia para a Monsanto, como eles mesmos eram obrigados a fazer, nos Estados Unidos (GAO, 2000).

Na tabela a seguir verificam-se indicadores da evolução do mercado mundial da soja no período imediatamente anterior à introdução dos transgênicos, até o ano de 2002.



Tabela 33 – Exportação mundial de soja em grão e participação relativa dos principais países exportadores, 1993 a 2002 (em 1000 toneladas)

ANO	Mundo	EUA	Brasil	Argent	Parag	EUA %	Brasil %	Argent %	Parag %
1993	29.590	20.940	4.209	2.219	1.250	71	14	8	4
1994	28.060	16.030	5.400	2.914	1.200	57	19	11	4
1995	32.189	22.810	3.493	2.608	1.450	71	11	8	5
1996	32.051	23.165	3.647	2.114	1.600	72	11	6	5
1997	36.886	23.999	8.340	725	2.150	65	23	2	6
1998	40.976	23.687	9.275	3.194	2.390	58	23	8	6
1999	39.356	21.500	8.917	3.412	2.500	55	23	7	6
2000	45.670	26.537	11.161	4.136	2.120	58	24	9	5
2001	53.880	27.103	15.470	7.454	2.550	50	29	14	5
2002	53.365	28.948	15000	6.171	2.110	54	28	12	4

Fonte: ROCHA, MENDONÇA e RIBEIRO, 2005 p. 19, a partir de dados da FNP Consultoria.

Os EUA se destacam durante todo o período como os maiores produtores mundiais da soja. Também são individualmente os maiores exportadores, tendo apenas em períodos pontuais perdido a hegemonia dessa cultura no mercado mundial. No entanto, o cone sul americano em conjunto (Argentina, Uruguai, Paraguai, Brasil e Bolívia) já se converteu desde 2001, no principal produtor e exportador mundial da soja.

Tais elementos são importantes para se analisar o quadro de competição intercapitalista que se estabelece nesse segmento. A soja passa a se converter, no período analisado, no principal produto de exportação da maior parte dos países do bloco sulamericano, e até mesmo responde por grande parcela do PIB dos mesmos.

### ***Evolução dos preços mundiais da soja no período pós-introdução da soja GM***

Para se analisar a contribuição e o impacto da soja transgênica sobre o mercado mundial, é preciso desdobrar a análise sobre a evolução dos preços mundiais e por país. Os preços da soja têm apresentado oscilações importantes nas últimas décadas, refletindo alterações na estrutura de consumo dos países, na incorporação de novas terras ao processo produtivo e, mais recentemente, ao fato do crescimento econômico chinês ter alavancado o consumo mundial, como será visto mais adiante.

A explicação usual para as evoluções do preço das commodities no mercado internacional são relacionadas à função demanda X volume de produção.

Essas grandes oscilações nos preços da soja na CBOT são originadas pela demanda mundial pelo grão. Quando o mercado prevê uma queda acentuada nos estoques mundiais ou há a previsão de quebra na safra em algum país, considerado um grande produtor e que possa afetar os estoques mundiais, o preço reage positivamente. Da mesma forma quando o mercado prevê um aumento na oferta e conseqüente aumento nos

estoques, os preços reagem negativamente. (SCHULTZ BRANDT e BRANDT, 2008 p. 5)

É certo que a flutuação da oferta ou da demanda fazem flutuar também os preços das commodities, especialmente se estão ligadas a alterações em tendências estruturais de população, consumo e renda. No entanto, ainda que tenha parcela de potencial explicativo, esse tipo de fundamentação carrega armadilhas que desconsideram um aspecto central no entendimento dessa questão: a evolução do preço de produção da mercadoria (MARX, 1988). Como já visto, o preço de produção é uma condição inerente, interna ao processo de produção em si, é determinado fundamentalmente pelo tempo de trabalho necessário à produção das mercadorias, e ele é quem governa de fato a tendência evolutiva dos preços. Caso contrário seria difícil explicar gráficos como o que segue.

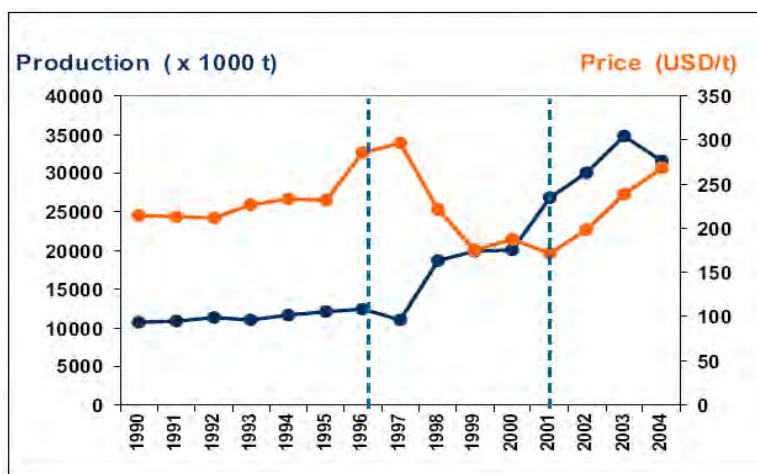


Figura 24 – Argentina. Evolução da produção e preços da soja (FOB-Buenos Aires)  
Fonte: TRIGO e CAP, 2006 p. 23 citando dados de SAGPyA (2006)

O gráfico traz elementos interessantes, pois mesmo no período em que o preço cai no mercado internacional, há aumento na produção de soja na Argentina, e também no Brasil, ainda que os dados da flutuação do câmbio tenham grande influência (o que não é o caso argentino, pois nesse período o país havia adotado a paridade dólar-peso).

Entre 1996 e 2001, o fornecimento de soja na Argentina (isto é, a manifestação visível das decisões de otimização feitas por milhares de agricultores individuais), comportou-se como se a elasticidade-preço daquela commodity particular simplesmente seguisse o sinal trocado (os preços caíram e a oferta aumentou). A verdade dessa questão é que a resposta da oferta não foi ao aumento do preço do produto mas à introdução de uma nova tecnologia que diminuiu os custos de produção mas, que além disso, reduziu a inelasticidade da oferta de terras adequadas para seu cultivo. Isso significa que a equação de otimização feita pelos agricultores incluiu pela primeira vez um crescimento no estoque de terras potencialmente disponível (numa escala de milhões de hectares).(TRIGO e

Ou seja, o fator tecnológico, a introdução de uma inovação que reduziu tempo de trabalho e, via de regra, os preços de produção da soja, permitiu a continuidade do aumento de produção, mesmo com a queda de preços. No entanto, o sentido real desse movimento é o oposto da sua aparência. A incorporação das novas tecnologias é que possibilitou a redução do preço de produção da soja. Por um lado, ao se generalizar o uso da tecnologia RR na Argentina e nos EUA (dois dos três maiores produtores e exportadores de soja) o preço internacional do produto baixou, ajustando-se ao novo patamar de custos ditado agora pela soja RR. Por outro, inovações tecnológicas e genéticas na soja convencional brasileira também trouxeram ganhos de produtividade, como já foi visto.

Isso é dado pelo fato incontestável de que o mercado da soja se internacionalizou. O preço de mercado da soja é determinado pela competição direta entre produtores da pampa argentina, do meio oeste americano e das lavouras brasileiras. E as curvas de evolução de preços internos desses países evoluem num compasso harmônico com o mercado internacional. Ora, nesse período o volume de produção argentino-estadunidense correspondia a cerca de 65% (variou entre 78,8% em 1996 e 64% em 2001) das exportações totais mundiais de soja. Ou seja, a maior parcela da soja entrante no mercado mundial naqueles anos evoluiu para transgênica e, sendo assim, com um custo médio menor de produção por tonelada.

Ainda que, eventualmente, variações derivadas da flutuação do câmbio interfiram nos preços internos, os programas de estabilização econômica tenderam a equacionar essa flutuação. Esse parece ser o caso, mesmo para o Brasil, onde o preço de mercado da soja está ligado diretamente aos fatores: taxa de câmbio, balança comercial, taxa de juros SELIC e inflação e às cotações da soja na Chicago Board of Trade (CBoT) (SCHULTZ, BRANDT e BRANDT, 2008).

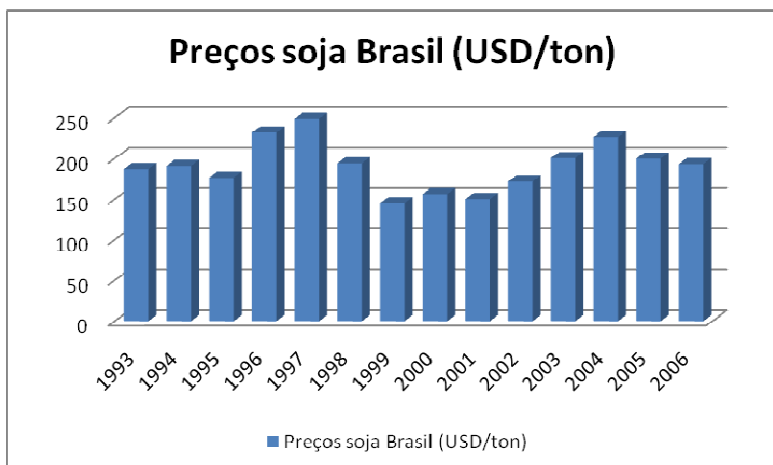


Figura 25 - Brasil. Preço da tonelada de soja (em USD)  
Fonte: USDA. Elaboração do autor.

Observe-se a similaridade nas curvas de preço entre o mercado brasileiro (acima) e estadunidense (gráfico abaixo). Ou seja, o preço em dólar se equivale entre os países, ainda que possa haver variação eventual na remuneração dos produtores rurais internamente nesses países em vista da política cambial de cada país (e fiscal também, como pôde ser visto recentemente na crise argentina em que produtores questionam as alíquotas de impostos sobre exportação de produtos agropecuários).

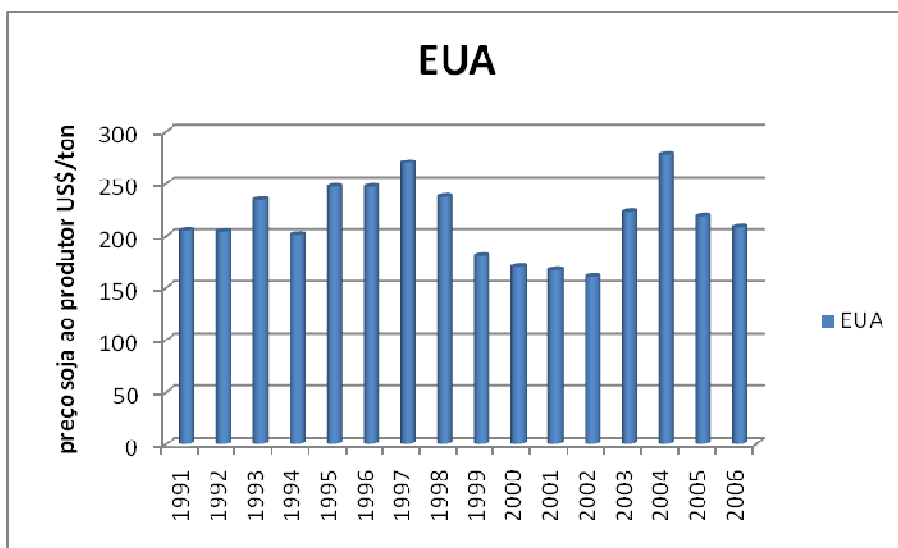


Figura 26 – Evolução do preço real da soja pago ao produtor nos EUA (em US\$/ton)  
Fonte: USDA. Elaboração do autor.

O efeito da taxa cambial sobre o preço recebido pelo produtor rural não é desprezível e pode ser visto no gráfico abaixo. Ainda que guarde relação proporcional entre o preço internacional e o preço em real, a taxa de câmbio pode trazer distorções no processo produtivo interno de cada país, especialmente entre os produtos cotados internacionalmente

e aqueles destinados ao mercado interno (ou cujos preços são determinados fundamentalmente por custos influenciados apenas pela moeda local), por exemplo.

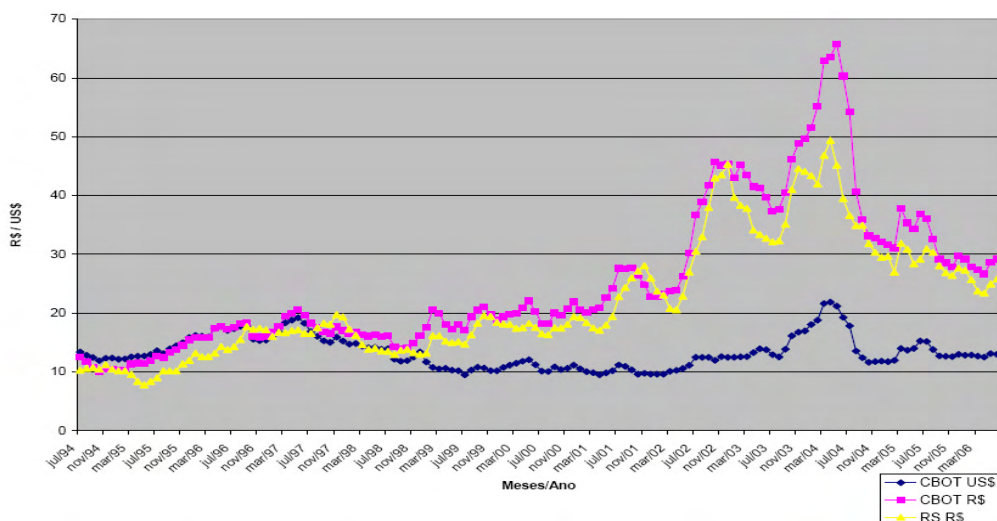


Figura 27 – Comparativo de preços históricos (CBOT X mercado de soja do RS)  
 Fonte: SCHULTZ, BRANDT e BRANDT, 2008 p. 73, a partir de dados da FNP e BM&F Brasil.

No exemplo ilustrado acima, a soja gaúcha recebe uma cotação (em R\$, em amarelo no gráfico acima) cujos parâmetros de determinação são o preço internacional da soja (estabelecida no mercado de Chicago, CBOT-EUA, em azul no gráfico) e do preço internalizado da soja (CBOT-preços em R\$, em rosa no gráfico), com base na taxa de câmbio praticada. A similaridade entre as curvas é bastante clara, ainda que haja uma amplificação de seus efeitos conforme varie a taxa de câmbio no país.

No entanto, os custos de produção de cada país (e dentro do país) variam, influenciando na rentabilidade, na possibilidade de competição intercapitalista e na sobrevivência na atividade, etc.

Tabela 34 - Desempenho comparativo dos custos de produção de soja entre Argentina, Brasil (PR e MT) e USA (US\$/ha)

SOJA	USA Meio-Oeste2003/04	Brasil Paraná2003	Brasil Mato Grosso2003	Argentina Pampa Úmida2002
Custos Variáveis	187,5	328,7	262,4	222,9
Custos Fixos	404,7	193,3	172,6	253,6
Custos de Produção	592,1	521,9	435,1	476,5
Produtividade h/kg	2910	3000	3000	3000
Custos por tonelada	203,5	174,0	145,0	158,8

Fonte: TAVARES et al. 2005.

Tavares et al (2005) mostram que o custo total de produção do Paraná é inferior quando comparado ao de Illinois, em torno de 28% (Tabela 6). No que se refere aos custos variáveis, estes são maiores no Brasil (Mato Grosso e Paraná), em consequência do uso intensivo de fertilizantes (U\$ 119 contra U\$22 por há nos EUA). Por outro lado, os custos de sementes dos Estados Unidos foram maiores, em função do uso de sementes transgênicas (ainda não disseminadas amplamente no Brasil, à época do estudo). Contudo, nos EUA o valor pago como renda da terra foi o principal responsável por esse resultado (U\$224 nos EUA contra U\$8 em MT por ha).

No Mato Grosso a rentabilidade dos produtores rurais é prejudicada pela localização geográfica do Estado em relação aos portos, elevando custos com fretes. A produtividade e o custo de produção demonstram que a soja cultivada no Paraná, consegue ter uma competitividade superior em relação à norte-americana. O Rio Grande do Sul consegue compensar parte de sua desvantagem em termos de produtividade pela maior proximidade dos portos em relação a Mato Grosso, por exemplo.

O preço nominal da soja é determinado, em nível mundial, pelas cotações na Bolsa de Chicago (CBOT), nos EUA.

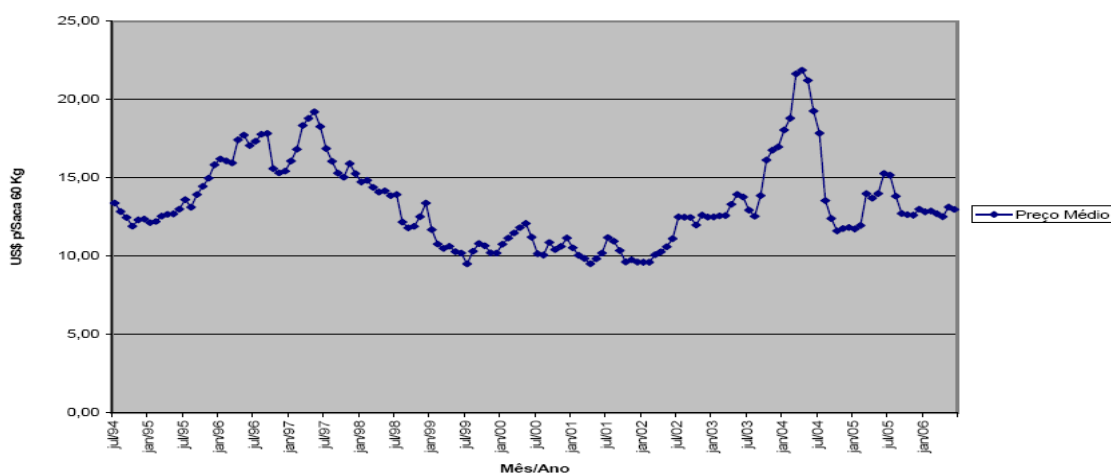


Figura 28 – Evolução histórica do preço da soja na CBOT

Fonte: SCHULTZ, BRANDT e BRANDT, 2008 p. 5 a partir dos dados da BM&F Brasil.

O gráfico acima espelha as variações no preço internacional da soja e, portanto, identifica as transformações mundiais do mercado com o preço realizado da soja, seja ela convencional ou transgênica. Numa primeira observação, a evolução nominal dos preços da soja demonstra recuo exatamente após o período de introdução da soja RR. No entanto, a partir de meados de 2002 essa curva começa a se inverter no sentido de subida de preços.

Como a curva apresenta valores nominais dos preços praticados, acaba escondendo a real variação nos mesmos. Para uma correta avaliação da sua evolução é necessário

atualizá-los com base nos índices inflacionários. Para tal utilizou-se da inflação estadunidense, tendo em vista ser a maior economia e também o maior produtor de soja do mundo e levando em conta que a *Chicago Board of Trade* (CBOT) estabelece os preços em nível mundial.

Como discutido anteriormente, do ponto de vista da concorrência, o elemento central de nossa análise consistiria na comparação do preço de produção unitário do produtor de soja GM e o preço de produção médio no ramo de produção da soja (que embute necessariamente os custos + lucro médio). O preço de produção médio (portanto teórico) foi identificado operacionalmente mediante o emprego do cálculo do preço real de mercado da soja, ao longo de uma década (série histórica), a partir da introdução da soja GM, e descontada a inflação.

De modo geral, considera-se que uma nova tecnologia se impõe se permitir produzir a mercadoria a um custo unitário inferior ao médio no ramo de produção onde se situa. Daí adviria um lucro extra, pois o produtor pode vender a um preço superior ao seu preço de produção individual, embora inferior ao preço de produção médio do ramo, para capturar compradores dos concorrentes. De modo geral isto também implica que há um aumento de escala, isto é, de produtividade do trabalho (produto por trabalhador), e aí entra o tempo de trabalho socialmente necessário por unidade, que se terá reduzido, caso a inovação ocorra somente no processo da produção direta da soja e não em algum ou alguns meios de produção (GERMER, 2009).

Para o cálculo da inflação dos EUA utilizou-se da base de dados do *Consumer Price Index* (CPI), série histórica que leva em conta a inflação urbana, disponibilizado pelo Departamento do Trabalho dos EUA (USDL, 2009). Esse índice toma como base a média de preços nos anos 1982-84, valorados como índice 100.

Tabela 35 – EUA. Preço nominal e preço real da soja no CBOT no período 1997 a 2006. Preços atualizados a valores de 2007. (US\$/ton)

Ano	Preço CBOT (em US\$/ton)	Índice de variação dos preços EUA*	Preço atualizado (base 2007 – US\$/ton)
1996/97	296,5	160,5	383,03
1997/98	221,8	163,0	282,18
1998/99	175,3	166,6	218,21
1999/00	187,4	172,2	225,67
2000/01	171,5	177,1	200,79
2001/02	198	179,9	228,20
2002/03	238,4	184,0	268,67
2003/04	268,1	188,9	294,25
2004/05	230,7	195,3	244,89
2005/06	225,6	201,6	231,98

\* Base: Consumer Price Index. 1982-84 = 100.

Elaboração do autor, com base em USDL (2009), BUREAU...(2009) e TRIGO e CAP (2006).

Os dados foram atualizados utilizando-se as taxas anuais de inflação estadunidense e os preços foram corrigidos para o ano base de 2007. A seguir é apresentada a representação gráfica da atualização dos preços da soja através do índice utilizado.

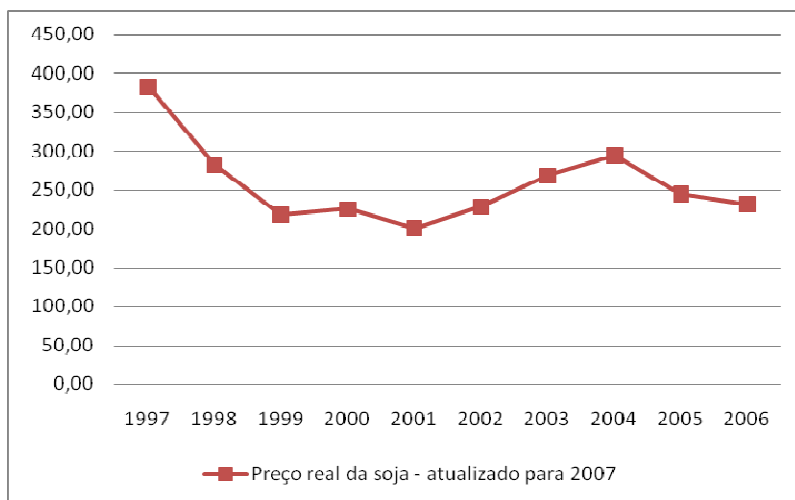


Figura 29 – Evolução do preço real da soja (US\$/ton) com base nos preços CBOT atualizado pelo *Consumer Price Index* - EUA. Valores em dólares de 2009. Elaboração do autor com base em dados de USDL, 2009.

O gráfico indica uma constante redução do preço real da soja comercializada na CBOT, apesar da variação nominal indicar uma forte subida de preços, conforme visto nos gráficos e tabelas anteriores. Ao se utilizar o *Consumer Price Index*, está sendo comparado o valor nominal da soja com a evolução geral de preços (inflação) dos produtos e serviços da população estadunidense.

Dentre os fatores objetivos que contribuíram para as flutuações no preço da soja, estiveram:

1. a quebra de indústrias esmagadoras de soja chinesas em 2004, o que afetou os preços da soja e derivados no mercado internacional, e
2. em 2006<sup>66</sup> o Governo dos EUA ter adotado incentivos ao uso de biodiesel, sendo parte com óleo de soja, de modo que o óleo de soja começou nesse período a ter seu preço atrelado ao do petróleo (correlação de 0,959, segundo Vilela e Moreira, 2007, e que corresponderia a um aumento de US\$ 10,258 na tonelada de óleo de soja para cada US\$ 1,00 em aumento no preço do barril de petróleo) e não apenas ao preço da soja em grão (que é influenciado pelo consumo de proteínas para fabricação de

<sup>66</sup> Os dados referentes a 2006-2008 mostram uma forte subida de preços na cultura da soja, em consonância com a muito discutida crise alimentar, derivada em grande medida da decisão do Governo dos EUA de direcionar parte importante da produção agrícola para fabricação de etanol. Em parte também houve influência de especulação financeira com commodities em geral e as agrícolas em particular. Dados referentes a esse período foram expurgados do gráfico, em vista de representarem fatores atípicos para fins do debate em torno da soja GM.



rações animais ou consumo humano direto) (VILELA e MOREIRA, 2007). Essa influência era inédita até então, visto que o preço do óleo de soja tinha relação pequena e indireta com o preço do petróleo.

Descontando os fatores atípicos do triênio 2006-2008, o preço histórico da soja veio caindo ano a ano, havendo alguns períodos de recuperação, que estão ligados a alterações estruturais no mercado consumidor dessa *commodity*.

O interessante desse fenômeno é que a queda de preços se deu em um contexto de aumento da produção mundial da soja. Entre 1990/91 e 2004/05 a área plantada com soja cresceu 38,3 milhões de hectares, e a produção final, 109,1 milhões de toneladas, com aumento de 19,9% na produtividade global.

Um dos principais movimentos ocorridos nesse período foi a entrada da China como grande comprador, impulsionada pelo ritmo de elevado crescimento anual da sua economia e da melhoria de renda de sua população. Na próxima tabela tem-se o efeito da China como compradora da soja brasileira.

Tabela 36- Brasil. Exportações de soja em grão e participação relativa dos principais mercados compradores (em 1000 toneladas e %), no período de 1986 a 2000.

ANO	Total 1	P. Baixos 2	% 2/1	Japão 3	% 3/1	Alem. 4	% 4/1	Espanha 5	% 5/1	Itália 6	% 6/1	China 7	% 7/1
1993	4.209	1.910	45	337	8	173	4	514	12	281	7	0	0
1994	5.400	2.968	55	498	9	449	8	275	5	266	5	0	0
1995	3.493	1.739	50	331	9	203	6	504	14	103	3	0	0
1996	3.647	2.076	57	317	9	200	5	309	8	147	4	15	0
1997	8.340	4.321	52	474	6	440	5	808	10	206	2	302	4
1998	9.275	2.972	32	288	3	1.094	12	956	10	331	4	945	10
1999	8.917	3.022	34	364	4	857	10	1.416	16	436	5	620	7
2000	11.517	3.449	30	530	5	1.053	9	1.182	10	441	4	1.784	15
2001	15.675	3.319	21	768	5	1.574	10	1.368	9	728	5	3.192	20
2002	15.970	2.946	18	712	4	1.588	10	1.210	8	521	3	4.143	26

Fonte: ROCHA, MENDONÇA e RIBEIRO, 2005 p. 19, a partir de dados da FNP Consultoria.

Os dados mostram o crescimento da China como mercado importador da soja brasileira. Até 1996 esse país não constava como importador do produto, apenas em 1997 é destinado 4% das exportações de soja em grão. No entanto, 5 anos depois a China respondia por mais de 1/5 de toda a soja em grão exportada pelo Brasil.

O mesmo fenômeno ocorreu com a soja argentina cujo destino nesse período passa a ser majoritariamente para o mercado chinês, ascendendo de 0% em 1993 para 66% da soja exportada no ano de 2001 e 45% em 2002, com 4,8 e 2.7 milhões de toneladas de soja exportada. Nesse período a soja argentina perdeu mercado nos países europeus e cresceu na China, representando 24% do consumo total de soja daquele país (ROCHA, MENDONÇA e RIBEIRO 2005).

Nesse mesmo período a soja brasileira ganhou mercado tanto na China como na Europa, o que pode denotar substituição de fornecimento argentino (transgênico) por soja brasileira convencional. Como a produção brasileira no período analisado, em sua maioria era convencional, não foi difícil direcionar soja conforme o interesse dos compradores: soja convencional para a Europa e transgênica + convencional para a China.

#### **7.4 Efeitos da expansão do plantio da soja RR sobre o preço de produção**

O fato de milhões de agricultores adotarem a soja transgênica em vários países, cultivando milhões de hectares, já seria indicativo suficiente da existência de vantagens econômicas desse produto. Além disso, diversos pesquisadores têm identificado reduções de custo na produção de soja por todo o mundo, com a adoção dessa inovação tecnológica.

Na Argentina, Jones (2001) estimou o corte de custos com a soja RR em 50 a 60 USD por hectare. Já PENNA e LEMA (2003) citam estudo realizado por TRIGO e CAP (2006) também nesse país, onde se identificou uma vantagem, ainda que menor, com redução de custos da ordem de USD 20,00/ha com a adoção da soja RR. MARRA (2002) identifica a partir de estudos dos EUA que os OGMs são consistentemente mais rentáveis do que os convencionais (US\$ 14,82/ha), ainda que reconheça uma defasagem de produtividade na soja, a qual tenderia a ir se reduzindo com a introdução de genes RR em variedades de elite. Além desses, diversos outros estudos nacionais e internacionais corroboram a tese dos ganhos econômicos com a soja GM (BROOKES e BARFOOT, 2008).

As diferenças econômicas da soja transgênica em relação à sua congênera convencional residem em alguns pontos em particular, dentre os quais se identificam a seguir os principais itens:

- (a) as despesas referentes ao custo das sementes certificadas, que se elevam com a adoção dos OGMs (especialmente para agricultores que usualmente salvavam suas próprias sementes para o plantio),
- (b) o pagamento de royalties pelo uso da tecnologia RR, que encarece o custo da produção transgênica,
- (c) o custo dos herbicidas, que se reduz de forma importante nos primeiros anos de adoção da soja RR (uso do Glifosato na soja GM em relação aos utilizados no cultivo convencional),
- (d) a força de trabalho necessária ao cultivo da soja RR, que se reduz, ainda que marginalmente, em relação à soja convencional,
- (e) o tempo de uso de maquinário e implementos, que se reduz, com a conseqüente alteração no consumo de combustíveis, etc.

(f) a produtividade física obtida, que se reduz com a soja transgênica.

Portanto, ao menos seis aspectos seriam direta ou indiretamente influenciados com a mudança tecnológica trazida pela soja GM. Tudo isso, somado à diversidade de solos, clima e sistemas produtivos adotados no cultivo da soja em todo o país, resulta numa equação complexa de se identificar e difícil de estimar de forma conclusiva acerca da economicidade do cultivo da soja transgênica.

Com base nesses elementos, o balanço econômico quanto à viabilidade ou não do cultivo da soja transgênica, deve levar em conta um conjunto de fatores que variam de forma independente e que podem determinar os resultados da análise:

- a) Existência de cultivares de soja GM adaptadas às características dos diversos microclimas existentes no país, e à combinação com a diversidade de solos (fertilidade, características físicas, etc.). Tanto as referências consultadas como os dados da pesquisa de campo da tese indicaram ser este um fator essencial na opção pelos transgênicos. Muitas vezes num mesmo município uma cultivar se adapta a uma determinada região e não a outra, resultando em opções distintas quanto à adoção da tecnologia.
- b) Nível de infestação de plantas espontâneas e existência ou não de ervas resistentes ao Glifosato (que guarda relação também com o número de safras cultivadas sob o modelo GM – geralmente é uma relação direta, quanto mais tempo de adoção do sistema GM maior é a probabilidade de aparecimento de resistência)
- c) Grau de eficiência do sistema utilizado para controle de ervas espontâneas – implica que há agricultores que adotam sistemas menos eficientes que favorecem o aparecimento de ervas resistentes; implica na necessidade de rotação de cultivos GM/convencional e lavouras de verão/lavouras de inverno, para uma melhor efetividade da prática de controle de espontâneas.
- d) Custo de aquisição do Glifosato. A principal vantagem dos transgênicos em sua fase atual é a redução de custos; e esta se dá via redução da aplicação de herbicidas para controle das ervas espontâneas. Logo, é vital para a viabilidade do sistema transgênico que esse custo se mantenha em níveis inferiores aos da soja convencional. Caso o preço real do Glifosato tenha uma elevação em termos absolutos (ou relativos, em relação ao preço de produção da soja), as vantagens de adoção da soja RR diminuem; ou ainda, caso haja uma diminuição relativa do preço dos herbicidas utilizados no sistema convencional de cultivo (como ocorreu nos últimos anos), também se reduzirá essa vantagem da utilização da soja RR.
- e) Custo da taxa tecnológica (royalties) cobrada pelas empresas. A taxa de uso da

tecnologia vem sendo majorada sistematicamente pelas empresas detentoras das patentes, onerando o custo de produção e assegurando ganhos de monopólio às mesmas. Caso essa taxa seja demasiado elevada, tendo em vista condições conjunturais da cultura da soja (em relação aos custos totais e ao preço de mercado, que variam ano a ano) poderá haver desestímulo ao plantio de soja GM. Ou induzir ao uso de sementes não certificadas, como forma de reduzir o custo de produção, como é o caso do Rio Grande do Sul. Há aqui dois elementos a serem considerados: o primeiro diz respeito ao prazo de expiração da validade da patente da Monsanto sobre os genes RR. Com a expiração do prazo, fica livre o mercado para apresentar outras cultivares contendo as mesmas características engenheiradas, bem como a possibilidade de reuso das sementes por uma parcela dos agricultores, sem incorrer em ilegalidade. Isso certamente ocasionaria uma redução/eliminação nas margens de lucro derivadas da cobrança da taxa de uso sobre a tecnologia RR, barateando os custos, assim como ocorreu com o herbicida Glifosato, que hoje dispõe de vários fornecedores no mercado mundial. O segundo elemento diz respeito a que não se pode matar a galinha dos ovos de ouro. A Monsanto e empresas sementeiras associadas já tiveram que lidar com uma situação de estreitamento das margens cobradas dos agricultores pelo uso da tecnologia (CASTRO, 2006). Naquela ocasião as sementeiras brasileiras abriram mão de suas margens na taxa tecnológica para poder vender mais sementes. Ou seja, caso os custos da tecnologia sejam exagerados tende a ocorrer um ajuste através de redução de preços ou de concessão de descontos nos royalties (não necessariamente por parte da Monsanto, em vista da proximidade de expiração do prazo da patente). Outro elemento consiste em que a Monsanto e outras empresas estejam preparando novas cultivares engenheiradas combinando diversas características (as *stacked varieties*) e que teriam novo prazo de patenteamento, fugindo para frente...

- f) Existência de preço prêmio pago à soja convencional. Até a presente safra (2008/09) os preços prêmio ainda não se generalizaram e não representam alternativa real para os agricultores de todo o país. Apenas em alguns estados e em algumas localidades existe essa opção disponível. No entanto, a pesquisa de campo e algumas referências documentais indicaram que conjuntamente esse poderá ser um fator decisivo para se manter a produção convencional em níveis significativos para o mercado nacional e internacional. Caso contrário, apenas levando em conta aspectos econômicos e pela praticidade do sistema RR, esse tende a tomar conta do sistema produtivo da soja no Brasil.
- g) Existência de sementes e insumos para a produção convencional, disponíveis para

um eventual desarme do sistema RR e rápida implantação de cultivos convencionais, em vista da variabilidade de condições econômico-produtivas. A possível alternativa à soja RR precisa estar disponível em bases reais, para que se possa optar por ela em caso de piora das condições econômicas da soja RR. Caso ela seja apenas uma opção teórica, ou seja, que se instale um monopólio na produção de sementes e que faltem sementes convencionais no mercado, em volume e qualidade adequados, por exemplo, a soja RR seguirá sendo a única opção viável para os agricultores. Tal situação já ocorre atualmente em muitas regiões dos EUA, onde não só inexistem sementes de soja convencional, como até mesmo certo tipo de sementes transgênicas são retiradas do mercado, restando apenas as opções definidas pelas empresas sementeiras, usualmente donas do gene RR ou outros assemelhados.

### ***O custo das sementes na economia da produção de soja GM***

É nos Estados Unidos da América que o uso dos transgênicos está mais consolidado, com dezenas de milhões de hectares e um sistema razoável de estatísticas agrícolas públicas, onde é possível extrair importantes *insights* a respeito das tendências econômicas que têm governado a implantação e consolidação das lavouras transgênicas. As análises elaboradas a partir de dados do ministério de agricultura dos EUA (USDA) indicam que a utilização de produtos transgênicos tem impactado a economia agrícola daquele país basicamente em três aspectos: no sentido da redução dos custos com uso de herbicidas; na elevação dos custos com sementes; e na cobrança da taxa de uso da tecnologia.

As primeiras análises sobre as taxas de adoção de cultivos geneticamente modificados nos EUA indicaram que o grau de adoção da soja HT não foi afetado por diferenças em termos de tamanho de propriedade. Tanto grandes como pequenas unidades produtivas adotaram a tecnologia RR sem distinção (fato também constatado no Brasil), Já no caso do Milho Bt essa correlação havia sido positiva, o que pode ser explicado pelo fato de que áreas homogêneas maiores facilitam o aparecimento de pragas (CORNEJO e MCBRIDE, 2002).

A análise mostrou também que o uso da soja HT não trouxe impacto significativo sobre o resultado econômico líquido das fazendas (dados referentes às safras 1997 e 1998). Não houve relação positiva entre o uso de variedades HT e a obtenção de lucro. Esses dados sugerem que outros fatores dirigiram a adoção da soja HT, tais como a simplicidade e flexibilidade da soja RR, que permite aos agricultores utilizarem um único produto químico ao invés de vários, para controlar uma ampla gama de ervas espontâneas.

Ou seja, os produtores de soja transgênica buscariam benefícios principalmente na redução de custos (65%); na busca de formas para resolver o controle de ervas espontâneas (89%), e pela busca de reduzir tempo de trabalho (28%), mas não pelo aumento de produtividade das lavouras (apenas 7%) (PETERSON et al. 2002).

Na verdade esperam ao menos o mesmo volume físico de produção, ao passo que reduzem os custos de controle das ervas espontâneas com aquisição de produtos químicos, redução nos custos de aplicação desses herbicidas, e nos custos de manejo dos solos como a aração e a gradagem. Em troca, sabem que seus custos com sementes subirão, ao terem que pagar mais pela semente e possivelmente pelo aumento dos preços dos herbicidas específicos utilizados (fator contrarrestado pela expiração do prazo de validade da patente do Glifosato, o que tem contribuído para frear aumentos de preços<sup>67</sup>).

Outros fatores não desprezáveis seriam a simplicidade e flexibilidade do esquema de controle de plantas espontâneas propiciado com a adoção de variedades geneticamente modificadas para resistência a herbicidas. Programas baseados em soja HT permitem o uso de apenas um produto em substituição ao uso de vários herbicidas para controlar uma ampla gama de ervas. Assim as variedades HT parecem liberar um importante tempo de gestão dos agricultores sobre os cultivos, que pode ser utilizado para outras atividades (CORNEJO e MCBRIDE, 2002).

Em estudo sobre o milho, Benbrook (2002) identificou aspectos importantes que permitem identificar pistas acerca de limites dos OGMs em seu formato de proteção legal.

Tabela 37 – EUA - Tendências nas despesas de produção em sementes e pesticidas para a produção e receitas na produção de milho. (Estados do Corn Belt). 1975 a 2000

---

<sup>67</sup> No caso do Brasil a empresa vem fazendo lobby para que o Governo federal aumente as alíquotas de importação do princípio ativo que torna possível produzir herbicidas 'genéricos' do Glifosato, muito mais baratos do que o Roundup. É uma tentativa tardia de proteger suas margens de lucro solapadas pela concorrência com produtos chineses.

	1975	1980	1985	1990	1992	1994	1996	1997	1998	1999	2000
<b>Production Expenditures</b>											
Seed	\$ 9.51	\$ 14.66	\$ 18.84	\$ 20.70	\$ 21.96	\$ 22.19	\$ 27.32	\$ 29.39	\$ 31.07	\$ 30.71	\$ 30.64
Pesticide Chemicals	12.13	15.13	20.29	24.88	23.91	25.52	28.57	27.97	28.69	29.95	30.51
Seed+Chemicals	21.64	29.79	39.13	45.58	45.87	47.71	55.89	57.36	59.76	60.66	61.15
Other	59.39	89.47	96.19	89.29	85.54	89.69	101.81	101.11	95.07	92.96	99.92
<b>Total Variable Costs</b>	<b>81.03</b>	<b>119.26</b>	<b>135.32</b>	<b>134.87</b>	<b>131.41</b>	<b>137.40</b>	<b>157.70</b>	<b>158.47</b>	<b>154.83</b>	<b>153.62</b>	<b>161.07</b>
Yield (bushels per acre)	91.8	98.5	122.0	122.7	135.8	145.5	138.0	136.0	144.0	141.0	148.0
Harvest Period Price	\$ 2.49	\$ 3.04	\$ 2.09	\$ 2.16	\$ 2.01	\$ 2.02	\$ 2.79	\$ 2.50	\$ 1.91	\$ 1.67	\$ 1.75
Gross Value of Production	\$ 228.58	\$ 299.44	\$254.90	\$ 265.05	\$ 272.90	\$ 293.83	\$ 385.36	\$ 341.73	\$ 276.37	\$ 236.64	\$ 259.36
Total Costs	\$ 189.11	\$ 268.41	\$281.32	\$ 299.89	\$ 296.26	\$ 313.35	\$ 356.84	\$ 365.39	\$ 365.95	\$ 367.06	\$ 380.85
<b>Net Income</b>	<b>\$ 39.47</b>	<b>\$ 31.03</b>	<b>\$(26.42)</b>	<b>\$(34.84)</b>	<b>\$(23.36)</b>	<b>\$(19.52)</b>	<b>\$ 8.46</b>	<b>\$(16.41)</b>	<b>\$(89.58)</b>	<b>\$(130.42)</b>	<b>\$(121.49)</b>
Chemicals as Percent of Total Variable Costs	15.0%	12.7%	15.0%	18.4%	18.2%	18.6%	18.1%	17.7%	18.5%	19.5%	18.9%
Chemical Expenditures per Bushel	\$ 0.13	\$ 0.15	\$ 0.17	\$ 0.20	\$ 0.18	\$ 0.18	\$ 0.21	\$ 0.21	\$ 0.20	\$ 0.21	\$ 0.21
Seed Expenditures as Percent of Total Variable Costs	11.7%	12.3%	13.9%	15.3%	16.7%	16.1%	17.3%	18.5%	20.1%	20.0%	19.0%
Seed Expenditures per Bushel	\$ 0.10	\$ 0.15	\$ 0.15	\$ 0.17	\$ 0.16	\$ 0.15	\$ 0.20	\$ 0.22	\$ 0.22	\$ 0.22	\$ 0.21
Seed and Chemicals as Percent of Variable Costs	26.7%	25.0%	28.9%	33.8%	34.9%	34.7%	35.4%	36.2%	38.6%	39.5%	38.0%
Seed and Chemicals as Percent of Total Costs	11.4%	11.1%	13.9%	15.2%	15.5%	15.2%	15.7%	15.7%	16.3%	16.5%	16.1%
Seed and Chemicals per Bushel	\$ 0.24	\$ 0.30	\$ 0.32	\$ 0.37	\$ 0.34	\$ 0.33	\$ 0.41	\$ 0.42	\$ 0.42	\$ 0.43	\$ 0.41
Seed and Chemical Expenditures as Percent of Gross Income	9.5%	9.9%	15.4%	17.2%	16.8%	16.2%	14.5%	16.8%	21.6%	25.6%	23.6%

Source: Returns and cost of production data series from the Economic Research Service, USDA. Calculations by Benbrook Consulting Services.

Fonte: Benbrook, 2002 p. 4

Ainda que os dados da tabela anterior se refiram ao milho, pode-se extrair elementos indicativos da tendência econômica advinda da adoção maciça da tecnologia GM, visto serem as mesmas empresas que oferecem as cultivares para diferentes espécies agrícolas disponíveis no mercado.

O salto verificado em alguns itens dos custos de produção do milho, especialmente nas sementes e químicos ocorreu entre 1994 e 1996, justamente no período onde se introduziu o milho Bt nos EUA, o que fortalece evidências no sentido de ganhos de monopólio pelos conglomerados químico-genético.

O preço das sementes elevou-se de uma média de US\$ 22,07 no período 1992-1994 para US\$ 28,35 em 1996-1997 e US\$ 30,89 em 1998-1999, por acre cultivado na região do *Corn Belt* estadunidense. Esse aumento de quase 40% no período, em dólares, representou uma elevação no custo relativo das sementes em relação aos custos variáveis totais de 16% para mais de 20% (aumento de 25% no seu peso relativo, no período). Já a aplicação de pesticidas teve uma elevação menor, de 16,5% para 19% em relação aos custos variáveis totais (esse fato também chama a atenção devido a que os cultivares Bt deveriam reduzir a aplicação de pesticidas).

Entretanto, o avanço no preço das sementes transgênicas não se deu apenas no

caso do milho, acelerando-se nos EUA, desde que esta tecnologia foi introduzida.

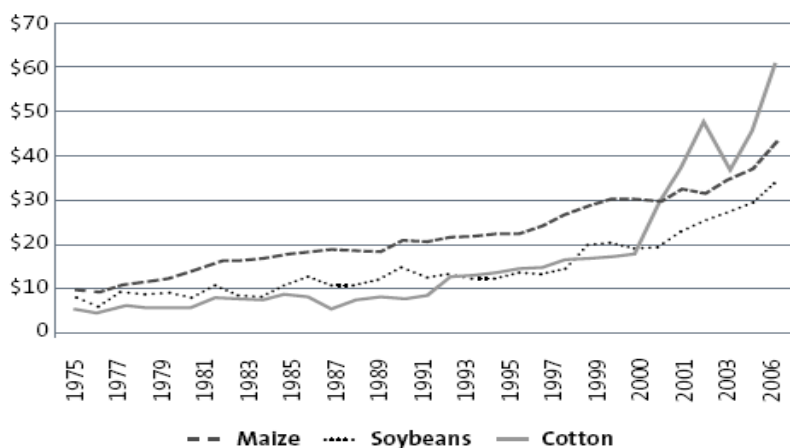


Figura 30 - Custo médio da semente de milho, soja e algodão nos EUA. 1975 a 2006 (em US\$/acre)

Fonte: USDA-ERS, citado por FOEI, 2008 p. 15

A evolução histórica do preço das sementes indica crescimento dos ganhos das empresas em detrimento dos agricultores. Especialistas sustentam que a perspectiva de lançamento de novas cultivares contendo duas ou mais características engenheiradas pode implicar no fortalecimento dessa tendência de se cobrar um valor ainda maior pela tecnologia genética embutida nas sementes. Nesse sentido Davidson (citado por FOEI, 2008) afirma que o milho contendo três características engenheiradas, já vem sendo atualmente comercializado nos EUA a mais de US\$ 200,00 por saca, sendo que a previsão é de que as novas cultivares a serem lançadas no futuro, contendo oito (8) características engenheiradas, provavelmente custarão em torno de US\$ 300,00 por saca, resultando em custo de US\$ 100,00 por acre. Tais preços significariam o dobro daquele pago pelos produtores de milho em 2006.

A pressão nos custos representada pela obrigatoriedade de pagamento de royalties pelo uso da tecnologia transgênica, somada ao fato de perda da autonomia do agricultor em reproduzir suas próprias sementes (assegurado pela tradição ancestral e também por lei, até o advento da possibilidade de patenteamento de seres vivos, nos anos 1990), levou a um aumento no peso do custo das sementes sobre os custos variáveis totais.

Imagine-se a situação de um agricultor que reproduzia suas próprias sementes e fazia compras eventuais de material genético certificado, antes da introdução dos transgênicos. Nessa condição, o agricultor pagava o custo da semente, o lucro da companhia sementeira, e eventuais royalties embutidos, devido a características da semente melhorada (cultivar registrada). Nas safras seguintes, o mesmo agricultor selecionava sementes da produção própria obtida com essas sementes certificadas, sem ter



que pagar adicionalmente nenhuma taxa para a companhia sementeira. Esse direito era assegurado pela tradição e pelo direito (UPOV).

Com os transgênicos e as mudanças na lei de patentes, o mesmo agricultor ao adquirir a semente certificada tem embutido no preço da mesma os seguintes elementos de custo e mais-valia: (a) custo de produção da semente, como mercadoria física; (b) custo de distribuição-comercialização – acondicionamento, transporte, conservação - pelas empresas sementeiras e pelo varejista (casa agropecuária, cooperativa, etc.); (c) mais-valia normal, na forma de lucro médio e extraordinária, derivada dos royalties pagos à Monsanto e à empresa sementeira (detentora das patentes sobre as características agronômicas da cultivar); (d) mais-valia relacionada a impostos governamentais, juros, etc. Ademais, o agricultor perde o direito de livre reprodução de sua própria semente, sem o pagamento de royalties, implicando em acréscimo mandatário nos seus custos. Ainda que salve sementes da produção própria terá de pagar royalties na comercialização da produção obtida, atualmente estipulada em 2% sobre o montante comercializado.

É esse efeito de aumento de custos e de extração de parte do valor excedente produzido no trabalho agrícola que tem levado uma parte dos agricultores no Brasil a optar pelo mercado ilegal de sementes. Na verdade ele se constitui no sustentáculo do dito mercado negro de sementes, que se mantém com extrema força especialmente no Estado do Rio Grande do Sul, ainda que tenha sido identificado em menor proporção em outros estados brasileiros. Estimativas obtidas na pesquisa a campo e nos levantamentos de fontes indiretas indicam um percentual de redução de custo máximo em torno de 5% com a adoção de sementes ilegais.

No caso argentino, um importante mercado ilegal de sementes de soja RR foi criado na segunda metade dos anos 1990 ocupando entre 25 a 50% do mercado, violando a lei de sementes daquele país. No entanto, o fato dessa lei não conferir o direito de patentes, possibilitava várias formas de se escapar à cobrança de royalties ou taxas impostas pela indústria de sementes.

Nos EUA o sistema de patentes propiciou um grau quase absoluto de controle para a Monsanto, habilitando-a a restringir a disponibilidade e uso dessas sementes. Já na Argentina o uso massivo de sementes ilegais deprimiu os preços no mercado legal de sementes RR. (GAO, 2000 p. 13).

Ao passo que nos EUA as sementes de soja se originam principalmente do comércio regular (80 a 85% do total) e apenas 15 a 20% das sementes são reproduzidas pelos próprios agricultores, na Argentina esse número era quase o oposto. As sementes salvas pelos agricultores representaram 25 a 35% do total consumido ao passo que as sementes de marcas comerciais responderam por cerca de 18 a 50% e o mercado negro de ¼ à

metade das vendas. Enquanto a Monsanto conseguiu assegurar seu direito de patente nos EUA, restringindo o acesso a sementes ilegais, na Argentina, tanto sementes convencionais como transgênicas podem ser legalmente replantadas pelos agricultores (visto a Argentina ter assinado o acordo UPOV 1978), que somente pagam royalties na compra da semente certificada, podendo replantá-la livremente *a posteriori* (GAO, 2002; TURNER, 2004; DOW JONES, 2005; ALTIERI e PENGUE, 2006).

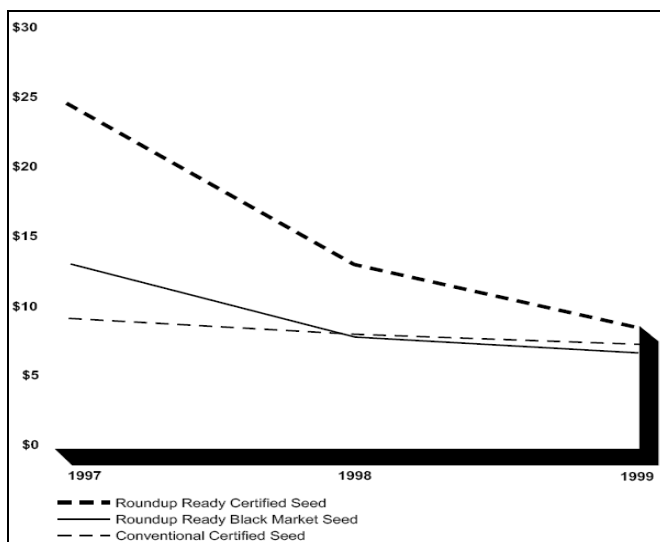


Figura 31 – Preços médios de semente de soja na Argentina em 1997. Em US\$/sc 50 libras  
 Fonte: GAO, 2002 p. 17

Na figura é possível observar a evolução, na Argentina, do preço das sementes RR certificadas, das sementes RR oriundas no mercado negro (*Black market*), e das sementes convencionais certificadas (*conventional certified seed*). Pode-se verificar a confluência do preço entre sementes convencionais e engenheiradas, tanto as oriundas do mercado negro quanto as legalizadas. Os efeitos da competição no mercado argentino levaram à redução no custo médio das sementes, o que facilitou a expansão do cultivo de soja GM, ao ponto de praticamente eliminar a produção convencional desse grão.

As corporações introduzem a soja RR, com preço *premium*, no ano de 1997, mas a existência do mercado ilegal de sementes de soja, além do replantio autorizado de sementes pelos agricultores, faz com que a empresa não consiga manter seu sobrepreço, obrigando a um ajuste gradual, numa confluência para baixo, dos preços entre os três mercados: convencional, mercado negro e da soja RR legalizada.

Em função disso em 2004, a Monsanto decide paralisar temporariamente sua atividade de vendas de sementes transgênica, segundo fontes da companhia, visto ter se tornado inviável. Apenas 17% das sementes vendidas nesse período recolhiam legalmente os royalties para a Monsanto. Numa tentativa de contramedida, as companhias sementeiras

argentinas obrigavam agricultores a assinar um contrato onde constava explicitamente a proibição ao replantio das sementes salvas pelos agricultores, ainda que isso contrariasse a lei nacional (GRAY, 2004; DOW JONES, 2005). Posteriormente a empresa entra em litígio judicial na Europa tendo em vista a cobrança de 15 USD para cada tonelada de soja importada da Argentina, para remunerá-la pelo uso da sua tecnologia proprietária (SAINT LOUIS..., 2005).

## 7.5 Dados econômicos da soja RR no Brasil

A produção de soja convencional no Brasil já vinha historicamente apresentando aumentos de produtividade e, portanto, redução nos custos unitários de produção por saca de soja produzida, conforme dados já apresentados (ver Tabela 4 – Evolução da produção (em 1.000 t) e da produtividade média (Kg/ha) da soja no Brasil – década de 1990) e no gráfico a seguir.

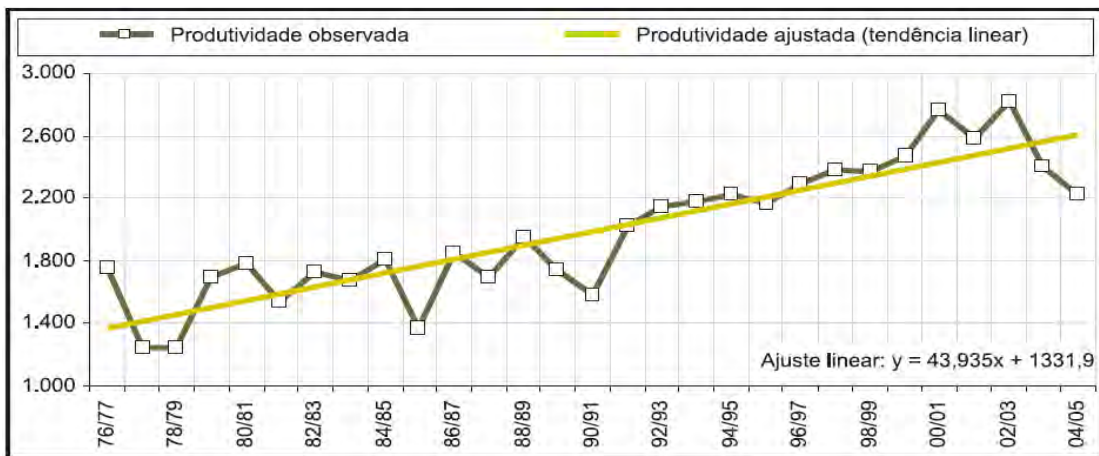


Figura 32 – Brasil. Evolução da produtividade da soja em grão. 1976 a 2005 (em Kg/ha)  
 Fonte: PINAZZA, 2007 p. 103, a partir de dados da CONAB e consultoria Céleres.

Por outro lado a soja geneticamente modificada vem tendo sua área plantada acrescida ano após ano no país, ainda que em geral apresente menores índices de produtividade por hectare e menor margem de rentabilidade por hectare. Na verdade há alguns estudos apontando situações contraditórias, onde a queda nos custos de produção compensaria a perda de produtividade das lavouras transgênicas em situações específicas (como exemplo, ver ROESSING e LAZZAROTTO, 2005; BRAGAGNOLO et al. 2007; )

Tais dados contraditórios indicam haver uma disputa econômica, um equilíbrio

dinâmico em torno do sistema de produção da soja. Afinal a soja GM representa efetivamente uma redução nos custos de produção e aumento na rentabilidade para os agricultores? Se não, qual o segredo para seu avanço gradual, porém incontestante ao longo do país? A seguir analisar-se-ão resultados encontrados por pesquisadores brasileiros em estudos comparativos efetuados entre os dois tipos de soja.

A Embrapa Soja vem fazendo um acompanhamento sistemático da economia da soja transgênica no país. HIRAKURI (2008a) relatou o desempenho de 10 cultivares de soja, sendo seis convencionais e quatro transgênicas, cultivadas nos estados do Paraná e Santa Catarina. Os principais itens de custo da lavoura foram os fertilizantes (representando de 20,4 a 35,2% dos custos totais), seguido pelos herbicidas e pela semente (com cerca de 7% cada). A soja RR teve menor custo de produção por hectare, como consequência do menor custo com herbicidas. Entretanto, ao analisar os custos por saca de soja produzida, a situação se inverteu, tendo a soja convencional obtido menor custo de produção por saca. Tal fato foi influenciado pela maior produtividade da soja convencional (de 5 a 10% conforme a cultivar). Os custos extremos obtidos no experimento foram de R\$ 28,36/sc na soja convencional produzida em Andirá e R\$ 31,50/sc para a soja transgênica produzida em Ubitatã, ambas no Paraná (ver anexos 6 e 7). No aspecto lucratividade também a soja convencional apresentou melhores resultados.

Experimento conduzido pela FUNDACEP, do Rio Grande do Sul, identificou que todas as variedades RR testadas em comparação com as variedades convencionais tiveram menor produtividade (média de 13% menos) (VON DER WEID, 2007). Já Roessing e Lazzarotto (2005) identificaram maior rentabilidade no curto prazo para a soja convencional, ainda que considerem que em médio prazo, com o advento de cultivares GM mais produtivas, essa tendência se inverteria.

Tabela 38 – Brasil. Estimativas de custos de produção por unidade de área de soja GM e convencional em municípios selecionados.

Município	Custo variável (US\$/ha)			Custo fixo (US\$/ha)			Custo total (US\$/ha)		
	Transg. (CP)	Transg. (MP)	Conv.	Transg. (CP)	Transg. (MP)	Conv.	Transg. (CP)	Transg. (MP)	Conv.
Palmeira das Missões	314,3	316,0	336,0	66,0	64,0	64,0	380,2	380,0	404,0
Tupanciretã	321,6	323,7	343,2	68,1	66,3	66,3	389,6	390,0	413,4
Campo Mourão	310,4	310,0	325,0	67,9	65,0	65,0	373,5	375,0	390,0
Cascavel	325,0	325,0	335,0	67,9	70,0	70,0	397,7	395,0	405,0
Diamantino	354,1	360,0	360,0	72,8	75,0	75,0	426,8	430,0	430,0
Primavera do Leste	373,2	374,4	369,2	75,6	72,8	72,8	443,8	447,2	447,2
Sinop	435,3	438,6	423,3	84,1	86,7	86,7	519,4	520,2	504,9
Sorriso	418,6	416,0	442,0	80,7	78,0	88,4	494,2	499,2	530,4
Itumbiara	334,7	335,8	349,6	80,3	78,2	82,8	410,5	414,0	432,4
Rio Verde	368,6	370,0	365,0	72,8	75,0	75,0	441,4	445,0	440,0
<b>Brasil (m. pond.)</b>	<b>348,7</b>	<b>349,8</b>	<b>359,2</b>	<b>72,7</b>	<b>72,2</b>	<b>73,3</b>	<b>420,4</b>	<b>421,6</b>	<b>432,8</b>

Transg. CP – estimativa feita com base nas cultivares RR atualmente disponíveis, que apresentam produtividade menor do que a soja convencional

Transg. MP – estimativa feita com base no pressuposto de que as cultivares HT a serem lançadas futuramente terão rendimento/ha equivalente às cultivares convencionais de elite.

Conv. – variedades convencionais de elite, atualmente disponíveis.

Fonte: ROESSING e LAZZAROTTO, 2005 p. 17

Os dados encontrados por Roessing e Lazzarotto vão no mesmo sentido das demais pesquisas, de que o custo de implantação de lavouras convencionais é maior do que para as transgênicas. Ainda que tenham custo maior com o pagamento das sementes, a redução de aplicações e do custo do herbicida Glifosato compensa e reduz o custo total de produção da soja transgênica em relação à convencional de alta tecnologia. No entanto, devido à menor produtividade física por hectare da soja RR, o efeito sobre o custo de produção por unidade de soja produzida se equivale na média nacional, segundo esse estudo específico.

Tabela 39- Estimativas de custo de produção (em US\$/sc) em municípios selecionados

Município	Custo variável (US\$/sc)			Custo fixo (US\$/sc)			Custo total (US\$/sc)		
	Transg. (CP)	Transg. (MP)	Conv.	Transg. (CP)	Transg. (MP)	Conv.	Transg. (CP)	Transg. (MP)	Conv.
P. das Missões	8,1	7,9	8,4	1,7	1,6	1,6	9,8	9,5	10,1
Tupanciretã	8,5	8,3	8,8	1,8	1,7	1,7	10,3	10,0	10,6
C. Mourão	6,4	6,2	6,5	1,4	1,3	1,3	7,7	7,5	7,8
Cascavel	6,7	6,5	6,7	1,4	1,4	1,4	8,2	7,9	8,1
Diamantino	7,3	7,2	7,2	1,5	1,5	1,5	8,8	8,6	8,6
P. do Leste	7,4	7,2	7,1	1,5	1,4	1,4	8,8	8,6	8,6
Sinop	8,8	8,6	8,3	1,7	1,7	1,7	10,5	10,2	9,9
Sorriso	8,3	8,0	8,5	1,6	1,5	1,7	9,8	9,6	10,2
Itumbiara	7,5	7,3	7,6	1,8	1,7	1,8	9,2	9,0	9,4
Rio Verde	7,6	7,4	7,3	1,5	1,5	1,5	9,1	8,9	8,8
<b>Brasil (m.p.)</b>	<b>7,4</b>	<b>7,2</b>	<b>7,4</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>8,9</b>	<b>8,7</b>	<b>8,9</b>

Fonte: ROESSLING e LAZZAROTTO, 2005 p. 18

Ainda que o dado médio nacional seja equilibrado (custo de US\$ 8,9/sc de 60Kg), o custo por região de produção varia significativamente. No caso do Rio Grande do Sul a

vantagem pende para a soja transgênica já no curto prazo. No Paraná há um equilíbrio onde uma região resulta mais econômica a soja RR e em outra a convencional. Na região Centro-Oeste há três resultados pró-convencional e dois pró-transgênicos.

Tais dados parecem reforçar as hipóteses que vêm sendo construídas na presente tese, e que serão retomadas ao final do trabalho, acerca da desvantagem estrutural da soja no Rio Grande do Sul, que impele aos OGMs e da situação de equilíbrio instável nos estados do Paraná e Mato Grosso, tendendo, mantidas as forças atuais em jogo, ao crescimento da produção transgênica, de forma irreversível, caso sejam considerados apenas fatores econômicos.

Desdobrando-se os itens de custo que têm maior impacto nota-se que se repetem os resultados encontrados nos demais estudos: há redução no custo com herbicidas e aumento do custo com sementes para as cultivares transgênicas. O fator chave para a decisão de qual sistema adotar depende dos níveis de produtividade alcançados pelas cultivares RR e convencionais adaptadas a cada região produtora do grão.

Tabela 40 – Estimativa de gastos com sementes e herbicidas pós-emergentes na cultura da soja transgênica e convencional em municípios selecionados.

Município	Sementes (US\$/ha)			Herbicidas pós-emerg. (US\$/ha)		
	Transg.	Conv.	Difer. (%)	Transg.	Conv.	Difer. (%)
Tupanciretã	52,0	32,0	62,5	14,0	53,9	-74,0
Palmeira das Missões	52,0	32,0	62,5	14,0	53,9	-74,0
Campo Mourão	52,0	32,0	62,5	11,0	42,4	-74,1
Cascavel	49,0	29,0	69,0	14,0	42,4	-67,0
Diamantino	48,4	28,4	70,3	11,0	31,5	-65,1
Primavera do Leste	47,5	27,5	72,7	11,0	29,0	-62,1
Sinop	43,3	21,7	100,0	12,9	20,5	-37,2
Sorriso	36,0	16,0	125,0	11,0	20,5	-46,4
Itumbiara	52,0	32,0	62,5	13,3	19,4	-31,8
Rio Verde	52,0	32,0	62,5	14,7	17,6	-16,5
<b>Brasil (média ponder.)</b>	<b>48,8</b>	<b>28,7</b>	<b>70,2</b>	<b>12,6</b>	<b>35,1</b>	<b>-64,1</b>

Fonte: ROESSLING e LAZZAROTTO, 2005 p. 18

As despesas com herbicidas pós-emergentes são menores na produção transgênica, pois a redução de custo trazida no uso desses pesticidas foi de 64,1%. No entanto essa redução tem pouco impacto no custo total, pois na média nacional eles representam 2,9% e 7,8% dos custos totais da soja GM e convencional, respectivamente. Como há locais onde a infestação de plantas espontâneas é menos intensa, o efeito seria menor ainda. Já onde o controle de invasoras é difícil, a soja GM tende a ser uma alternativa superior, visto que as ervas espontâneas competem com a cultura por luz e nutrientes com a cultura, afetando a produtividade de grãos.

Em face de condições de campo diferenciadas, os resultados econômicos da adoção de uma ou de outra alternativa variam. Osaki e Batalha (2007) encontraram variações bastante altas de indicadores, entre estados da região Centro-Oeste do país.

Tabela 41- Brasil. Variação percentual entre o custo operacional efetivo da soja GM e convencional em estados selecionados do Centro Oeste. Safra 2005/06.

	GO	MT	MS
Fertilizantes	0,00%	0,00%	0,00%
Sementes + <i>royalty</i>	52,27%	77,33%	39,85%
Herbicidas	-17,94%	-20,24%	-45,72%
Inseticidas	0,00%	0,00%	0,00%
Fungicidas	0,00%	0,00%	0,00%
Trat. Semente	0,00%	0,00%	0,00%
Adjuvante	0,00%	0,00%	0,00%
Operação mecânica	0,00%	0,00%	0,00%
Mão-de-obra	0,00%	0,00%	0,00%
Assistência técnica	4,50%	1,03%	-0,30%
Financiamento de Capital de Giro	3,72%	1,49%	-0,29%
Custo Operacional Efetivo	2,73%	2,82%	-0,30%

Fonte: OSAKI e BATALHA, 2007 p. 15

A decisão pelo uso de uma ou de outra alternativa pelos agricultores tem de ser feita com base na análise das condições concretas de cada unidade produtiva. Por isso é muito comum que agricultores que dispõem de área e de equipamentos (tratores, etc.) plantem variedades convencionais e transgênicas simultaneamente para poder extrair conclusões de qual opção apresenta melhor rendimento no seu caso particular. Tais elementos reforçam a percepção de uma disputa equilibrada, porém dinâmica pelos campos de soja no país.

Rinaldi et al. (2005) analisando plantio de soja convencional no MS, também na safra 2003/04 e efetuando uma simulação com o uso de transgênicos encontraram evidências de uma significativa redução no custo de produção entre R\$ 39,14 e R\$ 281,84 por hectare, em vista da redução no custo de aplicação de herbicida (utilizando-se 2,0 litros de Glifosato/ha). Não foi considerado nesse cálculo o diferencial de produtividade entre os dois tipos de soja, bem como os autores alertam que um gasto de Glifosato maior do que o estimado (qual seja, lavouras com ervas resistentes ou mais inçadas), resultaria em perdas da soja RR em relação à convencional.

Já Bianchi, citado por Silveira (2005) informa que nas lavouras RR do Rio Grande do Sul na safra 2003/04 a produtividade foi maior nas cultivares convencionais, e que foram feitas aplicações utilizando uma dose média de 2,7 litros de Glifosato.

Tabela 42 – Perda em produtividade das cultivares transgênicas em relação às convencionais (média de 3 safras – em %)

Variedades	Perdas (%)
CD-201 convencional	
Melhor variedade RR	-12
Pior Variedade RR	-27
Fundacep - 39 convencional	
Melhor RR	-13
Pior RR	-30
Fonte: Bianchi (2005).	

Fonte: BIANCHI<sup>68</sup> apud SILVEIRA, 2005 p. 83

No quadro acima pode-se observar que duas variedades convencionais utilizadas no Rio Grande do Sul foram testadas pela FUNDACEP, com relação a várias cultivares RR, sendo que seu rendimento foi superior a todas as variedades transgênicas. Certamente devido ao grande percentual alcançado, mesmo no Rio Grande do Sul poderia ser efetivo o uso de cultivares convencionais de ponta, em vista de o maior rendimento compensar a redução de custos obtidas com os transgênicos. Tese nesse sentido foi levantada por Melgarejo (2003; 2007) que aponta perda de produtividade da soja no estado do Rio Grande do Sul com as cultivares transgênicas que, segundo o autor, produzem menos do que as convencionais sob estresse hídrico.

No Paraná, outros estudos conduzidos pela Embrapa também identificaram superioridade das cultivares convencionais em relação às transgênicas. Entretanto os percentuais resultantes foram bastante aproximados entre as variedades testadas, indicando situação de equilíbrio.

<sup>68</sup> Os dados apresentados por Bianchi e citados por SILVEIRA (2005) foram fornecidos durante palestra realizada em Castro (PR), em 2005.



Tabela 43 – Produtividade comparada soja convencional X soja RR em 21 locais no Paraná (em Kg/ha)

Tabela 3 - Produtividade (kg/ha) entre a soja convencional versus soja transgênica RR em 21 locais do Paraná – safra 2002/2003		
	kg/ha	Diferença
Embrapa 58	3246	
BRS 242 RR	3202	-1,35
Embrapa 48	3400	
BRS 243 RR	3325	-2,2
Embrapa 59	3276	
BRS 244 RR	3214	-1,9
BRS 133	3457	
BRS 245 RR	3355	-2,9
BRS 246 RR	3282	-5,0
BRS 134	3246	
BRS 247 RR	3077	-5,2
	Média geral	-3,1

Fonte: Embrapa-Soja (2005)

Fonte: SILVEIRA, 2005 p. 100 citando dados da Embrapa.

Como já é fato público e notório, a adoção dos OGMs resulta em aumento nos gastos com sementes. Em estudo no Mato Grosso identificou-se aumento de 70,2% devido à cobrança da taxa de utilização da tecnologia (US\$ 20,00 por hectare) passando a representar 11,5% do custo total, sendo que na produção convencional representava apenas 6.6% (ROESSLING e LAZZAROTTO, 2005). Osaki e Batalha (2007) identificaram na cobrança de royalties um dos fatores impeditivos ao maior crescimento da área plantada com OGMs na região Centro Oeste.

A cobrança de royalties<sup>69</sup> teve início em 2004 com o percentual de 1% sobre o valor da saca de soja (R\$ 0,60/sc). No ano-safra seguinte evoluiu para R\$ 0,30/Kg de semente (no caso de pagamento dos royalties no momento da compra da semente), 1,56% sobre o valor do grão comercializado, no caso da semente utilizada ser certificada, e 2% sobre o valor do grão comercializado no caso da semente ser ilegal ou do próprio agricultor. A Monsanto buscou elevar novamente o valor da taxa tecnológica na safra 2007/08, sem obter sucesso (CASTRO, 2006).

Para assegurar a cobrança de royalties a Monsanto montou um eficiente sistema de governança envolvendo conjunto de agentes econômicos de forma a que os recursos resultantes dos royalties beneficiassem os vários elos do esquema. Parte dos recursos ficam com as empresas sementeiras detentoras do material genético de base (7,5% do total arrecadado nos casos de uso ilegal e 5% pelo uso legal das sementes), que assegura as características agrônômicas desejáveis (produtividade, rusticidade, etc.). Parte é destinada aos varejistas e parte às empresas compradoras de grãos. Com isso há interesse monetário de todas as partes para que a taxa seja efetivamente cobrada, fechando-se o cerco em

<sup>69</sup> A respeito do esquema de cobrança de royalties, ver anexo 8, para uma descrição mais esquemática.

relação aos agricultores (CASTRO, 2006).

Pesquisa efetuada no Mato Grosso do Sul identificou que os gastos com mão-de-obra representaram 6,10% do custo total de produção, na soja RR. Esse percentual representa aproximadamente a metade do gasto efetuado na soja convencional, reduzindo em R\$ 23,25/ha. Os custos fixos foram reduzidos de R\$ 424,10/hectare para R\$ 388,27/ha com a soja GM. O custo total por hectare foi 14,8% superior para a soja convencional do que para a transgênica, com o valor nominal respectivamente sendo de R\$ 1.530,77 e R\$ 1.333,41 por hectare (MENEGATTI e BARROS, 2007). Entretanto, como o estudo foi realizado na safra 2004/05 quando ainda não estava legalizado o plantio e definido o valor dos royalties, esse item não foi incluído no cálculo.

Estudo realizado pela economista Maria Benetti (MONSANTO/FEE, 2004) apontou redução de 17% para gastos com insumos e 15% no total dos custos da produção, e de outro lado um aumento de 25% com o preço pago pela semente, sem contabilizar os royalties e uma possível diferenciação de preços entre a soja convencional/transgênica. (POERSCHKE e PRIEB, 2005).

Freitas (2005) em estudo sobre um assentamento da reforma agrária, no Rio Grande do Sul, com agricultores assentados, encontrou redução nos custos e suposto aumento de produtividade da soja transgênica no ano safra 2004/05.

Tabela 44 – Custos e resultado da produção transgênica no Assentamento Nova Esperança, município de Capão do Cipó, RS – Safra 2004/05

	<b>Em R\$</b>	<b>Em sacas de soja</b>	<b>Em %</b>
Produtividade média	945,00*	30	100,00 %
Custo	536,73	17,89	56,79
Sobra	408,27	12,11	43,21

\* Cálculo baseado no preço da saca do dia 20-03-2005 que era de 31,50 reais.  
Fonte: FREITAS, 2005 p. 45

No assentamento pesquisado, a soja RR rendeu 30 sacas por hectare (R\$ 945,00). Os custos considerados na análise foram: R\$ 153,85 para combustível, pneus e peças para as máquinas, R\$ 343,88 gastos em adubos, sementes, herbicidas e praguicidas e 36,00 reais em royalties para a Monsanto. A semente utilizada era produzida pelos agricultores ou comprada no mercado informal (FREITAS, 2005).

Em levantamento realizado junto a oito agricultores, também no Rio Grande do Sul, Ferment, Zanoni e Nodari (2009) identificaram de forma geral uma produtividade superior das variedades convencionais da soja (3,88%), ainda que em diversas situações, cultivares de soja transgênica tenham obtido rendimento superior a variedades convencionais. A

rentabilidade média obtida com a soja convencional foi superior ao da RR em 3,37%.

Pesquisa de campo da tese, realizada com agricultores da região Centro-Oeste paranaense também identificou redução dos custos com a soja transgênica e produtividade maior para a soja convencional. No entanto houve diferenças importantes quanto ao nível tecnológico e tamanho de área dos agricultores (CHRISTOFFOLI, 2009).

Foram entrevistados vários agricultores e técnicos ligados ao setor sojícola na região de Laranjeiras do Sul (PR). Para efeitos de análise optou-se por descrever apenas um dos casos, de forma a ilustrar a situação e, posteriormente extrair elementos de compreensão e generalização acerca da realidade regional. É importante salientar, no entanto, que os dados aqui detalhados não são dados médios nem podem ser considerados como tal, haja vista a diversidade de situações encontradas entre os diversos estratos de produtores e níveis tecnológicos adotados.

Em primeiro lugar procede-se ao relato de um caso, de um pequeno agricultor que cultivava 26,6 hectares de soja transgênica pelo primeiro ano. Na soja produzida nesta safra o agricultor enfrentou um período de estiagem que trouxe perda de produtividade. Foram colhidas 33 sacas/ha, quando o esperado seria obter uma colheita de 50 sacas (obtido com o cultivo convencional). A cultivar empregada foi a BR 231RR e exigiu nesta safra a realização de uma operação de dessecação pré-plantio, seguida de três aplicações de Roundup, devido à infestação anormal de ervas espontâneas.

O normal, segundo o agricultor, seria a realização de duas aplicações de Roundup exceto a dessecação, nas condições locais de produção (segundo experiência de um agricultor vizinho, que cultivava soja RR há vários anos e nesta safra retornou à produção convencional devido ao encarecimento do Glifosato).

No cultivo de soja convencional na mesma área atualmente cultivada com soja transgênica o produtor se utilizava da seguinte estratégia para controle de ervas espontâneas:

Tabela 45– Paraná: Volume e custos reais de utilização de herbicidas na cultura da soja convencional na safra 2007/08. Em R\$/hectare.

Operação	Herbicida	Quantidade	Custo (R\$/ha.)	% s/ custos totais
Dessecação	Roundup WG (Glifosato)	1 Kg/ha.	29,10	1,91
Limpa	Podium-S	1 l/ha.	42,90	2,81
Limpa	Classic	40 g/ha.	3,16	0,21
Limpa	Vezir	0,33 l/ha.	10,58	0,69
Limpa	Cobra	0,33 g/ha.	21,69	1,42
Total	--	--	107,43	7,04%

Elaboração do autor, com base na pesquisa de campo (CHRISTOFFOLI, 2009). Dados ref. Laranjeiras do Sul, PR para soja de alta tecnologia.

O custo com herbicidas foi de R\$ 107,43 por hectare na safra 2007/08 (o equivalente

a R\$ 260,00/alq.) representando 7,04% dos custos totais de produção, que ascenderam a R\$ 1.525,00 por hectare, ou o equivalente a 37,2 sacas de soja/ha. A rentabilidade obtida foi de R\$ 10,50 por saca, ou 25,6%.

Em relação à safra atual o agricultor optou pelo plantio de soja transgênica. No entanto foi estimado o custo de produção em relação à eventual realização da safra atual como convencional, para fins de comparação. Observe-se que houve mudança no pacote tecnológico em vista da cooperativa em que o mesmo é sócio ter alterado a relação de parceria com fornecedores de insumos.

Tabela 46 – Paraná: Volume e custo estimados de utilização de herbicidas na cultura da soja convencional na safra 2008/09. Em R\$/hectare.

Operação	Herbicida	Quantidade	Custo (R\$/ha.)	% s/ custos totais
Dessecação	Roundup WG (Glifosato)	1 Kg/ha.	28,38	1,67%
Limpa	Podium-S	1 l/ha.	66,00	3,89%
Limpa	Smart	60 g/ha.	40,30	2,37%
Limpa	Vezeir	0,61 l/ha.	46,30	2,73%
Total	--	--	180,98	10,66%

Elaboração do autor, com base na pesquisa de campo (CHRISTOFFOLI, 2009). Dados ref. Laranjeiras do Sul, Paraná.

No caso da tabela acima a produção estimada seria de no mínimo 120 sacas por hectare, com um custo total de implantação da lavoura de R\$ 1.697,32 (R\$ 4.107,53 por alqueire) e rentabilidade de 28,5% (R\$ 1.172,4/alq.).

Tabela 47 – Paraná: Volume e custo reais de utilização de herbicidas na cultura da soja transgênica na safra 2008/09. Em R\$/hectare.

Operação	Herbicida	Quantidade	Custo (R\$/ha.)	% s/ custos totais
Dessecação	Roundup WG (Glifosato)	1 Kg/ha.	28,38	1,86%
Limpa	Roundup WG (Glifosato)	1 Kg/ha.	28,38	1,86%
Limpa	Roundup WG (Glifosato)	1 Kg/ha.	28,38	1,86%
Limpa	Roundup WG (Glifosato)	1 Kg/ha.	28,38	1,86%
Total	--	--	113,52	7,42%

Elaboração do autor, com base na pesquisa de campo (CHRISTOFFOLI, 2009). Dados ref. Laranjeiras do Sul, PR.

O custo para implantação de um hectare de soja transgênica de alta tecnologia para a região de Laranjeiras do Sul foi de R\$ 1.529,80 com rentabilidade potencial, em situação normal sem a estiagem que se abateu sobre a região, de 10 sacas/ha ou 25% (R\$ 440,00). No entanto, devido à quebra de safra, e uma colheita de 33 sacas por hectare, houve rentabilidade negativa de -5,18%, uma colheita cerca de 2 sacas de soja/ha abaixo do ponto de equilíbrio.

De forma geral, na região de Laranjeiras do Sul (PR) constatou-se que não apenas pequenos agricultores, mas também produtores médios ou grandes que se utilizam de

tecnologia intermediária ou inferior de produção (terras não tão férteis, utilizando adubação insuficiente ou normal e/ou com grau severo de infestação de ervas espontâneas) migraram para a soja transgênica. Agricultores com áreas maiores e adotantes de tecnologias de ponta, em áreas pouco a medianamente infestadas com ervas, mantiveram sua produção convencional.

Para alguns produtores entrevistados, com lavouras altamente tecnificadas, em unidades produtivas com tamanho maior que 200 ha de soja, foi encontrada grande diferença de produtividade e de rentabilidade econômica em relação à soja transgênica. Devido ao uso de material genético relativamente novo (BRS 232, BRS 255, APOLO, CD 213 e CD 231), com alta produtividade e usando tecnologia de ponta, o rendimento nesses produtores chegou a 55,8 sacas/ha nas variedades convencionais de elite, contra 43 sacas/ha para as variedades transgênicas.

Isso resulta em uma diferença de 12,39 sacas de soja por hectare, cerca de R\$ 400,00 a menos de renda, ao preço de comercialização da soja em Laranjeiras do Sul à época da pesquisa (descontando-se o valor pago como royalties). Para agricultores que plantam mais de 200 ha de soja anualmente, isso significaria uma perda de R\$ 80.000,00 por ano caso adotassem a soja transgênica.

A diferença de tecnologia implicou, no caso da soja convencional, no custo de aplicação de herbicidas de 2,7 a 3,0 sacas de soja por hectare - R\$ 227,00 por alqueire para a soja convencional contra R\$ 104,70 utilizando o Glifosato na soja RR. Com a cobrança dos royalties (2% na comercialização do grão ou 14,00/saca de semente totalizando R\$ 47,60/ha) reduziu-se a diferença favorável ao uso da tecnologia RR para 1,5 a 2 sacas de soja/hectare. Ou seja, nessas condições, se o material genético convencional fosse mais produtivo não valeria a pena migrar para a soja RR. É o que vem acontecendo com grandes produtores de soja na região (CHRISTOFFOLI, 2009).

Entretanto, outro fator não relacionado diretamente ao cálculo econômico, como analisado acima, mas que influenciou de forma importante na decisão de adoção de transgênicos nessa região segundo os entrevistados, diz respeito à disponibilidade que os agricultores teriam de utilização de maquinário e equipamentos para realizar as operações na lavoura na época tecnicamente recomendada.

É comum que muitos agricultores contratem prestação de serviços externos de mecanização no preparo do solo, semeadura, colheita, e mesmo para aplicação de pesticidas. Na maioria das vezes esses prestadores de serviços, também são agricultores que se utilizam primeiramente das máquinas em suas próprias lavouras.

Ocorre muitas vezes, devido principalmente às condições climáticas, que as janelas de tempo disponíveis para realizar essas operações, especialmente a aplicação de herbicida

na lavoura, sejam muito curtas (condições ideais de umidade; estágio adequado de desenvolvimento das ervas invasoras). Ocasionalmente os agricultores se veem prejudicados, ao perder essa janela técnica, quer seja por falta de prestadores de serviço de mecanização, disponíveis no momento indicado, quer seja quando as condições climáticas por si só prejudicam a execução do serviço.

A soja transgênica ao se utilizar do Glifosato, permite ampliar a janela técnica de aplicação do herbicida<sup>70</sup>, que pode ser utilizado em uma faixa mais ampla de umidade e de crescimento das invasoras. Ou seja, este tóxico mantém sua eficácia mesmo em condições não ideais para a maioria dos demais herbicidas utilizados na soja convencional.

Segundo informações de técnicos das cooperativas regionais e da EMATER, essa tendência ocorreu ao menos em toda área de abrangência dessas empresas, na grande região central do Paraná. Também nessa região pesquisada, não houve pagamento diferenciado para a soja convencional, o que poderia aumentar ainda mais a vantagem já obtida pelos produtores mais tecnificados, sendo que uma das cooperativas regionais estuda a implantação do sistema para as próximas safras, devido a interesse de compradores.

Uma cooperativa produtora de sementes de soja (transgênica e convencional) identificou a mesma tendência acima relatada. A respeito do impacto trazido pela soja transgênica nas atividades da cooperativa foi informado que houve aumento de custo com os OGMs (1% a mais de royalties para a Embrapa, enquanto o custo Monsanto é repassado para os produtores pagarem). Antes dos OGMs a cooperativa trabalhava com 6-7 variedades de soja, e agora se vê condicionada a operar com 12-13 variedades (convencional e GM), o que encarece as operações (CHRISTOFFOLI, 2009).

O técnico da cooperativa demonstrou preocupação com a tendência de concentração do mercado sementeiro nas mãos das grandes corporações, e uma perspectiva futura de que as sementes deverão portarem toda a tecnologia necessária “empacotada”, reduzindo inclusive a demanda por trabalho técnico de campo. Em relação aos agricultores identificou perda de autonomia dos mesmos tendo cada vez menos margem para escolher o tipo de produção a ser realizada.

Entretanto, apesar dessa massa de dados demonstrando o equilíbrio dinâmico da situação entre lavouras convencionais e transgênicas, alguns autores isolados têm procurado demonstrar que a soja transgênica já hoje apresentaria vantagens econômicas

---

<sup>70</sup> Tanto esse aspecto é importante que, nas peças de propaganda que a Monsanto vem divulgando na televisão (Maio de 2009) são enfatizados principalmente dois aspectos: 1) a obtenção de elevados índices de produtividade de lavouras transgênicas, acima dos 50 sacas por hectare, e 2) a possibilidade de aumento da janela técnica de aplicação do herbicida. Sintomaticamente, o aspecto da redução no uso de herbicidas é citado como uma curiosa “redução **potencial** de uso de herbicidas”, possivelmente como indício do impacto de estudos técnicos mostrando o aumento no uso de herbicidas na soja RR devido à resistência das invasoras.

absolutas para ser generalizada em todo o Brasil. Por exemplo, Martin et al. (2002) citados por PEREIRA, LEAL e HUSSNE (2007), calcularam as margens de ganhos com a adoção imediata da soja transgênica.

Tabela 48 – Brasil. Benefícios potenciais da adoção da soja GM

Região	Redução de Custos (US\$/ha)	Aumento da Renda Líquida (US\$/ha)
Sul	37,80	79,78
Centro-Oeste	46,87	65,54
Média Brasil	42,34	72,66

Fonte: Martin et. al. (2002) citados por PEREIRA, LEAL e HUSSNE, 2007 p. 36

Caso esses dados fossem generalizados para todo o país, o resultado acumulado em 8 anos safra seria 2,9 bilhões de dólares. Obviamente tais dados são contestados pelo volume massivo de dados científicos já citados, que têm mostrado haver um relativo equilíbrio entre os dois tipos de soja, sendo que em partes do Sul e Centro-Oeste do país, a rentabilidade tem sido maior para a soja convencional. Ainda mais, se os ganhos fossem tantos, e generalizados, como sustentam aqueles autores, o que explicaria a baixa adoção da soja GM justamente nesses estados?

Como conclusão do capítulo, vimos que os estudos apresentados e discutidos no presente capítulo mostraram que a disputa entre a soja geneticamente modificada e a convencional tem sido marcada por um “equilíbrio dinâmico” até agora em certa medida pendente para a soja convencional, particularmente em circunstâncias onde os agricultores conseguem aplicar pacotes tecnológicos de alta produtividade, explorando o potencial de maior rendimento das variedades convencionais.

Os dados apresentados permitiram ilustrar que a soja transgênica tem se caracterizado pela efetiva redução de custos de produção das lavouras, permitindo antever a continuidade de sua expansão nos próximos anos. Na verdade o que aparentemente tem freado sua expansão tem sido o alto potencial produtivo das cultivares convencionais, como já afirmado no parágrafo anterior. Ou seja, somente o fato da alta produtividade da soja convencional tem impedido o domínio completo da produção brasileira de soja pelas cultivares transgênicas.

No entanto é preciso ressaltar o caráter dinâmico desse equilíbrio, uma vez que ele tanto pode pender para o lado dos transgênicos, na medida em que novas cultivares RR mais produtivas sejam lançadas, reduzindo o *yield lag* presente; como pode retornar em favor do cultivo convencional, na medida em que o preço dos insumos (Glifosato X herbicidas convencionais) vejam estreitadas suas margens de forma a reduzir a atratividade do sistema RR. Outro fator identificado é o do surgimento e crescimento de ervas

resistentes ou tolerantes ao Glifosato. Esse fenômeno é natural e esperado que aconteça, uma vez que a natureza sempre responde com estratégias diversificadas de sobrevivência frente às ameaças que venha sofrer. O excesso de aplicação de Roundup/Glifosato, ao arrepio das recomendações técnicas, e mesmo considerando-as, tende a levar a um esgarçamento desse modelo calcado apenas na praticidade de uso de um único herbicida.

Nesse sentido, pode-se esperar que conforme evoluam os movimentos no tabuleiro de xadrez que se tornou a disputa, a correlação de forças se altere num ou noutro sentido. No entanto, os campos em disputa demonstram uma superioridade avassaladora da indústria de biotecnologia e de seus aliados, sejam eles da iniciativa privada sejam dos governos. Para isso o sistema de governança da Monsanto (sem mencionar eventuais mecanismos ilícitos ou antiéticos empregados pela empresa) que redistribui parte dos ganhos de monopólio extraído com as patentes, para todos os agentes, tem a sua parte de responsabilidade na vitória dessa coalizão.

Um elemento adicional identificado nessa equação diz respeito à prática do plantio direto. Essa técnica de produção surgida no Paraná nos anos 1970 encontrou forte impulso com o advento da soja RR, uma vez que o Glifosato facilita o cultivo mínimo e o controle de invasoras, principal limite para a expansão dessa prática. A adoção da prática do plantio direto teve importante impulso nos EUA e na Argentina onde já em 2003 os transgênicos permitiram sua ampla expansão (BENBROOK, 2003).

Esse aspecto possivelmente representa um importante aporte para a análise teórica acerca da introdução dos OGMs. Isso porque, deriva da teoria de Marx a tendência da redução no uso, do capital constante circulante utilizado, e do aumento em geral concomitante, do capital constante fixo, com a introdução de avanços tecnológicos. Ora, há uma aparente contradição derivada da situação de monopólio temporário, onde a Monsanto estaria exigindo preços premium pela tecnologia de uso combinado semente-herbicida. Ou seja, representaria de fato um aumento do capital constante circulante e não o contrário, como deriva da teoria. Ao se introduzir na equação os diversos elementos de redução do uso de herbicidas, mais a incorporação do sistema de Plantio Direto em dezenas de milhões de hectares, o que se constata é uma elevação da utilização de capital constante fixo (especialmente no caso de plantadeiras especializadas para plantio direto) implicando num aumento da produtividade global do trabalho na produção de soja. Ou seja, é preciso olhar para o conjunto do custo (custos de preparo do solo + semente + herbicida + gastos de aplicação combinados) e não apenas o preço da semente.

Esses aspectos também foram confirmados pela redução do preço real de produção da soja no mundo, no período pós-introdução da soja geneticamente modificada. Ainda que não se consiga atribuir o fator causal exclusivamente à soja RR, visto que o aumento de



produtividade também se dá nos cultivos de soja convencional, o fato de que hoje a ampla maioria da soja produzida e comercializada no mundo ser transgênica, leva a concluir que essa soja tenha respondido por parcela significativa da redução do preço de produção da oleaginosa no mundo.

## **CAPÍTULO 8 - SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DA SOJA GENETICAMENTE MODIFICADA**

### ***Introdução***

O ser humano tem feito a terra desde os primórdios da sua história. Até agora, no entanto, nossa habilidade para criar um segundo Gênesis tinha sido contida pelas restrições impostas pelas fronteiras entre espécies. Nós fomos forçados a trabalhar dentro de margens estreitas, continuamente cruzando parentes próximos nos reinos animal ou vegetal para criar novas variedades, linhagens, e raças. [...] As novas tecnologias de transferência de genes nos permite derrubar as paredes da natureza, tornando o interior do genoma vulnerável para uma nova espécie de colonização humana. A transferência de genes superando todas as barreiras e fronteiras biológicas é um tour de force tecnológico, sem precedentes na história humana. Nós estamos experimentando com a natureza em formas nunca antes possíveis, criando novas oportunidades insondáveis para a sociedade, e novos riscos graves para o meio ambiente. (RIFKIN, 1998 p. 71)

O desafio de tratar do tema sustentabilidade de organismos geneticamente modificados é extremamente desafiador e amplo, trazendo enormes dificuldades para aqueles que se aventuram nessa tarefa. Ainda que a tese fosse totalmente centrada nesse aspecto, seria uma tarefa difícil para se executar, para dar respostas à altura da exigência e da responsabilidade trazida por essa premente questão da sociedade atual.

O presente capítulo, longe de ter a pretensão de abordar a questão da sustentabilidade ambiental dos transgênicos de forma ampla, e tendo em vista as limitações desse enfoque no trabalho de tese proposto, buscou centrar sua análise em apenas um dos aspectos dessa temática: a questão do volume de uso dos herbicidas.

Deliberadamente optou-se por não realizar análises referentes às questões ambientais amplo senso, da soja RR. Ou de seus impactos na saúde humana e na contaminação genética ou na erosão nesse patrimônio da humanidade. Tampouco nos permitiu essa abordagem a conclusão definitiva a respeito da resposta à pergunta que não quer calar: afinal a soja RR é sustentável do ponto de vista ambiental?

Tal opção limitou conscientemente o escopo de abordagem, em vista dos objetivos maiores de buscar explicar o processo como se deu a entrada e expansão dos OGMs na cultura da soja no Brasil. É essa a contribuição focada e modesta que se abordará a seguir.

### **8.1 Os Organismos Geneticamente Modificados e os riscos ambientais**

Os anos 1970 viram emergir no cenário internacional a questão da degradação ambiental causada pelo acirramento do modelo produtivo industrializado. Seja a partir de livros denúncia, como por exemplo *Primavera Silenciosa* de Rachel Carson, ou pelos primeiros estudos científicos que buscaram uma aproximação a então incipiente questão ambiental, como o relatório Brundtland ou os modelos matemáticos de “limites do crescimento”, a questão da busca de novas formas de organizar a produção das condições de vida começaram a emergir alterando em definitivo o cenário internacional. Os efeitos do produtivismo sem limites, da exploração de recursos naturais em escala cada vez mais intensa, da destruição de ambientes naturais relativamente preservados, passaram a cobrar espaço na agenda mundial.

É nesse contexto de crescente preocupação com o futuro da humanidade e do ambiente que começam a ter força em todo o planeta, os movimentos de cidadania, partidos políticos e forças sociais ecologistas, ou os consumidores que escolhem produtos eco-amigáveis, tecnologias e sistemas produtivos menos agressivos, etc. São forças culturais, políticas e econômicas que vêm crescendo de forma lenta, porém continuada, que consistentemente se opõem à realidade trazida pelo desenvolvimento produtivista, dirigido pelo capital com objetivo da máxima lucratividade.

Ainda que de início bastante marginalizados, esses movimentos foram ganhando força e aumentando sua representatividade, especialmente a partir das catástrofes e equívocos trazidos pelo modelo de desenvolvimento dominante.

Esse conjunto de fatos e forças leva à realização em 1972 em Estocolmo, da primeira CNUMAD (Conferencia das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento). Desde o início há visões conflituosas sobre o caráter das mudanças ambientais, sobre seu impacto no campo do desenvolvimento econômico, das possíveis condicionantes ecossistêmicas, como fator externo a impor restrições à dinâmica expansiva do capital e do crescimento industrial. De fato, somente a pressão da opinião pública; a emergência de crises sistêmicas; rupturas do delicado equilíbrio dinâmico do planeta; a força crescente de legislações; e de consumidores que optam por caminhos menos agressivos, tem feito sensibilizar a sociedade mundial.

Nesse sentido vem ganhando força a tese que, para a busca de um desenvolvimento sustentável, as políticas deveriam levar em conta o princípio da precaução, no sentido de antecipar, impedir e atacar as causas de degradação ambiental. “Onde existirem ameaças de danos sérios ou irreversíveis, a falta de total certeza científica não deve ser usada como razão para retardar a tomada de medidas que visam a impedir a degradação ambiental”. (BERGEN, cit. por SANDS, s.d. p. 32). Quando houvesse ameaça de danos graves ou irreversíveis, a ausência de certeza científica absoluta não poderia ser utilizada como razão

para o adiamento de medidas economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental (PNUMA, 1992).

É nesse contexto de degradação, descontrole e emergência de crises climático-ambientais que se insere o debate dos transgênicos, que remete a uma série de argumentos e fatos controversos, todos aparentemente bastante sólidos. Contudo, são pólos antagônicos que não se equacionam pelo simples debate de ideias. Lembram o conceito de universos legítimos de justificação de Godard:

uma sociedade complexa abriga simultaneamente vários universos legítimos de justificação e coloca em jogo vários princípios de legitimidade. [...] Dessa forma, o meio ambiente e a natureza constituem o objeto cotidiano de confusões e disputas relacionadas à maneira de qualificá-los, aos princípios de avaliação que lhe podem ser aplicados e aos instrumentos de ação a serem implementados com vistas a fazer valer adequadamente o interesse superior eventual que eles representam. Isto vai muito além do reconhecimento da existência de simples desacordos sobre o valor relativo ou sobre a classificação de tal ou qual elemento natural, no âmbito de um princípio de ordem único e claramente reconhecido por todos; pois, neste caso, provas específicas tornam-se suscetíveis de arbitrar e de neutralizar os desacordos. (GODARD, 1997, p. 245)

Esse parece ser o caso dos transgênicos, onde há tanto um déficit de elaboração, no sentido de que as técnicas empregadas pela engenharia genética encontram-se em sua infância, como também há uma aparente legitimidade da argumentação contrária, que caracteriza a falta de dados e análises mais aprofundadas e cumulativas, mediante abordagens que consigam dar conta da complexidade das relações que acontecem no meio ambiente, no que se refere aos danos e interações que os transgênicos poderão ocasionar ao longo das próximas décadas, mediante sinergias desconhecidas no meio ambiente.

BECK (1996) discute a emergência da sociedade do risco, como resultado dos avanços científicos, tecnológicos e produtivos, verificados no último século. Embora os riscos que ameaçaram as sociedades industriais fossem importantes em nível local e frequentemente devastadores a nível pessoal, os seus efeitos acabavam por ficar limitados em termos de espaço. Não ameaçaram sociedades inteiras. Entretanto, as limitações espaciais ou sociais não se aplicariam mais aos riscos contemporâneos, que não estão confinados em termos de espaço ao âmbito de seu impacto, nem estão confinadas em termos sociais a determinadas comunidades. São potencialmente globais no seu alcance.

As conseqüências dos riscos modernos também se caracterizam por sobreviver aos seus causadores. São riscos que se vão acumulando em intensidade e complexidade através das gerações. Além de ultrapassarem os limites espaciais e sociais do risco puramente industrial, excedem também as suas fronteiras temporais. Os perigos ecológicos colocados por acidentes nucleares e/ou pela liberação de químicos em grande escala, pela

alteração e manipulação da composição genética da flora e da fauna do planeta, colocam a possibilidade de autodestruição (BECK, 1996).

Um aspecto distinto dos riscos ecológicos modernos é o fato de seu ponto de impacto não estar obviamente ligado ao seu ponto de origem e a sua transmissão e movimentos serem muitas vezes invisíveis e insondáveis para a percepção cotidiana. Como exemplo concreto, um estudo britânico identificou que a Canola GM pode contaminar variedades convencionais e orgânicas por mais de 16 anos (SQUIRE, BEGG e ASKEW, 2003).

Esta invisibilidade social significa que, ao contrário de muitas outras questões políticas, se deve primeiro tomar claramente consciência dos riscos ecológicos, e só depois se pode dizer que estes constituem uma verdadeira ameaça. Isso compreende um processo de raciocínio científico e de contestação cultural. Deste modo, a política de risco é intrinsecamente uma política de conhecimento, perícia e contraperícia (BECK, 1996, p. 233).

Ainda de acordo com Beck, as relações de definição de risco dominantes favorecem o agente poluidor. Em primeiro lugar, porque o sistema político, científico e judicial exige provas de toxicidade *post hoc*, em vez de não-toxicidade *pre hoc*. Em segundo lugar porque as pessoas que devem provar a toxicidade são inevitavelmente menos dotadas de capacidades e informações pormenorizadas necessárias para apresentar uma causa convincente. Ele enxerga apenas na ocorrência de catástrofes ambientais a oportunidade para tirar a legitimidade do discurso governamental e das instituições do Estado ou privadas, responsáveis pelo meio ambiente e pela segurança pública.

Os governos e as burocracias, naturalmente dispõem de rotinas de recusa já gastas. Os dados podem ser escondidos, negados, e desvirtuados. Em face de perigos ecológicos, é possível mobilizar ideias contrárias e peritos com opiniões opostas. É possível fazer subir e transformar os índices máximos de poluição autorizada, a fim de acomodar novas vagas de poluição inesperada. Ao erro humano e não ao risco sistemático pode ser atribuído o papel de vilão da peça. (BECK, 1996 p. 242)

O processo que vem se dando a partir da liberação dos organismos geneticamente modificados no ambiente tem muita similitude com essa reflexão. Devido à complexidade das alterações feitas nas plantas engenheiradas fica extremamente difícil para a população identificar eventuais efeitos que venham a ocorrer ou que já estejam ocorrendo. Em todo caso, não é apenas a população que está despreparada. No Brasil os órgãos responsáveis pela fiscalização dos OGMs também se encontram nessa situação. Dos mais de 600 tipos de culturas de transgênicos em experimentação no Brasil em 1999, o número de inspeções do Ministério da Agricultura não passava de 30. Isso mostra a incapacidade de fiscalização pelos órgãos competentes, em especial o Ministério da Agricultura (FAGAN, 1999).

Os OGMs preenchem o conjunto de condições colocadas por Beck e Godard: o efeito não se restringe a nível local e imediato. A percepção cotidiana não é afetada, e não se toma ciência dos riscos a não ser mediante uma mediação técnico-científica, que atualmente se diglodia esgrimindo argumentos verossímeis, porém antagônicos.

No caso dos transgênicos certas alterações somente podem ser supostas (mas não comprovadas), e em caso de ocorrência, os danos tenderiam a ser muito elevados e sem condições de reversão visto se inserirem nas cadeias alimentares também nos ecossistemas (como é o caso, por exemplo, da erosão genética da biodiversidade ou da contaminação genética por derivação gênica).

A essência da explicação que Beck dá para a política de meio ambiente numa sociedade de risco é o fato de que os Estados capitalistas terem assumido o compromisso de garantir a proteção e segurança econômica e ecológica dos seus cidadãos. Fizeram-no até agora com a ajuda de instituições judiciais e instrumentos conceptuais da sociedade industrial clássica. Essas instituições e instrumentos não são indicados para lidar com o risco ecológico contemporâneo – na verdade, atuam de forma a ocultar as origens e consequências da degradação do ambiente. A isto Beck chama de “irresponsabilidade organizada”. Esta situação causou uma “deslegitimação do Estado segurança. Os Estados podem tentar encobrir os estragos e voltarem a assumir o compromisso de proteção e segurança, mas são incapazes de fazê-lo” (GOLDBLATT, 1996 p. 258).

Um dos aspectos do risco trazido pelos transgênicos reside na erosão ou perda da biodiversidade. A manutenção da biodiversidade é fundamental para a manutenção da vida no planeta. Os ecossistemas agrupam uma enorme diversidade biológica, e contêm variabilidade genética populacional, intra e interespecífica. A diversidade genética dos indivíduos aumenta a resistência da população ou da espécie às perturbações (MORIN, 2001). Ora, um dos impactos trazidos pela soja GM constitui-se justamente sobre um dos pilares da transgenia: a uniformização genética. Tendo como exemplo a soja RR, as alterações genéticas que permitem a tolerância ao Glifosato estão presentes em dezenas de milhões de hectares, e em bilhões de indivíduos portadores dessa singular (e homogênea) reconfiguração gênica.

Com a homogeneidade, todos tendem a ser atingidos quando um só é atingido; onde só se seleciona um único genótipo de alto rendimento para toda uma cultura, este perde toda defesa diferenciada em relação às pragas e doenças e incorrendo em risco de aniquilamento (Morin, 2001).

A redução da agrobiodiversidade dos cultivos pode trazer maior vulnerabilidade para infestação de pragas e doenças, visto que eventuais barreiras genéticas representadas por diferenças entre cultivares são minimizadas ao extremo. O recente surgimento da ferrugem

da soja (uma doença praticamente inexistente há poucos anos) com a virulência e a velocidade com que vem se espalhando pelo mundo, leva a alertar sobre tais riscos de uniformidade genética. Uma vez superada a resistência em uma planta, milhões de hectares (devido à estrutura genética homogênea) podem ser rapidamente contaminados sem qualquer resistência adicional. Portanto,

a diversidade, em vez de desestabilizar, falir ou derrubar os ecossistemas é, ao contrário, organizada e organizadora. ... Toda organização da diversidade sofre e produz limitações. [...] Mas permanece extraordinário que a diversidade seja vital para os ecossistemas, que a extrema complexidade e a extrema diversidade possam estar ligadas, em certas condições, de modo ótimo. [...] a grande diversidade dos componentes de uma eco-organização constitui um fator de desenvolvimento de suas qualidades de resistência às agressões e às perturbações. (MORIN, 2001 p. 58)

A conservação da biodiversidade de um agroecossistema está associada à manutenção dos recursos genéticos, tanto das espécies nativas como das variedades de plantas e animais domesticados. Contudo, a agricultura moderna e em particular as cultivares transgênicas tendem a substituir a diversificação pela uniformidade, através das monoculturas. A substituição de ecossistemas complexos e diversificados, particularmente nas regiões tropicais, por sistemas produtivos extremamente simplificados, como são as monoculturas, tende a provocar uma série de impactos ambientais e econômicos. Agora a adoção de cultivos geneticamente uniformes poderia trazer riscos ainda maiores de deterioração das condições ambientais (VEIGA e EHLERS, 2003).

o desenvolvimento da agricultura implica, por definição, a simplificação do meio natural através da seleção de espécies animais e vegetais consideradas de interesse. A consequência maior dessa simplificação seria a perda da capacidade de auto-regulação natural, que depende da complexidade. O equilíbrio e a estabilidade de um novo sistema simplificado pelo homem passaria, portanto, a depender de uma permanente interferência desse último. Embora a simplificação seja inevitável se se quer aumentar a disponibilidade de alimentos, o novo sistema deveria preservar o que fosse possível de complexidade de modo a se beneficiar dos mecanismos básicos de estabilização sistêmica. (Romeiro (1998 p. 249)

Nos ecossistemas agrícolas convencionais, o potencial regulador exercido pelo próprio ecossistema “foi substituído por fontes exógenas de nutrientes e de energia, geralmente originárias de combustíveis fósseis” (VEIGA e EHLERS, 2003). Cada vez mais esse efeito regulador dos desequilíbrios sistêmicos é exercido por insumos químicos como os agrotóxicos. A introdução de OGMs em ecossistemas agrícolas onde já existe um estreitamento genético (monoculturas extensivas) poderá agregar novos fatores de risco. Os

transgênicos atuam no sentido da redução da biodiversidade em vista de que poucas variedades são atualmente capazes de comportar a transgenia de forma viável.

O processo de obtenção das atuais variedades transgênicas representou um longo e trabalhoso processo de testes com diversas cultivares até que alguma delas se mostrasse estável na adoção das características engenheiradas, e que mantivesse as suas outras características produtivas originais inalteradas ou ao menos não prejudicadas pelo processo de transgenia. SIMON, citada por GUERRANTE (2003, p. 22) indica terem sido feitas alguns milhares de tentativas para chegar a poucas células promissoras, que foram em seguida, submetidas a testes de campo. Somente uma linhagem de soja mostrou-se capaz de resistir a doses elevadas do herbicida. Somente então, esta linhagem foi testada em campo e apresentou qualidade e produtividade muito próximas às da linhagem convencional.

Tal fato confirma o estreitamento na base genética da soja com os OGM. São milhões de hectares de espécies transgênicas cultivadas com pouquíssimas variedades (é o caso da soja RR que é cultivada em mais de 60 milhões de hectares em vários países) ou com sequências de genes comuns a milhões de hectares. Caso haja algum tipo de vulnerabilidade especificamente nos genes engenheirados a chance de um prejuízo massivo é especialmente grande.

É claro que a probabilidade de ocorrência de eventos mutagênicos ao acaso ou de evolução biológica em vista da pressão de seleção ocasionada pelos transgênicos e pelo uso associado de agrotóxicos parece ser pequena. No entanto, como são dezenas e logo serão centenas de milhões de hectares, sendo que em cada um deles há milhares de plantas (320 a 400 mil no caso da soja) com características genéticas comuns (homogeneidade) o número de eventos a campo envolvendo OGMs, num cálculo aproximado, ascende no momento atual à casa dos 19 trilhões de ocorrências, apenas num ano-safra. Ou seja, mesmo a uma taxa na casa do bilhão de eventos para a ocorrência de uma mutação, há grande probabilidade de que nesse momento estejam ocorrendo eventos mutagênicos na ordem de milhares de ocorrências/ano, na soja RR.

Ademais desse fato, existe a preocupação com a falta de estabilidade e certeza do processo de engenharia genética em si. Procura-se passar a ideia de “precisão cirúrgica” e certeza matemática. No entanto a coisa não tem sido exatamente assim. Mesmo agora, a Monsanto tem sido obrigada a admitir a presença de genes estranhos inseridos junto com os genes necessários à construção da transgenia, bem como o fato de que os genes muitas vezes se arranjam aleatoriamente ao serem introduzidos por biobalística (ANDRIOLI, 2008). E mais do que isso, há uma série de preocupações científicas relativas ao processo de manipulação genética em si.

Algumas etapas da engenharia genética são imprecisas e descontroladas, como por



exemplo, poderia ocorrer a inserção de transgênicos em genes naturais, que podem ter suas funções destruídas, e a interação de transgênicos sobre outros genes e proteínas, cujas consequências são imprevisíveis sobre o metabolismo, os órgãos e os tecidos de seres humanos, animais e plantas, devido a complexidade dessa interação (FAGAN, 1999);

Outro aspecto fundamental, diz respeito à contaminação genética do germoplasma naturalmente existente (não-OGM) pelos transgênicos. Mesmo sementes convencionais certificadas estão sendo contaminadas com material genético transgênico (para um exemplo brasileiro recente, ver TENÓRIO e BATISTA, 2009). No Canadá uma pesquisa em 33 amostras de sementes de Canola mostrou que 32 estavam contaminadas (CFS, 2005). Nesse mesmo sentido, alerta lançado pela *Union of Concerned Scientists* dos EUA mostra que 2/3 dos cultivos convencionais de milho daquele país já estariam contaminados com material transgênico (LEAN, 2004). Estudo realizado por Ignacio Chapela, no México, centro de origem genética do milho, encontrou contaminação do germoplasma nativo por transgênicos. Isso apesar do cultivo de milho transgênico ser proibido naquele país que, no entanto, mantém acordo de livre comércio com os EUA onde a importação de milho transgênico para consumo é livre (SCIENTISTS..., 2004; ROBIN, 2009). A própria indústria admite: o vice-presidente da Pioneer Hi-Bred, Jerry Armstrong, alega que “100% de pureza, ... na ausência de material estranho atualmente não é atingível para nenhum produto agrícola, incluindo semente de soja” (CFS, 2005 p. 15).

A contaminação biológica de culturas não-GM com pólen de culturas transgênicas está se tornando um sério problema em todo o mundo. As medidas recomendadas como o plantio de culturas tampão (zonas de amortecimento) têm se revelado ineficazes devido à distância insuficiente e impraticável. Estudo britânico identificou que pólen de Canola transgênica viajou por mais de 32 Km. O milho StarLink (impróprio para consumo humano) representa outro caso impressionante. Plantado em 2000 em menos de 1% da área cultivada com milho no Estado de Iowa, nos EUA, contaminou a colheita de metade dos campos de milho, com traços de pólen dessa variedade transgênica. No inverno de 2000 a FDA (agência estadunidense de alimentação e medicamentos) foi obrigada a fazer um *recall* de 300 produtos derivados de milho devido à contaminação pelo StarLink. Por isso, os cientistas reconhecem que, apesar da contaminação gênica poder ocorrer com todos os cultivos, os mais propensos a ter problemas de dimensões maiores seriam o milho e a canola, devido ao seu processo de polinização aberta (CFS, 2005).

Diversos estudos em laboratório e a campo demonstraram que organismos geneticamente modificados podem causar danos ao ambiente. Entre os possíveis riscos ao meio ambiente decorrentes do cultivo ou liberação de plantas transgênicas estariam (NODARI e GUERRA, 2004):

- (1) a geração de novas pragas e plantas daninhas;
- (2) o aumento do efeito das pragas já existentes, por meio da recombinação gênica entre a planta transgênica e espécies filogeneticamente relacionadas;
- (3) os danos a espécies não-alvos;
- (4) a alteração drástica na dinâmica das comunidades bióticas, levando à perda de recursos genéticos valiosos, seguido da contaminação gênica de espécies nativas, que introduziria nestas características originadas de parentes distantes ou até de espécies não relacionadas;
- (5) os efeitos adversos em processos ecológicos nos ecossistemas;
- (6) a produção de substâncias tóxicas após a degradação incompleta de produtos químicos perigosos codificados pelos genes modificados; e
- (7) a perda de biodiversidade.

A resistência é definida como a habilidade das ervas espontâneas para sobreviverem a uma dose maior do que a normal de um dado herbicida. Doses maiores do herbicida muitas vezes matarão a erva resistente, ao menos no curto prazo. O segundo aspecto segue-se ao primeiro. A resistência das ervas não é apenas o resultado do uso excessivo de um herbicida, ela também leva a um maior uso daquele mesmo herbicida (FOEI, 2008).

A questão referente ao surgimento da resistência ao Glifosato por ervas espontâneas é uma questão aberta na comunidade científica. Antes ainda do surgimento da soja transgênica resistente ao Roundup, já havia sido constatada a presença de ervas que toleravam certas dosagens do herbicida sem sofrer danos irreversíveis.

A primeira onda principal que iniciou no final dos anos 1970 envolveu 23 espécies de ervas resistentes à Atrazina e herbicidas relacionados à classe inibidora de fotossíntese, que foram registradas infestando 1,9 milhões de acres nos EUA. A segunda onda principal iniciou nos anos 1980 e envolveu 37 espécies de ervas resistentes aos inibidores de ALS, as quais foram reportadas em 9,9 milhões de acres. A terceira onda envolveu ervas resistentes ao Glifosato. (FOEI, 2008 p. 9)

É importante observar o descasamento entre o tempo que se introduz o novo herbicida e o momento em que surgem as primeiras ervas resistentes. Com o incremento do uso indiscriminado do Glifosato é esperado que essa resistência ao herbicida seja incrementada rapidamente.

A Monsanto introduziu o glifosato nos EUA em 1976 sendo que por duas décadas não houve relatos de ervas resistentes a ele. Em 1998 somente algumas poucas espécies tinham conseguido desenvolver resistência. O aparecimento de um extenso número de resistência em plantas espontâneas somente acontece vários anos após a introdução da soja RR em 1995, e da canola e algodão em 1997, e do milho RR em 1998. Em

2000 cientistas do estado do Delaware, nos EUA atribuíram a evolução dessas plantas ao plantio contínuo de culturas RR. Dez proeminentes cientistas confirmaram essa avaliação em 2004. A resistência ao Glifosato foi registrada em Delaware no ano 2000, meros 5 anos após a introdução da Soja Roundup Ready. Desde esses relatos iniciais algumas ervas resistentes (horseweed entre elas) estão agora sendo encontradas em 12 estados norte-americanos e em uma área estimada em 1,5 milhões de hectares somente no Tennessee (Hartzler et al. 2004).

Ervas com resistência documentada ao Glifosato infestam agora 3.251 locais cobrindo 2,37 milhões de acres em 19 estados americanos (Weed Science, 2007). Múltiplas populações de 8 diferentes espécies de ervas desenvolveram resistência nos EUA. [...] Cinco outras espécies de ervas desenvolveram resistência em outras partes do mundo. De 58 casos de novas ervas resistentes ao Glifosato identificadas na última década ao redor do mundo, 31 foram identificadas nos EUA. Trinta delas apareceram nos EUA entre 2001 e 2007. (FOEI, 2008 p. 9)

Como resultado desse incremento no número de ervas resistentes, os agricultores vêm sendo obrigados a usar um volume maior de herbicida por hectare cultivado (BENBROOK, 2004; FOEI, 2008;). Já se entrou também em uma fase onde se recomenda a combinação de Glifosato com outros herbicidas para poder controlar certas ervas resistentes. O passo seguinte da indústria de biotecnologia já tem sido buscar desenvolver plantas resistentes a dois herbicidas, o Glifosato e algum outro que combata as ervas resistentes ao primeiro. E em 2007 tanto a Monsanto como a *American Soybean Association* passaram a recomendar o retorno a sistemas de controle com múltiplos herbicidas em vista de controlar as ervas resistentes (SELLEN, 2007, citado por FOEI, 2008).

Portanto, uma vez ressaltados alguns aspectos esclarecedores referentes ao uso de Glifosato, se os produtos transgênicos são portadores de incertezas quanto aos riscos, a consequência óbvia seria a adoção do princípio de precaução quanto aos procedimentos de pesquisa e liberação ambiental de organismos geneticamente modificados. Há, no entanto, forte oposição à adoção desse princípio internacional do direito ambiental na questão dos OGM, uma vez que este tema poria em cheque a expansão de uma série de indústrias e negócios.

O incidente de contaminação da cadeia alimentar humana nos EUA com o milho Starlink ilustra como as instituições são ainda incapazes para lidar com a realidade trazida pelos OGMs. Depois da constatação de reações alérgicas ao consumo de produtos derivados de milho, o sistema de saúde dos EUA identificou a presença de genes Starlink, que supostamente nunca deveriam ter sido utilizados para consumo humano. Tal fato serviu para mostrar que as instituições e normas existentes não impediriam que milho GM não autorizado fosse introduzido na cadeia alimentar humana. Isso levou a um questionamento de todo o sistema: as normas existentes, a autorização de uso desse milho GM, a atribuição das agências governamentais de controle, etc. (SCHURMAN, 2003).

Diferentemente dos agrotóxicos, aos quais são exigidos inúmeros testes anteriores à

liberação no ambiente, mas que a qualquer momento podem ter retirada sua autorização de aplicação (e, portanto, cessar a partir desse instante novas eventuais contaminações ambientais), restando apenas o efeito residual do que já havia sido aplicado anteriormente, os transgênicos, por sua capacidade reprodutiva natural, e em especial pela capacidade de cruzamento com espécies e cultivares nativas, seguiriam contaminando de forma permanente o meio ambiente.

Foi nesse sentido que em diversos países estabeleceram-se moratórias referentes à liberação dos produtos GM no meio ambiente, até que pesquisas aprofundadas indicassem a ausência de riscos, ou sua incidência em níveis aceitáveis de forma a poder liberá-los com maior segurança. De qualquer maneira essa segurança tenderia a ser parcial, uma vez que o meio ambiente é governado por relações complexas e não por relações causais simples, como fazem crer muitas das análises que discutem a questão dos transgênicos hoje.

Um argumento frequentemente manejado pela indústria de biotecnologia afirma que se em mais de 10 anos de liberação dos transgênicos não apareceram os problemas referentes a seu uso, é sinal de que estes não existiriam e que, portanto, os OGM devam ser liberados logo, em vista do avanço científico e para poder “resolver o problema da fome no mundo”. Esse argumento é inconsistente por pelo menos três aspectos:

- (a) os sinais já podem estar aparecendo, mas não serem percebidos, pois isso envolve também esforços de pesquisa e questões de paradigma científico (conforme Kuhn, 1987);
- (b) certos efeitos podem demorar mais tempo para se visibilizarem e cada transgênico pode ter um comportamento diferenciado dos outros. Por exemplo, o comportamento ecológico dos cultivares Bt difere profundamente dos cultivares RR em termos fisiológicos e de impacto ambiental visto as práticas culturais associadas;
- (c) aspectos como a interação complexa desses organismos entre si e com a Natureza exigem estudos para os quais os recursos não estão disponíveis e que não vêm sendo postos em execução

O argumento do combate à fome é bastante delicado, visto que medidas no campo da ajuda alimentar internacional também parecem estar contribuindo para a redução da soberania alimentar dos povos e a expansão dos OGMs. Isso ocorreria visto que a forma atual de ajuda humanitária debilita os mercados camponeses locais que, impossibilitados de concorrer com produtos subsidiados e/ou distribuídos gratuitamente, reduzem plantios e com isso promovem a perda de produção e de germoplasma crioulos, em detrimento dos alimentos importados/doados. Por outro lado programas de ajuda alimentar têm distribuído alimentos transgênicos sem que as populações locais sejam orientadas e/ou advertidas acerca do seu uso como semente. O caso mais notório de contaminação ambiental se deu

no caso do México, centro de origem do milho no mundo, e onde ocorreu a contaminação em parte através de milhos doados por programas de ajuda alimentar (ROBIN, 2008; DESANTIS, 2004).

Outro elemento acerca do jogo de interesses por trás do argumento da adoção dos OGMs para auxiliar no combate à fome se relaciona, no caso da soja, com os índices de produtividade, visto que até o momento atual, a produtividade tem sido afetada no sentido de sua redução, exigindo portanto, uma área maior para alimentar o mesmo número de pessoas com soja. Considerando-se que a contaminação dos alimentos também afeta a segurança alimentar, é preciso levar em conta os dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) que em 1997/98 indicaram que o desempenho nas culturas de algodão, milho e soja geneticamente modificados foi inferior que às variedades tradicionais. Nas 18 combinações de regiões e variedades que se pesquisou o uso de pesticidas, 12 não obtiveram melhores resultados para as plantas transgênicas, uma vez que a quantidade de agrotóxico usado é similar ao aplicado às culturas convencionais (FSP, 1999).

Ademais, algumas corporações estariam interessadas em promover a crença de que a cadeia mundial de suprimento de alimentos está totalmente contaminada por OGMs, dessa forma não poderia haver nenhuma medida legal efetiva que protegesse a cadeia alimentar de contaminação, já que medidas nesse sentido seriam tardias e inefetivas.

Esse tipo de argumentação ocorre também no Brasil. Confrontados pela argumentação de que seria impossível garantir a coexistência de cultivos GM e convencionais ou orgânicos, os cientistas e mídia, de maneira geral, responderam afirmando que tal alarmismo seria injustificado. Agora, na medida em que surgem novos casos de contaminação, o discurso desses setores é considerar que a contaminação é inevitável e que, portanto, o melhor é liberar geral, sem segregação de OGMs e medidas de cautela adicionais, como as zonas de exclusão de transgênicos ou as zonas de amortecimento.

Como visto neste capítulo, a questão da sustentabilidade ambiental do cultivo de OGMs é bastante polêmica e dados contraditórios têm sido frequentemente postos à disposição da comunidade internacional. Dentro dos limites do escopo do presente estudo, optou-se por aprofundar e delimitar a análise em apenas um dos aspectos relacionados à sustentabilidade da soja RR: a questão do uso de pesticidas e em especial o uso de herbicidas.

Essa opção responde a imperativos de ordem prática e também metodológica. Prática no sentido que seria inviável buscar elementos mais aprofundados nos aspectos contaminação/erosão genética, ou menos ainda nos aspectos relacionados aos impactos dos OGMs à saúde humana ou meio ambiente, de forma ampla. Do ponto de vista metodológico porque o foco no estudo do consumo de herbicidas tem simultaneamente uma

interface com a questão ambiental (volume e tipo de contaminantes liberados no meio ambiente) e com a análise econômica da soja GM.

O principal impacto econômico favorável à soja RR reside justamente na redução do consumo de herbicidas e sua substituição pelo Glifosato. Portanto uma melhor elucidação desse aspecto pode trazer luz a ambos os aspectos da questão.

## **8.2 A soja RR e o consumo de herbicidas**

O Brasil se tornou recentemente, o maior consumidor mundial de pesticidas agrícolas, deixando os EUA com a segunda colocação. Dentre os pesticidas, os mais consumidos são justamente os herbicidas e não casualmente, o Glifosato é o herbicida que apresenta maior consumo em nosso país e no mundo. Esse triste título traz em grande medida, a contribuição da soja. A soja é a principal cultura agrícola no Brasil e uma das principais do mundo, ocupando em nosso país mais de 20 milhões de hectares de cultivos.

Grande parte dessa área foi tomada de vegetação nativa (especialmente na região norte do país e nos cerrados) o que já representaria por si só um importante impacto ambiental, na medida em que altera uma área significativa da cobertura florística brasileira. Ou seja, a soja pelo fato da sua expansão recente, já tem um enorme peso no impacto ambiental ocasionado pela agropecuária brasileira. Logo, a questão da introdução dos OGMs nessa cultura tem uma importância extraordinária visto o tamanho de área a ser impactada pela alteração do padrão genético e tecnológico (uso de herbicidas, técnicas de manejo dos solos, diversidade genética, etc.) trazido como consequência da introdução das cultivares RR.

A questão da (in)sustentabilidade do modelo agrícola brasileiro, em particular no que toca à cultura da soja, remete necessariamente à discussão de um conjunto de aspectos: a) a expansão da fronteira agrícola e a destruição de florestas; b) a implantação de extensas áreas homogêneas de monocultivo; c) o padrão tecnológico calcado no uso de insumos químicos contaminantes e de alto consumo energético; e d) os riscos da introdução de OGMs.

Esses elementos servem para desenhar o pano de fundo da expansão do cultivo da soja no Brasil e seus impactos sobre a sustentabilidade ambiental do processo produtivo da agricultura. A introdução dos transgênicos na cultura da soja vem acrescentar novos elementos de preocupação a uma situação já bastante controversa em relação a sua sustentabilidade.

Um dos principais argumentos na esfera ambiental para a adoção dos OGMs diz respeito à redução de uso de pesticidas<sup>71</sup>. De fato, a possibilidade de redução ou eliminação do uso dos mesmos poderia representar um importante ganho ambiental – caso, obviamente, o remédio não fosse pior do que o veneno. Alguns autores inclusive chegam a quantificar o volume e valor econômico que teria sido perdido pelo país (Céleres, 2007; PG ECONOMICS, 2003) com o atraso na adoção dos OGMs.

Obviamente, é correto esperar-se uma significativa redução do uso de inseticidas nas variedades GM que incorporam características Bt, visto sua especificidade na incorporação de proteína inseticida deriva da bactéria *Bacillus thuringiensis* (BENBROOK, 2004). No entanto, no caso da soja HT, apesar da propaganda da indústria e da grandiloquência de alguns pesquisadores, há controvérsias sobre se teria havido ou não redução de uso de herbicidas com a adoção de soja RR e congêneres. Analisar-se-á alguns dados.

Tabela 49 – EUA. Quantidade média aplicada por acre plantado com soja convencional e tolerante a herbicida (HT) e diferenças estimadas por acre (1996-2004)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004**
<u>Conventional Soybeans</u>									
Herbicide	1.20	1.23	1.05	0.93	0.99	0.73	0.93	0.87	0.78
<u>GE Soybeans</u>									
Herbicide-Tolerant	0.84	0.94	1.12	1.12	1.10	1.07	1.29	1.34	1.45
<u>Average Difference GE to Conventional</u>									
Herbicide	(0.36)	(0.29)	0.07	0.19	0.11	0.34	0.36	0.47	0.67

Fonte: BENBROOK, 2004 p. 34

Conforme se pode depreender da tabela acima, houve dois movimentos em sentidos opostos. No caso da soja convencional, o volume de utilização de herbicidas foi se reduzindo ao longo dos anos, como efeito de dois fatores: a) maiores restrições das autoridades ambientais estadunidenses com relação ao uso de herbicidas de elevado volume e/ou toxicidade (incluindo atrazinas) e, b) a substituição de herbicidas de alto volume de uso por outros de menor volume (como o caso do Metolachlor, pelo S-Metolachlor) e pelo lançamento de outros herbicidas que se utilizam de baixas ou muito-baixas doses de ingrediente ativo por hectare.

No caso da soja RR o volume de herbicidas utilizado foi se elevando gradativamente, como fruto da queda de preços e do surgimento de plantas tolerantes ao Glifosato

<sup>71</sup> É curioso notar a mudança de argumentação da indústria agroquímica que antes dos OGMs dizia que os agrotóxicos eram ambientalmente seguros, e agora brande o argumento da sua redução/eliminação como avanço ambiental. Eles estavam mentindo ou errados antes ou agora? Ou nos dois casos?

(BENBROOK, 2004). O uso de soja RR nos Estados Unidos desde 1996 fez crescer e não diminuir o consumo de herbicidas em comparação com os cultivos de soja convencional. Benbrook mostrou que em 1996, o primeiro ano de cultivo de soja RR nos EUA, a redução do uso de herbicidas foi da ordem de 30% enquanto no segundo ano a redução foi de 23% em comparação com a soja convencional. “Em 1998, a comparação entre a soja RR e a soja convencional resultou num consumo de herbicidas 6% maior para a primeira. Deste ano em diante, as diferenças de uso de herbicidas vão ficando cada vez maiores, chegando a soja RR a consumir 86% mais herbicidas do que a convencional no nono ano do cultivo”, 2005. (VON DER WEID, 2007)

Já no sétimo ano após a introdução da soja RR, o crescimento médio de herbicida utilizado na soja RR igualou a redução obtida nos primeiros anos. Observe-se que o maior crescimento se deu entre 2001-2002, justamente quando os preços do Glifosato caíram, devido à concorrência no mercado pelo fim da patente nos EUA. Uma tabela mais completa com dados acerca do consumo dos herbicidas nos EUA pode ser vista no anexo 9.

Contudo, mais impressionante que esse fato é o uso massivo do Glifosato tem provocado o aumento de ervas resistentes, obrigando os produtores voltarem a utilizar de diversos herbicidas para poder controlar a infestação de ervas espontâneas. Isso pode ser visto na tabela que segue.

Tabela 50 – EUA. Uso do herbicida na soja RR e convencional – 1996-2004

Appendix Table 7. Herbicide Use in Conventional and Roundup Ready Herbicide Tolerant (HT) Soybeans, 1996 - 2004									
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004*
Acres Planted	64,205,000	70,850,000	72,720,000	73,780,000	74,496,000	75,416,000	73,758,000	73,700,000	74,800,000
HT Acres Planted	4,751,170	12,044,500	32,142,240	42,054,600	40,227,840	51,282,880	55,318,500	59,697,000	63,580,000
<b>Percent Acres Treated</b>									
HT Varieties	7.4%	17.0%	44.2%	57.0%	54.0%	68.0%	75.0%	81.0%	85.0%
RR Varieties	7.4%	14.5%	38.8%	51.6%	49.0%	63.0%	70.5%	76.5%	81.0%
Non-RR HT varieties	-	2.5%	5.4%	5.4%	5.0%	5.0%	4.5%	4.5%	4.0%
Glyphosate, all soybeans	25.0%	28.0%	46.0%	62.0%	62.0%	73.0%	78.0%	84.0%	88.0%
Glyphosate Notill, Non RR	17.6%	11.0%	1.8%	5.0%	8.0%	5.0%	3.0%	3.0%	3.0%
<b>Rates per Acre</b>									
NASS Average All Herbicides	1.17	1.18	1.08	1.04	1.05	0.96	1.20	1.25	1.35
Glyphosate on RR Acres	0.69	0.79	0.90	0.90	0.88	0.85	1.04	1.09	1.15
Other Herbicides on RR Acres	0.15	0.15	0.22	0.22	0.22	0.22	0.25	0.25	0.30
All Herbicides on RR Acres	0.84	0.94	1.12	1.12	1.10	1.07	1.29	1.34	1.45
Conventional Varieties	1.20	1.23	1.05	0.93	0.99	0.73	0.93	0.87	0.78
Difference in Pounds per Acre Between RR and Conventional Varieties	-0.36	-0.29	0.07	0.19	0.11	0.34	0.36	0.47	0.67

\* Herbicide use rates in 2004 are preliminary projections based on 2002 data and recent trends.

Fonte: BENBROOK, 2004 p. 49, com base em dados do USDA.

Pela tabela acima observa-se que o uso de outros herbicidas (não-Glifosato) na cultura da soja transgênica vem crescendo ao longo do tempo (linha: “other herbicides on



RR acres”, na tabela), mostrando indiretamente o surgimento de resistência das ervas espontâneas ao Glifosato. O volume dobrou no período 1996-2004, passando de 0,15 para 0,30 *pounds* de herbicidas não-Glifosato. O aumento da área plantada com soja RR e a elevação da dosagem do herbicida por acre plantado tem levado ao aumento global de consumo do Glifosato.

Em 1994, ano anterior à introdução da primeira variedade RR, o consumo de Roundup nos EUA foi de 7,9 milhões de libras, passando em 2005 para 119 milhões de libras o uso de Glifosato, num aumento de 15 vezes. Nesse mesmo período a área plantada com cultivos HT subiu de 0 para 102 milhões de hectares. Em 2006 essa área havia crescido para 116 milhões de hectares, somente nos EUA. (FOEI, 2008). Na Argentina após doze anos de introdução da soja RR (1996-2008), o consumo de Glifosato cresceu 14 vezes, de 13,9 para 200 milhões de litros, ao passo que a área plantada com soja cresceu apenas cinco vezes (GRAIN, 2008).

### ***Evolução do consumo de herbicidas na cultura da soja no Brasil***

No Brasil o uso de herbicidas para a cultura da soja vem passando por alterações importantes no período recente. Dados oficiais mostram que o consumo desses produtos em termos de volume total de ingrediente ativo utilizado tem crescido nos últimos seis anos, como pode ser visto na próxima tabela.

Tabela 51 – Quantidade comercializada dos 15 principais herbicidas para soja, nos estados de MT, PR e RS, em mil toneladas de ingrediente ativo (I.A.), período 2000 a 2005 e variação percentual no período

<b>BR/Estado \ Ano</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>Variação no período</b>
Mato Grosso	7.274,2	6.808,6	6.971,5	11.004,7	14.657,2	13.872,7	<b>90,7%</b>
Paraná	12.275,3	11.629,4	13.047,4	13.182,2	14.218,0	13.270,0	<b>8,1%</b>
Rio G. do Sul	8.968,9	10.357,2	9.915,5	15.219,9	20.270,8	14.286,3	<b>59,3%</b>
Brasil	56.233,6	60.526,6	58.808,3	77.483,9	99.637,3	91.357,7	<b>62,5%</b>

Fonte: Ibama Cálculos: DCBIO/SBF/MMA. Citado por BALCEWICZ, 2008

No período analisado o consumo de herbicidas indicados para o cultivo da soja cresce de forma importante, com mais de 62% de aumento em todo o país. Os estados onde mais ocorre o aumento são Mato Grosso e Rio Grande do Sul. O Paraná apresenta uma relativa estabilização no consumo (crescimento de 8,1%). Entretanto, como esses dados se referem ao volume bruto de consumo, são influenciados pelo crescimento na área cultivada com soja.

Ademais, no período 2000-2002 registrou-se um consumo relativamente estável de herbicidas, com pequeno pico em 2001. A análise e explicação da atipicidade deste ano, bem como do ano de 2005 (ano onde há queda no consumo, em comparação com o período anterior) é importante. O que esses dados indicam? Aparentemente essa variação de consumo de herbicidas, guarda estreita relação com o preço (ou a expectativa de preço) da soja em grão no mercado nacional (o qual sofre influências do mercado externo e da taxa de câmbio). Essa temática será discutida na conclusão deste capítulo.

Para melhor compreensão dos números apresentados, realizar-se-á o cotejo dos dados referentes ao uso de herbicidas e expansão da área cultivada com soja. É importante alertar, no entanto, para uma debilidade estrutural nesses dados. Ocorre que as informações disponíveis para o caso brasileiro dizem respeito apenas aos dados globais, do consumo aparente total de herbicidas registrados para a cultura da soja (alguns dos quais, contudo, são utilizados também em outras culturas<sup>72</sup>). Ou seja, os dados anteriormente citados não necessariamente se referem apenas e tão somente à efetiva utilização nas lavouras de soja, o que pode trazer interpretação errônea dos mesmos.

Tabela 52 - Brasil. Área plantada com soja nos estados de MT, PR, Rio Grande do Sul e total do Brasil no período 2000-2005 (em 1000)

BR/Estado \ Ano	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Varição no período
Mato Grosso	3.120,0	3.853,2	4.419,6	5.240,5	6.105,2	6.196,8	<b>98,6%</b>
Paraná	2.818,0	3.291,4	3.637,6	3.935,9	4.148,4	3.982,5	<b>41,3%</b>
Rio Grande do Sul	2.970,0	3.305,6	3.593,7	3.971,0	4.090,1	3.967,4	<b>33,6%</b>
Brasil	13.969,8	16.386,2	18.474,8	21.375,8	23.301,1	22.749,4	<b>62,8%</b>

Fonte: BALCEWICZ, 2008 p. 5, a partir de dados da CONAB.

Como a segunda maior cultura de grãos em termos de Brasil é o milho (14,7 milhões de ha em 2006), a fim de sanar essa dúvida buscou-se analisar, em especial no caso do Paraná e Rio Grande do Sul, o efeito paralelo da evolução da cultura do milho. No Estado do Mato Grosso a evolução na área plantada com essa cultura foi de 542 mil hectares em 1990 para 1,04 milhão de hectares em 2005, num aumento de 92,8%. Procurou-se verificar se no período analisado houve aumento na área plantada com essa cultura, que pudesse ter motivado aumento no consumo de alguns dos herbicidas analisados.

<sup>72</sup> O próprio Roundup é empregado para a dessecação das lavouras, na ordem de 1,0 Kg na formulação WG, por hectare.

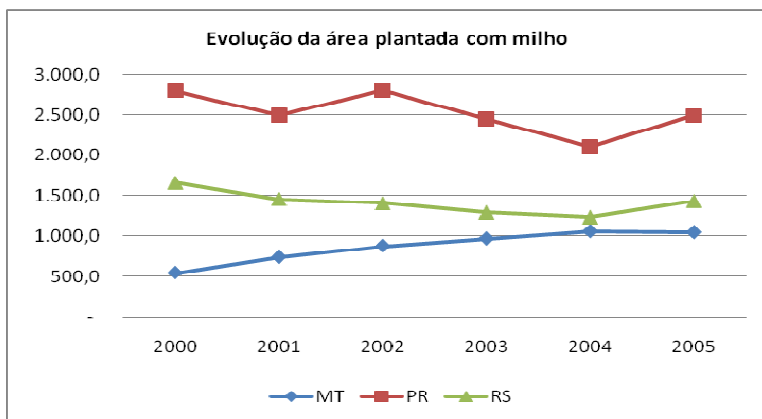


Figura 33 – Evolução da área plantada com milho nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Mato Grosso, no período 2000 a 2005. Em mil hectares.

Tanto no Rio Grande do Sul como no Paraná houve redução da área cultivada com milho, o que indica que o uso de herbicidas para o milho não aumentou nesses estados. Antes o contrário, houve redução no uso de herbicidas nessa cultura e, portanto, pode-se utilizar os dados como se fossem de fato referentes à soja.

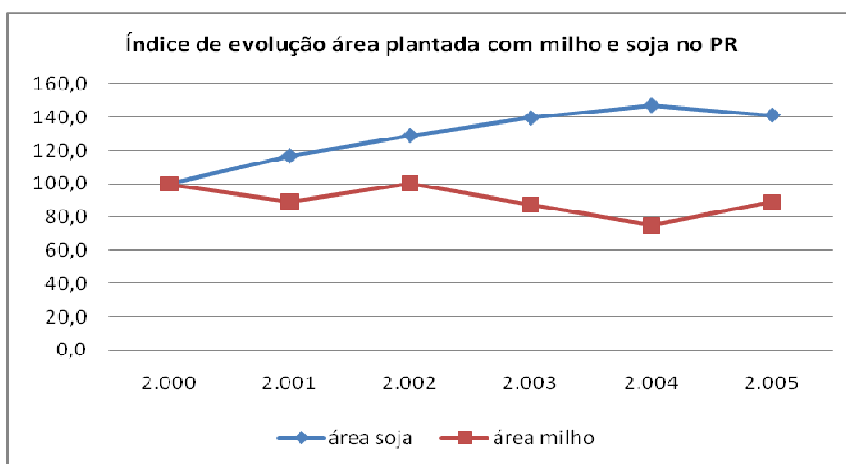


Figura 34 – Evolução relativa da área plantada com milho e soja no Paraná no período 2000 a 2005. Índice ano 2000 = 100

Fonte: Elaboração do autor a partir de dados da CONAB.

A evolução dos índices de área plantada no Paraná indicam que a área com milho se reduziu no período, ao passo que a área com soja teve crescimento de mais de 40%. Portanto, o efeito discutido sobre a variação no uso dos herbicidas nesse período 2000-2005 pode ser relacionado ao cultivo da soja, efetivamente, sem risco de erro.

No entanto, no caso do Mato Grosso o fato de ter havido aumento significativo da área cultivada poderia influenciar no consumo de herbicidas (dentre eles o Glifosato, utilizado na pré-emergência como dessecante). Nesse sentido é fundamental identificar se a área cultivada com milho cresceu em ritmo maior do que a da soja.

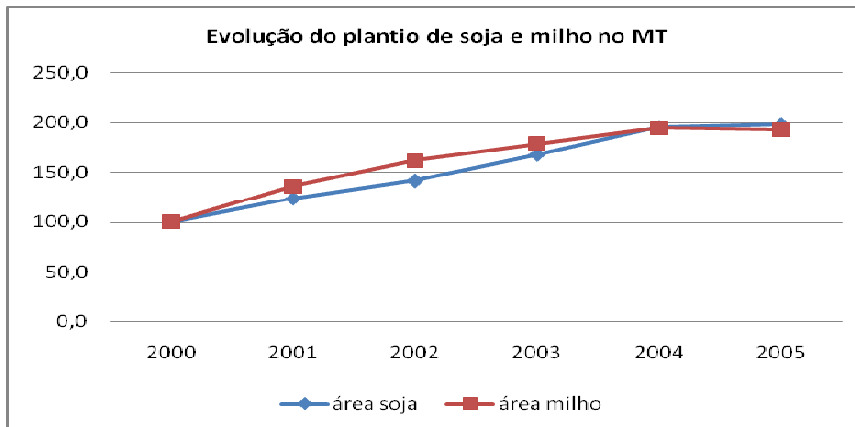


Figura 35 – Mato Grosso. Evolução da área plantada com milho e soja no estado. Índice ano 2000 = 100

O gráfico demonstra não ter havido diferenças significativas de evolução do crescimento relativo de área entre as culturas de milho e soja no Estado de Mato Grosso. Com isso pode-se também depreender que os dados referentes a esse estado, mantidas inalteradas a base técnica produtiva do milho nesse período, não influenciaria na inferência de dados acerca do uso de herbicidas. Lembre-se que uma alteração possível teria sido a introdução de milho HT, resistente a herbicidas, o que certamente afetaria a análise realizada. No entanto, tal cultivar não teve registro autorizado para uso no Brasil no período e será desconsiderada de nossa análise.

Resolvida a dúvida sobre a confiabilidade das informações, inicia-se a seguir a análise dos dados nacionais acerca da relação Soja e uso de herbicidas. O primeiro passo consiste em verificar se houve aumento ou redução no consumo global de herbicidas para a cultura da soja no Brasil.

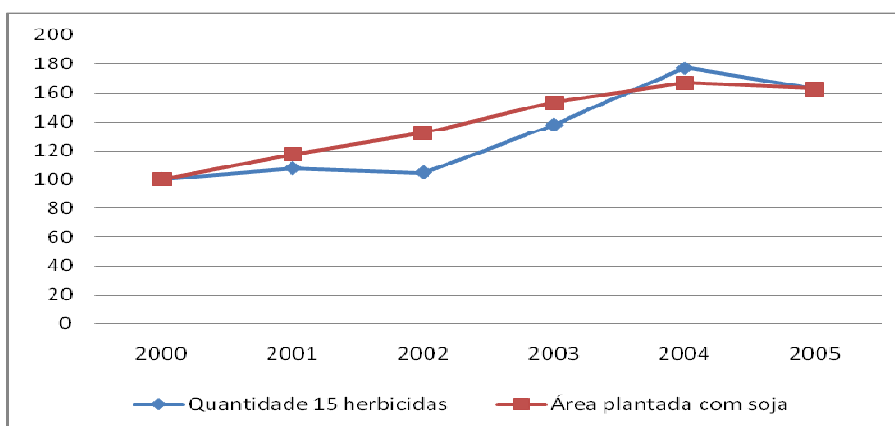


Figura 36 – Brasil. Índice de evolução da área plantada com a cultura da soja e do volume de I.A. comercializado de 15 herbicidas registrados para a soja. Índice ano 2000 = 100

O gráfico mostra ter havido crescimento tanto da área plantada, como da quantidade consumida de 15 herbicidas registrados para a soja. A aderência entre as duas curvas demonstra que não houve redução no consumo global de herbicidas para a soja no país. Ele parece demonstrar ainda que, no período 2000-2002, houve um aumento relativo da eficiência no controle de ervas espontâneas e, que no período posterior, aparentemente essa condição teria se alterado para pior.

Hipóteses explicativas para tal fato poderiam ser: a) houve a ocorrência de fatores climáticos que favoreceram o aparecimento de um grau maior de infestação nas lavouras; b) na segunda metade do período houve melhores preços de mercado o que alimentou a aplicação do pacote tecnológico completo, conforme indicado para a cultura; e/ou c) teria havido um recrudescimento na resistência das ervas aos herbicidas.

Em relação aos três estados analisados há diferenças importantes entre os sistemas produtivos para a cultura da soja, sendo o Rio Grande do Sul o estado onde a soja GM é mais amplamente difundida, ao passo que no Paraná e Mato Grosso o cultivo de OGMs é pequeno no início da série e teria evoluído para cerca da metade da área plantada apenas na safra 2006 ou mais tarde. Ou seja, em todos os estados verifica-se participação crescente do plantio de soja GM e, portanto, seria esperado um efeito substituição de herbicidas diversos por Roundup ou outro genérico de Glifosato. No entanto a esperada redução do consumo total de herbicidas não acontece – com exceção do Paraná, o que cabe melhor análise.

Tabela 53 - quantidade em Kg/ha de ingrediente ativo dos 15 principais herbicidas<sup>73</sup> utilizados na cultura da soja nos estados de MT, PR e RS - período 2000 a 2005

BR/Estado \							Variação
Ano	2000	2001	2002	2003	2004	2005	no período
<b>Mato Grosso</b>	2,33	1,77	1,58	2,10	2,40	2,24	<b>-4,0%</b>
<b>Paraná</b>	4,36	3,53	3,59	3,35	3,43	3,33	<b>-23,5%</b>
<b>Rio G. do Sul</b>	3,02	3,13	2,76	3,83	4,96	3,60	<b>19,2%</b>
<b>Brasil</b>	4,03	3,69	3,18	3,62	4,28	4,02	<b>-0,2%</b>

Fonte: IBAMA E CONAB. Cálculos: DCBIO/SBF/MMA. Citado por BALCEWICZ, 2008

No Paraná o ano 2000 aparenta ser atípico nessa série, por apresentar valores extremamente elevados de utilização de princípio ativo de herbicidas por hectare. Possivelmente representou um ano com dificuldades no controle das ervas espontâneas acima da média normal. Tal fato aparentemente também ocorreu no estado do Mato Grosso,

<sup>73</sup> Os 15 principais herbicidas considerados foram os de ingrediente ativo a base de Glifosato, Alaclor, Bentazone, Cletodim, Clomazona, Clorimurrom-etílico, Diclosulam, 2,4-D Ácido, Fenoxaprop-e-etílico, Imazaquim, Imazetapir, Lactofem, Metribuzin, Setoxidim e Trifluralina.

ainda que em dimensão muito menor (o pico também ocorreu, no entanto o volume utilizado foi a metade do que no PR).

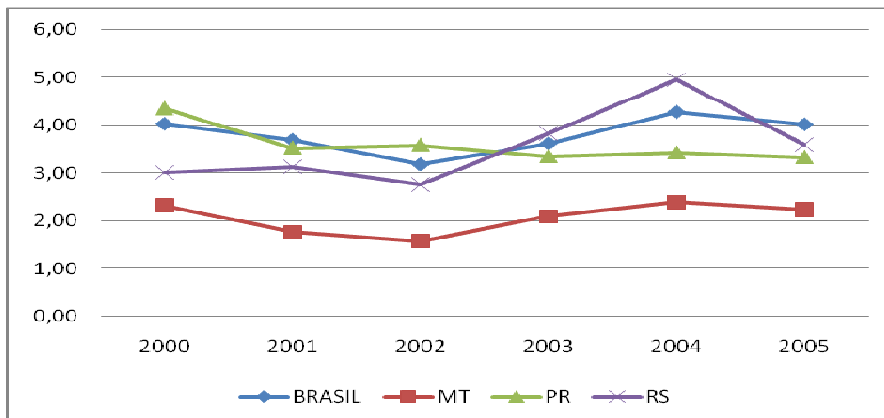


Figura 37 - Consumo de Ingrediente ativo por hectare de 15 tipos de herbicidas para soja (2000 a 2005)

Portanto, o dado referente ao consumo do Paraná poderia ser visto com reservas, visto que a série histórica não deixa claro se o valor alcançado no Estado no ano de 2000 (4,36 Kg/ha) aproxima-se da média histórica do período anterior, ou se é um número desviante, atípico. Como exemplo, a média no período 2000-2005 foi de 3,59 Kg/ha, ou 17,66% abaixo do valor registrado em 2000. Caso o número referente ao ano de 2000 fosse considerado atípico, afetaria o resultado da análise e, portanto, o consumo de herbicida pode não ter se reduzido também no estado do Paraná.

Já no Rio Grande do Sul, a média de consumo de herbicidas no triênio 2000-2002 foi de 2,97 Kg de IA/ha, ao passo que sobe para 4,13 Kg IA/ha (39,05% de aumento) no triênio 2003-05. Essa elevação se verifica no caso do Mato Grosso, porém em dimensão menor, onde a média do triênio evolui de 1,89 Kg para 2,25 Kg IA/ha (aumento de 18,78% indicando que o grau de infestação com ervas espontâneas é menor no Mato Grosso do que nos outros estados). No caso do Paraná há inversão no consumo, com a variação negativa de 4,00 para 3,43 Kg IA/ha (redução de 14,25%).

Então, a primeira conclusão parcial é de que a introdução dos OGMs não resultou em redução nem do volume total de herbicidas consumidos no Brasil, nem do volume de princípio ativo utilizado por hectare cultivado com a cultura da soja, com apenas uma possível exceção do Paraná. Antes disso, o que houve foi estabilização com pequeno acréscimo no período 2000/2005.

Tais dados são mais relevantes em vista do fato de que nos EUA houve substituição de herbicidas com alto volume de IA/ha por outros produtos com baixo ou muito-baixo

volume por hectare (conforme BENBROOK, op. cit.). Esse fenômeno também ocorreu no Brasil, ainda que não se tenham dados mais precisos para avaliar seu impacto.

A seguir analisar-se-á a evolução do consumo dos 14 herbicidas (excluído o Glifosato), em vista de se identificar o efeito substituição exercido por esse último nas lavouras de soja RR.

Tabela 54 – Brasil. Quantidades dos 14 principais herbicidas registrados para a soja (exceto o Glifosato), em toneladas de ingrediente ativo, comercializadas nos estados de MT, PR, RS e Brasil – 2000 a 2005 e variação percentual no período

BR/Estado \ Ano	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Varição no período
Mato Grosso	2.234,70	2.126,62	2.451,18	3.646,44	4.919,18	4101,07	83,5%
Paraná	3.834,08	3.399,65	2.830,32	3.670,37	3.851,21	4229,75	10,3%
Rio G. do Sul	1.567,68	1.223,38	977,04	860,71	875,64	591,92	-62,2%
Brasil	16.718,30	16.059,63	15.117,00	19.869,79	22.568,96	20.404,2	22,0%

Fonte: BALCEWICZ, 2008 p. 6, a partir de dados do IBAMA.

Os dados demonstram ter havido um crescimento significativo no consumo de herbicidas destinados à soja convencional. Em nível nacional houve aumento de 22% ao passo que no Mato Grosso esse aumento foi de 83,5%, mostrando que o crescimento em área plantada naquele estado teria sido obtido principalmente mediante o plantio de soja convencional.

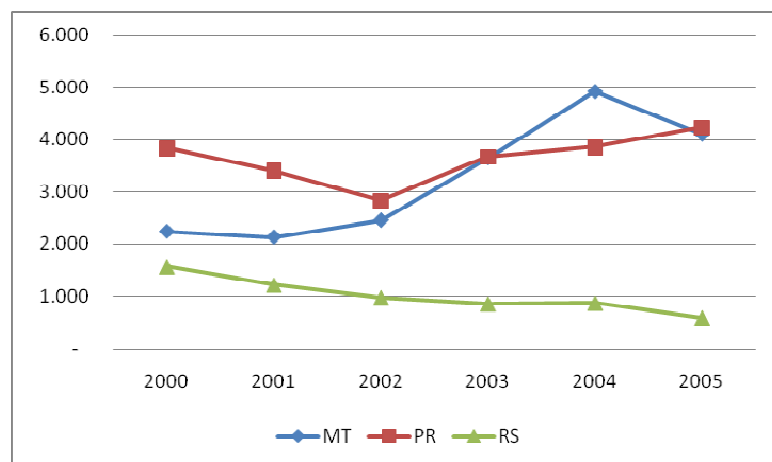


Figura 38 - Quantidades comercializadas dos 14 principais herbicidas (exceto o glifosato), em mil toneladas de IA para a cultura da soja nos estados do MT, PR e RS - período 2000 a 2005

O gráfico demonstra o comportamento distinto ocorrido entre Rio Grande do Sul de um lado, e Paraná e Mato Grosso de outro. Com o crescimento da soja RR no Rio Grande

do Sul, cai expressivamente o consumo de herbicidas destinados à soja convencional (-62%), demonstrando cabalmente um efeito-substituição nesse estado.

Ou seja, no Rio Grande do Sul a expansão da soja RR levou ao uso de Glifosato em substituição aos herbicidas convencionais. O fato de não ter ocorrido essa substituição no Paraná e Mato Grosso indica a menor penetração da soja RR nesses dois estados. Para que essa evolução fique melhor esclarecida, e para um melhor entendimento da relação expansão do cultivo da soja X consumo de herbicidas para a soja convencional e consumo de Glifosato, sem dispor de dados confiáveis acerca da real evolução do cultivo da soja transgênica no Brasil, procedeu-se a uma análise do conjunto do país e individualizada para cada estado selecionado. No Brasil infelizmente inexistente acompanhamento pelos órgãos oficiais da evolução da soja RR ou outros produtos transgênicos (o que seria perfeitamente possível via CONAB e/ou sistema de crédito rural).

### ***Evolução do consumo de Glifosato na cultura da soja no Brasil***

A soja RR foi engenheirada justamente para poder tolerar a aplicação do herbicida Roundup (Glifosato). Na medida em que o cultivo da soja RR se expanda, seria esperado um crescimento proporcional no consumo desse produto.

A quantidade comercializada de Glifosato passou por crescimento explosivo nesse período, em todo o Brasil e nos estados selecionados. Isso se deve tanto à expansão da área total cultivada com soja (onde o produto é utilizado para dessecação no pré-plantio), como principalmente pela expansão no cultivo da soja transgênica.

Tabela 55 - Quantidade comercializada de glifosato nos estados do MT, PR e RS e Brasil, em mil toneladas de IA, período 2000 a 2005

<b>Glifosato</b>	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Evolução%
MT	5.039	4.682	4.520	7.358	9.738	9.771	93,9%
PR	8.441	8.229	10.217	9.551	10.366	9.040	7,1%
RS	7.401	9.133	8.938	14.359	19.395	13.694	85%
BRASIL	39.515	44.467	43.691	57.614	77.068	70.953	79,6%

Fonte: IBAMA. Cálculos: DCBIO/SBF/MMA. Citado por BALCEWICZ, 2008

O consumo nacional de Glifosato, salta de 39 mil toneladas em 2000 para quase 71 mil toneladas em 2005 (aumento de 79,6%), índice muito semelhante ao verificado no crescimento da área plantada com soja no país.



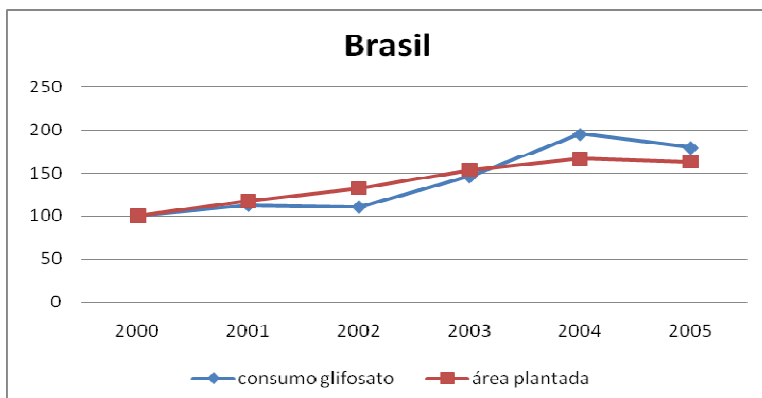


Figura 39 – Brasil. Índices de evolução da área de soja plantada e da comercialização de Glifosato. Índice Ano 2000 = 100

A curva de consumo de Glifosato tem seguido próxima à do aumento da área plantada com soja no Brasil, ainda que haja no período final um aumento mais que proporcional no consumo do herbicida. Tal dado poderia ser interpretado como se a expansão da área com soja estivesse sendo feita com base no cultivo de soja transgênica, o que certamente não é o caso, como já pôde ser visto anteriormente a respeito do aumento no consumo dos herbicidas convencionais.

Ademais, tendo em vista o efeito-substituição, seria esperado que o consumo de Glifosato aumentasse em taxas maiores do que o crescimento da área de soja. Isso pode ser demonstrado facilmente:

No cultivo convencional é recomendada a utilização de, por exemplo, 1 (um) Kg de Roundup WG por hectare de soja, para a operação de dessecação pré-plantio. Nenhuma quantidade adicional desse produto é utilizada nas fases seguintes da cultura (a não ser nos casos já referidos em que o agricultor faz nova dessecação ao final do cultivo, para que a soja esteja seca de maneira uniforme na colheita). Ora, se esse mesmo hectare de soja é convertido para transgênico, automaticamente ocorreria aumento na utilização de Glifosato, para as operações de controle de ervas espontâneas pós-emergência da lavoura de soja.

Através desse esquema simples, é possível verificar que a conversão de cada hectare para soja RR impactará no uso do Glifosato em, no mínimo, mais uma aplicação adicional (ou mais, caso haja infestação mais severa de ervas invasoras).

Desdobrando a análise do consumo de Glifosato por estados temos melhor condição de compreender o que vem ocorrendo no país.

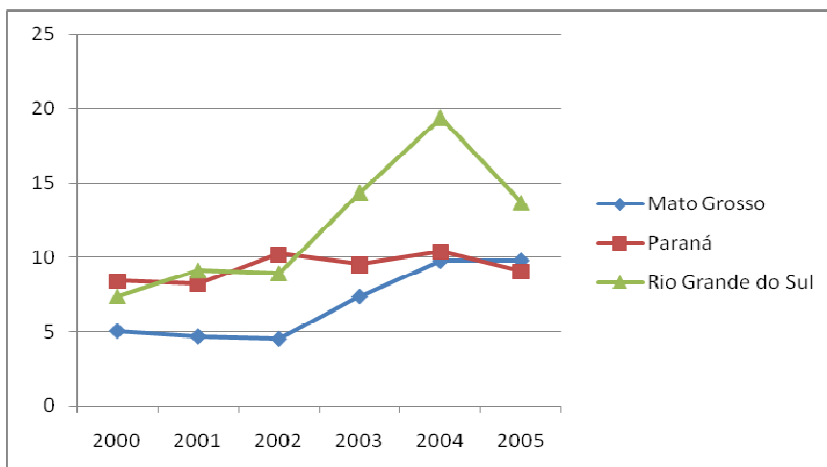


Figura 40 - Quantidade comercializada de Glifosato nos estados do MT, PR e RS, em mil toneladas de IA, período 2000 a 2005

O consumo de Glifosato cresceu muito mais nos estados do Mato Grosso (93,9%) e Rio Grande do Sul, com 85%. O Rio Grande do Sul, que já partia de uma base superior no início da série, chega agora a seu teto em termos de área cultivada com soja GM (mais de 90% da área total de soja no estado). No Paraná o consumo praticamente não teve incremento significativo (7,1%).

O caso de Mato Grosso é interessante, pois demonstra dois movimentos: a) o crescimento da área total plantada com soja, sendo que mesmo em área convencional se utiliza de Glifosato em vista do dessecamento em pré-plantio; e b) o crescimento da área plantada com soja transgênica, que segundo fontes do mercado estaria ocupando entre 30 e 50% da área total cultivada com a oleaginosa no Mato Grosso, ao final do período analisado. Entretanto, ao se fazer a análise dos dados de utilização do ingrediente ativo do Glifosato, por hectare de soja cultivada, os resultados são distintos.

Tabela 56 - Consumo aparente de Glifosato nos estados do MT, PR e RS, em Kg de IA/ha, período 2000 a 2005

Ano	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Var. no período (%)
BRASIL	2,83	2,71	2,36	2,70	3,31	3,12	10,3%
MT	1,62	1,22	1,02	1,40	1,60	1,58	(-2,4%)
PR	3,00	2,50	2,81	2,43	2,50	2,27	(-24,2%)
RS	2,49	2,76	2,49	3,62	4,74	3,45	38,5%

Fonte: Cálculo do autor, a partir dos dados de IBAMA e BALCEWICZ, 2008

Já se utilizava Glifosato nas lavouras de soja, como dessecante, antes do advento das cultivares transgênicas. O aumento no uso de IA por hectare seria, portanto, algo esperado tendo em vista que a soja RR é desenhada geneticamente para utilização do Glifosato. No entanto, esse aumento somente ocorreu em grande escala no Rio Grande do

Sul e em medida menor na média geral nacional. Em Mato Grosso e no Paraná tal fato não ocorreu, concordando com a tese geral encontrada no presente estudo de que há resistências ao avanço da soja RR nesses dois estados. Foram efetuadas análises individualizadas por estado, visto as dinâmicas serem particulares a cada um deles.

### ***Evolução do consumo de herbicidas da cultura da soja no Rio Grande do Sul***

Para poder explicar melhor o movimento em cada um dos três estados sob análise, vai-se proceder à análise da evolução comparada entre o consumo de herbicidas e a evolução da área plantada. Em primeiro lugar analisa-se a evolução global aparente do consumo de agrotóxicos na cultura da soja, para depois efetuar a análise referente ao Glifosato.

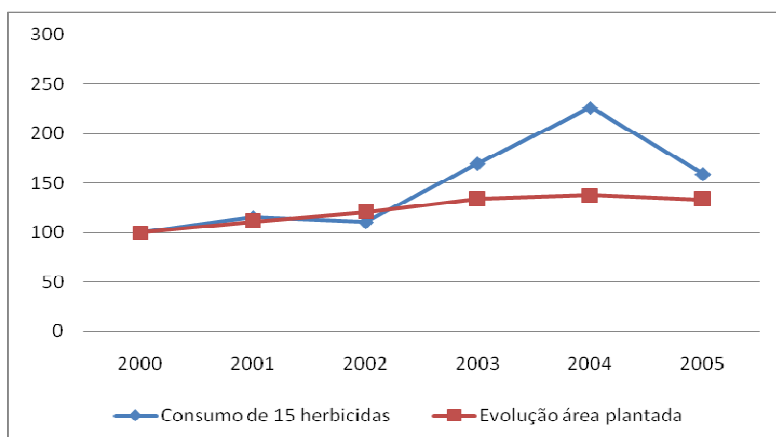


Figura 41 – Rio Grande do Sul – índice de evolução da área plantada com soja e do volume de I.A. comercializado de 15 herbicidas registrados para a soja. Índice ano 2000 = 100  
Fonte: Elaboração do autor a partir de dados do Ibama e BALCEWICZ, 2008.

No caso do Rio Grande do Sul há uma relativa aderência entre as duas curvas índice. Apenas na segunda metade do período (2003-2005) há um crescimento mais acentuado no consumo de herbicidas, demonstrando um possível aumento na dificuldade para manejo das ervas espontâneas naquele estado (seja pelo clima ou por aumento na resistência).

Houve uma queda significativa na utilização de 14 herbicidas utilizados para a cultura da soja (excluído o Glifosato) somente nas lavouras de soja no Estado do Rio Grande do Sul, tendo havido estabilização no Paraná. Portanto, mesmo com o crescimento do cultivo de soja GM em todo o país, a redução no consumo de herbicidas convencionais se deu mais fortemente apenas no Rio Grande do Sul, onde a soja transgênica é hegemônica. Como nesse período houve crescimento na área cultivada com soja naquele estado, seria

esperado um aumento pelo menos proporcional no uso desses produtos. Nesse sentido a redução do uso no Rio Grande do Sul é um dado que inicialmente parece corroborar a tese de redução do uso de venenos na agricultura, com os OGMs.

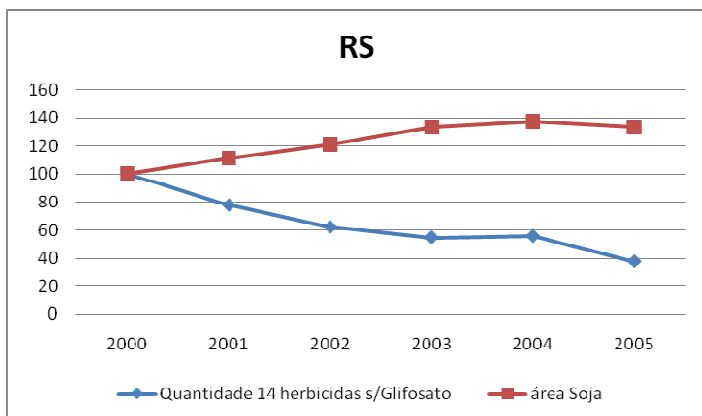


Figura 42 – Rio Grande do Sul. Índices de evolução da área de soja plantada e comercialização de 14 herbicidas recomendados para soja, sem o Glifosato. Índice Ano 2000 = 100

Essa redução acentuada no uso de herbicidas no Rio Grande do Sul (menos 62,2% de consumo no período 2000/2005, excetuado o Glifosato), poderia indicar ser correta a afirmação de que, na medida em que os agricultores implementem o plantio da soja transgênica, haveria uma redução no consumo de herbicidas, através da substituição de diversos produtos pelo Roundup. Contudo, como na Figura 37 acima, se pode observar, o consumo total de herbicidas no Rio Grande do Sul (incluído o Glifosato) permanece estável no primeiro triênio (média de 2,97 Kg/ha), e sofre um forte incremento na segunda metade do período (elevação para 4,13 Kg/ha), o que aponta para uma conclusão oposta: a de que a introdução da soja RR também não diminuiu o uso de herbicidas no Brasil, corroborando a tese de Benbrook (2004) acerca do que teria ocorrido nos EUA.

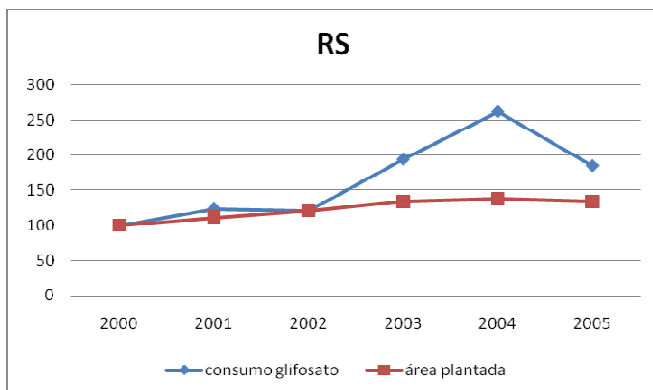


Figura 43 – Rio Grande do Sul. Evolução comparada entre a curva de aumento na área plantada com soja e o aumento na utilização do herbicida Glifosato, no período 2000-2005. Índice ano 2000 = 100.

O gráfico demonstra que o aumento no uso de herbicidas no estado do Rio Grande do Sul se deu devido ao fato de que a soja RR demandou maior volume de Glifosato por hectare (comprovado também pela Tabela 56) e que, portanto, a evolução histórica do plantio de soja RR no Rio Grande do Sul confirma a hipótese aventada por pesquisadores internacionais de que o plantio continuado de soja transgênica resistente ao Glifosato resulta em uma redução inicial no consumo total de herbicidas, e em uma segunda fase, num aumento no volume total herbicidas em geral e de Glifosato em particular, utilizados nessa cultura.

Portanto, o que se conclui dessa análise é que no Estado do Rio Grande do Sul estaria havendo uma substituição gradual dos herbicidas utilizados no plantio convencional da soja pelo Roundup, na medida em que maior percentual de lavouras de soja é convertida para os transgênicos.

### **Consumo de herbicida na cultura da soja no Estado do MT**

No Mato Grosso aparentemente o crescimento das lavouras de soja se deu baseado na cultura convencional.

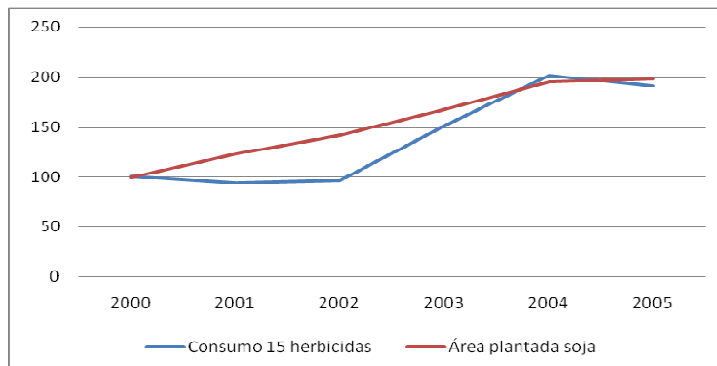


Figura 44 – Mato Grosso. Índice de evolução da área plantada com soja e do volume de I.A. comercializado de 15 herbicidas registrados para soja. Ano-base 2000 = 100.

No caso do Mato Grosso há uma congruência entre a curva de crescimento da área plantada com soja, que dobra no período, e o consumo dos 15 herbicidas registrados para essa cultura. Nesse estado não há portanto, redução no consumo global de herbicidas para a soja no período analisado.

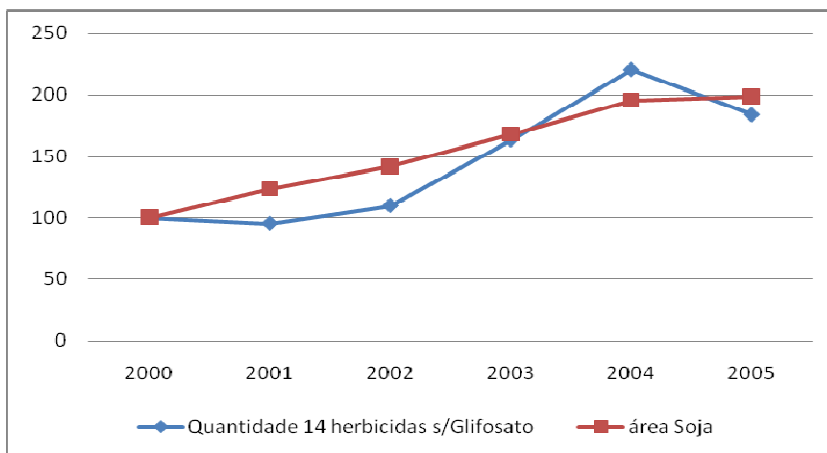


Figura 45 – Mato Grosso. Índices de evolução da área de soja plantada e comercialização de 14 herbicidas recomendados para soja, sem o Glifosato. Índice Ano 2000 = 100

A curva de consumo de herbicidas acompanha a do crescimento da área cultivada com soja, com algumas flutuações derivadas possivelmente de variações nas condições climáticas ou no grau de infestação de ervas espontâneas. Também há variações explicáveis pela variação nos preços da soja, conforme já discutido. Em relação ao consumo do Glifosato constata-se um comportamento semelhante.

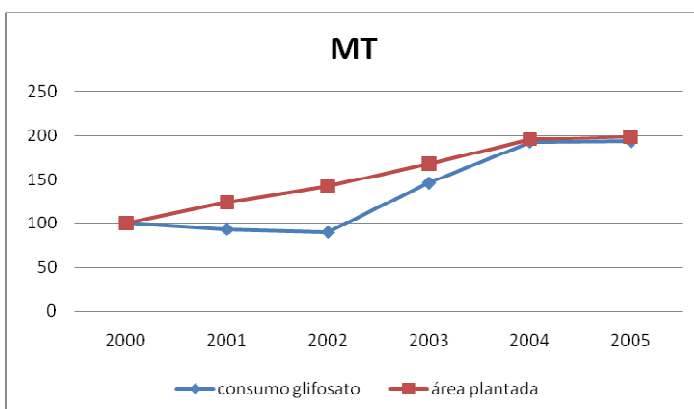


Figura 46 – Mato Grosso. Índice de evolução da área plantada com soja e do consumo aparente de Glifosato no estado. Ano base 2000 = 100.

Os três gráficos apresentam comportamentos similares, denotando não ter havido no estado uma alteração significativa na composição relativa dos sistemas de controle de ervas invasoras, bem como não aparenta ter ocorrido o domínio das lavouras pela soja RR.

### **Consumo de herbicidas no estado do PR**

No estado do Paraná constata-se uma importante redução no consumo de Glifosato (de 24,2%), apesar de os indicadores (extra-oficiais) de área plantada com transgênicos mostrarem sinais de ascensão (o que se constitui num paradoxo). No caso do Mato Grosso houve certa estabilidade (redução de 2% no consumo), possivelmente devido ao fato da soja RR representar uma parcela pequena da área total plantada, tendo em vista haver nesse período apenas uma variedade adaptada recomendada oficialmente para as condições daquele estado (Embrapa, 2005).

A queda do consumo por hectare, no Paraná, é o dado mais intrigante desse levantamento, visto ser público o fato do avanço da soja transgênica naquele estado. Para entender esse fenômeno buscou-se desdobrar a análise dos dados disponíveis. Primeiro retomou-se os dados referentes ao consumo total e ao consumo dos herbicidas destinados à soja convencional.

O gráfico referente ao Estado do Paraná mostra um comportamento completamente distinto do Rio Grande do Sul e Mato Grosso. As curvas índice se descolam uma da outra, mostrando que o consumo de herbicidas se elevou muito menos do que nos outros estados, e muito menos do que o aumento de área cultivada com soja no estado. Portanto, o que ocorreu no período no Paraná teria sido um aumento na eficiência do manejo para controle das ervas espontâneas.

Tal fato poderia ser advindo de uma expansão do sistema de plantio direto, ou de aumento da eficiência deste com o uso da soja RR? Tal inferência necessitaria de maior referência de campo, não aprofundada no presente trabalho. Como se pode verificar pelos gráficos seguintes, essa eficiência foi verificada tanto em relação aos herbicidas convencionais, como em relação ao Glifosato.

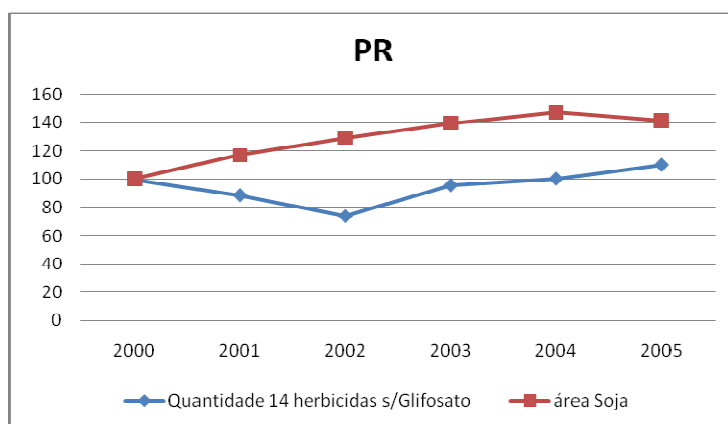


Figura 47 – Paraná. Índices de evolução da área de soja plantada e comercialização de 14 herbicidas recomendados para soja, sem o Glifosato. Índice Ano 2000 = 100

O crescimento da área plantada com soja ter-se-ia dado acompanhado pela redução no consumo de herbicidas. Nos herbicidas recomendados para a produção convencional uma redução teria ocorrido no período inicial (2000-2002) sendo de ordem menos intensa no segundo triênio, resultando num crescimento de 10,3%. Tais dados indicariam ter ocorrido aumento extraordinário na eficiência do uso de herbicidas, ou redução na infestação das ervas invasoras. O efeito substituição pelo Glifosato não ocorreu, tendo em vista os dados dispostos no gráfico 50 (Figura 49) (também teria havido crescimento menor do que a expansão da área de soja).

A fim de obter um melhor entendimento sobre o comportamento do consumo de herbicidas no Paraná, optou-se por realizar um expurgo referente ao ano 2000. Levando-se em conta o valor elevado<sup>74</sup> verificado nesse ano, fez-se uma projeção expurgando tal dado. O resultado aparece na figura abaixo.

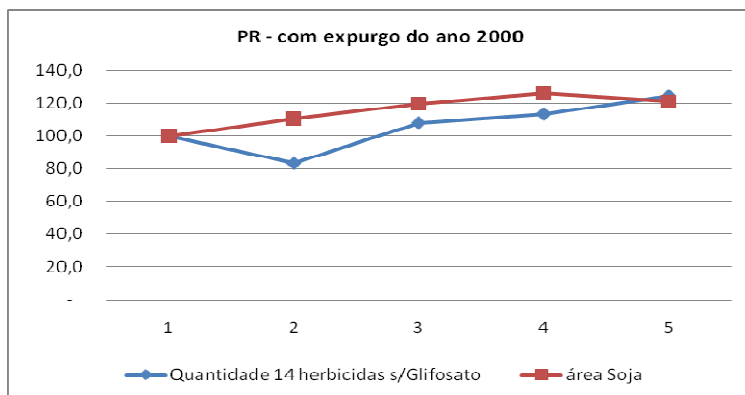


Figura 48 – Paraná. Evolução da área plantada com soja e do consumo aparente de 14 herbicidas, com expurgo do ano 2000

Excluindo-se os dados referentes ao ano 2000, o descolamento entre as curvas não é tão acentuado, voltando a se articular ao final do período e sendo passível de entendimento. De fato, aparentemente houve pequeno aumento na área plantada com soja, tendo havido um crescimento menor no volume de herbicidas aplicados na cultura. Cabe analisar se houve substituição dos produtos convencionais pelo Glifosato.

<sup>74</sup> Spadotto (2002) calcula que a quantidade total de herbicidas usados na cultura da soja, por hectare foi de 2,4 Kg de ingredientes ativos por hectare.



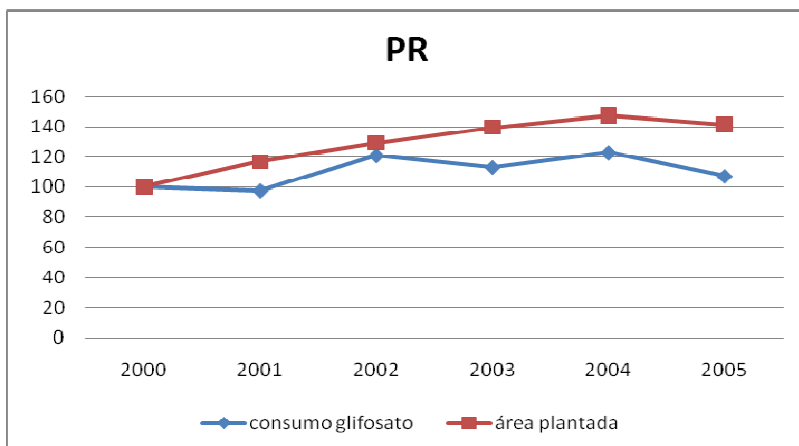


Figura 49 – Paraná. Evolução no consumo aparente de Glifosato e na área plantada com soja. Índice do ano 2000 = 100  
Elaboração do autor, com base em dados da CONAB e BALCEWICZ, 2008.

Uma primeira leitura possível desses dados indicaria que no Paraná a área de soja convencional cresceu mais do que a RR. No entanto, como o gráfico anterior demonstrara, o consumo de herbicidas convencionais também não acompanhou a evolução da área plantada. Procedeu-se também à exclusão dos dados referentes ao ano 2000, para verificar se os dados assumem maior coerência.

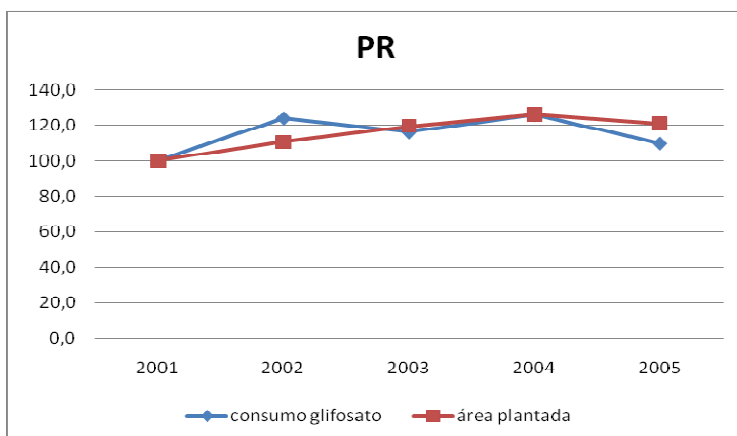


Figura 50 – Paraná. Evolução da área plantada com soja e do consumo aparente de Glifosato. Índice do Ano 2001 = 100  
Elaboração do autor a partir de dados do IBAMA e BALCEWICZ, 2008

Com o expurgo dos dados referentes ao ano 2000 pode ser constatada uma forte aderência entre as duas curvas, demonstrando o crescimento de magnitudes semelhantes da área plantada com soja e do consumo de Glifosato. Ou seja, a área acrescida com soja no estado do Paraná no período se deu em grande medida pela soja transgênica, havendo redução concomitante no consumo de herbicidas convencionais.

Caberia, para concluir, buscar uma explicação para o fato de no ano 2000 o

consumo de herbicidas ter sido acima das expectativas, o que não parece ser fato relevante, no momento.

Concluindo, os dados discutidos no capítulo mostram que uma série de incertezas ronda a questão da segurança ambiental dos transgênicos. E que também no Brasil não existe um sistema claro de acompanhamento aos riscos representados pela liberação dos mesmos na natureza.

A análise realizada focou principalmente nos aspectos da redução ou aumento no uso de herbicidas, como resultado do aumento de área plantada com OGMs. Do estudo, embasado nas análises de dados do IBAMA efetuados por BALCEWICZ (2008) fica claro que, especialmente no Rio Grande do Sul, houve redução inicial no uso de herbicidas destinados à soja convencional, com um crescimento importante no uso do Glifosato. Contudo, o balanço global naquele estado mostra um aumento relativo no uso de herbicidas totais aplicados e não sua redução conforme a propaganda costuma informar.

Nos estados do Mato Grosso e Paraná também não foi constatada a redução no consumo de herbicidas, nem tampouco se identificou o crescimento no uso do Glifosato, acima da média de crescimento da cultura da soja. De outra parte, pelos dados disponíveis, não foi possível constatar indícios do aparecimento de resistência de plantas espontâneas ao Glifosato, no volume aplicado de herbicida. Uma possível exceção seria o caso do Rio Grande do Sul, onde houve aumento do uso de Glifosato e herbicidas totais, em proporção bem maior do que a expansão do cultivo da soja.

Parte da explicação para a variação no consumo aparente dos herbicidas na cultura da soja pode-se dar pelas condições econômicas e por variação nas expectativas de remuneração da cultura. Para melhor compreensão é necessário buscar os dados da Tabela 2- Taxas de variação dos preços doméstico e internacional da soja e da taxa de câmbio efetiva real, entre épocas de plantio e de comercialização (em %).

Os preços nacionais da soja explicam muito do grau de aplicação dos pacotes tecnológicos pelos agricultores e, dentro desses, do uso das sementes transgênicas legalizadas e do tipo e do volume de herbicida a ser empregado. Em um ambiente econômico favorável aumenta o emprego de tecnologias que elevam a produtividade do trabalho, inclusive, no caso do herbicida, em níveis acima dos padrões de recomendação técnica e de autorização legal, como ocorreu com o uso do Roundup em cultivos de soja, conforme constatado na pesquisa de campo e também nas referências bibliográficas (BENBROOK, 2004). Em relação ao caso brasileiro é preciso informar que:

- a. o uso do herbicida é feito no início do plantio (preparo do solo e pós-emergência da lavoura de soja). Portanto as decisões de aplicação de pacote tecnológico tendem a ser influenciadas pelos elementos:

- i) efeito arraste da safra anterior (sobras ou perdas; preço de mercado, etc.);
  - ii) preço da soja no mercado internacional no momento do plantio e expectativa de subida ou descida de preços durante a safra;
  - iii) relação de câmbio Real-Dólar.
- b. no ano 2000 houve aumento de preços no mercado interno (43,6%) no período de plantio, o que estimulou o uso de pacote tecnológico. Já no período de colheita houve queda de preços de 9,1%, refreando um pouco o estímulo para a safra seguinte. No preparo do solo para a safra 2001 há novo aumento no preço interno, de 33,2% e aumento adicional de 15% na época de colheita, favorecendo a aplicação de herbicidas e outros insumos.
- c. no entanto, no período de plantio da safra 2002 há uma queda de mais de 15% no preço da soja, desestimulando em parte o uso de um pacote tecnológico completo. Entretanto, ocorre uma forte reação dos preços por ocasião da colheita (+ 42,8%), resultando em ganhos para os agricultores e forte estímulo para o plantio seguinte, o que explicaria o aumento no consumo dos herbicidas na safra 2003.
- d. A safra 2003 começa com uma queda pequena de preços da soja no período de plantio (- 8,3%) seguida por um salto de preços na comercialização (+ 26,3%), possibilitando estimular o uso de pacote tecnológico para a safra seguinte (2004/05).

De acordo com a teoria de Marx, os agricultores agiriam no sentido de explorar a renda diferencial II, que diz respeito à aplicação de capitais adicionais sobre a mesma área de terra. Em momentos onde há expectativa de mercado comprador, com os preços de mercado superando os preços de produção, ao menos para um determinado grupo de produtores, o adicionamento de insumos e sementes de qualidade pode compensar os custos adicionais incorridos pelo agricultor, justificando economicamente o investimento. Ou seja, o agricultor sabe que há potencial para aumentar a produção da terra através da maior inversão de capital produtivo, mas esse aumento tem que compensar economicamente, caso contrário o resultado seria pior com a produção aumentada.

## CONCLUSÃO GERAL DA TESE

Ao longo dos capítulos que antecederam a essa conclusão geral da tese, pôde-se identificar uma série de aspectos que marcaram o surgimento e evolução dos transgênicos. O advento das técnicas de engenharia genética representou a possibilidade de se romperem barreiras consideradas anteriormente como insuperáveis, pelos seres humanos, como o cruzamento entre espécies diferentes e distantes entre si. Essas técnicas representaram um avanço científico fundamental para o desenvolvimento de um novo modelo de agricultura, além de propiciar avanços em outros campos da ciência, como a medicina. No entanto, seu uso tem sido dominado por grandes corporações capitalistas que utilizam tendo como objetivo primeiro a obtenção de maior lucratividade, à custa de apropriação de uma parcela maior da mais-valia gerada no trabalho da agricultura e da perda da já relativa autonomia dos agricultores.

Para que isso acontecesse, foi necessário proceder à alteração na legislação internacional referente aos direitos de Propriedade Intelectual (Acordo TRIPS em especial). Tal fato, consolidado na criação da Organização Mundial do Comércio (OMC) representou um passo essencial no sentido da sujeição formal do trabalho na agricultura, e da natureza, ao capital. Implicou, portanto, na perda da autonomia historicamente desfrutada pelos agricultores de reproduzir suas próprias sementes, e assentaram-se as bases para a apropriação pela indústria de biotecnologia, de parcela crescente do valor-trabalho gerado nas atividades agrícolas.

Originado a partir de discussões de tratados internacionais não submetidos à ampla discussão democrática junto aos povos de todo mundo, tal legislação traz sérias implicações acerca da possibilidade de sobrevivência de práticas de produção agrícola instaurados desde os primórdios da humanidade e fere direitos ancestrais de povos e agricultores, ao permitir a apropriação privada do germoplasma e, portanto, impedindo a livre reprodução e circulação do material genético coletado e aperfeiçoado pelos agricultores. Estes se viram impedidos de replantar as sementes por eles produzidas, rompendo com a tradição e os direitos ancestrais. A semente, já anteriormente convertida em mercadoria, viu agora seu código genético ser apropriado privadamente. Relações contratuais foram implantadas, estabelecendo as condições e restrições ao uso do material genético apropriado pelas empresas sementeiras capitalistas.

Como consequência das alterações trazidas pela engenharia genética na produção de novas cultivares para a agricultura, e da possibilidade de ganhos de monopólio derivados

da extensão da lei de patentes aos seres vivos, abriu-se um novo caminho para que se desencadeassem forças de concentração e centralização de capitais na agricultura mundial, em especial nos conglomerados químico-farmacêutico, que se movimentaram para, em menos de uma década abocanhar todo o setor sementeiro mundial. Tem-se agora menos de dez empresas controlando os destinos da produção agrícola e alimentar mundial, o que representa uma ameaça real à soberania alimentar dos países e dos povos.

Do ponto de vista econômico, nas unidades de produção agrícola, uma série de impactos tem sido observada de forma recorrente em todos os países. Tem havido redução de custos com a adoção da soja RR, mas também há redução na produtividade física da cultura, comprometendo a propaganda da indústria, de que os OGMs contribuiriam para a redução da fome no mundo. Obviamente essa questão é complexa, e revela aspectos do estágio inicial de desenvolvimento dos OGMs na soja. Essa redução no rendimento físico dá-se devido à ocorrência de defasagens derivadas do tipo de cultivares que teriam sido submetidas à engenhariação (*yield lag*) e em parte, supõe-se que seja derivado de perdas nos mecanismos fisiológicos das plantas, devida às limitações atuais das técnicas de engenharia genética em si mesma (*yield drag*). No entanto, o balanço global em escala mundial, tem sido favorável aos OGMs, visto que o fator econômico tem maior peso na decisão de plantio dos agricultores, resultando em ampliação crescente da área cultivada.

Os dados levantados na tese demonstram que desde a introdução dos OGMs na soja, tem havido uma constante redução no preço de produção dessa cultura. Visto que atualmente, no final da década dos 2000, a soja transgênica é dominante em termos de área plantada mundialmente, conclui-se que a sua introdução contribuiu para essa redução dos preços de produção. Entretanto, a evolução tecnológica dos OGMs ainda não está completa. Há inovações em curso que devem reposicionar uma série de questões. Dentre elas a combinação de diversas características engenheiradas (de 2 a 8 características, entre as quais a resistência à seca, a tolerância a herbicidas, a produção de substâncias inseticidas, etc.)

Eventualmente, como na safra 2008/09, a conjuntura tem favorecido o freio ou até mesmo recuo localizado da soja GM em termos de área cultivada. Alguns fatores explicativos desse fenômeno seriam:

- A redução estrutural no consumo de herbicidas direcionados à soja convencional (devido à redução na área plantada com as cultivares tradicionais) levou as empresas a reduzir o seu preço, ao passo que nos últimos anos elevou-se o preço internacional do Glifosato.
- O custo crescente dos royalties e das sementes certificadas ainda é significativo para uma parcela dos produtores, especialmente os que não conseguem obter altos

rendimentos.

- Em várias regiões do Brasil e do mundo já começa a ser praticado sobrepreço para a soja convencional, em torno de R\$1,50 a 2,00/sc de 60 Kg.
- O rendimento das variedades de elite da soja convencional ainda atrai um importante segmento de produtores que reúnem condições de aplicar alta tecnologia, obtendo rendimentos físicos claramente superiores às cultivares transgênicas disponíveis.

Considera-se que a tendência de avanço dos OGMs na cultura da soja é inexorável, a menos que algum impacto dos mesmos em termos de saúde ou meio ambiente seja identificado e amplamente difundido nos próximos anos. Isso se dá em vista dos ganhos econômicos propiciados pela soja tolerante a herbicida: redução no número e volume de aplicações de herbicidas (ao menos nos anos iniciais de cultivo da soja RR); redução do tempo técnico-gerencial empregado no controle das invasoras (combinado com a ampliação da janela técnica de tempo disponível para manejo com a utilização do glifosato); aumento da eficiência no uso do capital fixo (tratores, colhedoras e outros equipamentos)

Em relação ao meio ambiente, com base nos dados atuais não é possível inferir se a soja GM é sustentável. Devido ao escopo limitado da tese, foram abordados apenas alguns aspectos ambientais como os ligados ao consumo de herbicidas. Tais produtos têm alto potencial de dano ambiental, sendo os principais pesticidas utilizados nas lavouras brasileiras (que atualmente responde pelo primeiro posto no consumo mundial de agrotóxicos).

Há dados e interpretações contraditórios sobre essa questão. No caso brasileiro, o que tem sido observado é o aumento no uso de agrotóxicos no estado do Rio Grande do Sul, com o surgimento da resistência de ervas espontâneas ao Glifosato, exigindo maior uso de herbicidas. No entanto, a literatura nacional e internacional é farta em documentação informando aumento da resistência em escala preocupante para os custos de produção da soja RR.

Para responder a uma das perguntas da Tese, far-se-á agora a abordagem conclusiva acerca da introdução da soja GM no Brasil.

### **O processo de implantação da soja GM no Brasil**

No Brasil o avanço da soja GM tem sido desigual tanto em termos geográficos (o Rio Grande do Sul tem quase 100% da área com soja GM, enquanto que Paraná e Mato Grosso somente na safra 2008/09 chegariam a 60%), como em termos de estratos de produtores. Os pequenos produtores e os médios que não se utilizam de tecnologia de ponta adotaram massivamente a soja RR. Os produtores de alta tecnologia e detentores de áreas maiores

ainda se mantêm produzindo soja convencional, que é mais produtiva.

A introdução da soja geneticamente modificada no Brasil passou por um processo diferenciado do que ocorreu em outros países como EUA e Argentina. Se nesses países o avanço da soja foi fulminante, um *blitzkrieg* sobre a base produtiva no campo, aqui o avanço se deu de forma desigual, com marchas e contramarchas, com resistências manifestadas pelos movimentos sociais e ecologistas, mas principalmente por resistências de parcela dos produtores rurais, que não se convenceram da propaganda massiva pró-OGM vista nos meios de comunicação.

Tampouco se poderia dizer que a soja GM não avançou no país, ou que aqui teria fracassado a iniciativa do capital ligado às corporações de biotecnologia, de reformar o modo de produzir na agricultura. Afinal, ainda que demorada, considerando-se o lançamento da soja RR em 1996, deram-se menos de cinco anos desde o momento em que teve seu plantio legalizado no Brasil, até que atingisse, segundo alguns prognósticos extra-oficiais mais de 50% da área cultivada no país, na safra atual.

Ou seja, no Brasil, diferentemente dos EUA e Argentina, o avanço da soja transgênica se deu de forma muito mais lenta e contraditória. Em alguns estados brasileiros, como foi o caso do Rio Grande do Sul, a intensidade de adoção da tecnologia GM se assemelhou à ocorrida nos outros dois países citados. Em poucas safras, a quase totalidade da área plantada já era transgênica. Entretanto, em outros estados produtores da oleaginosa, tal fato ocorreu muito mais lentamente.

Quais fatores teriam motivado essa rápida adoção dos OGMs no Rio Grande do Sul e o lento avanço nos demais estados? Quais hipóteses têm maior sustentação nos fatos e elementos da realidade? Busca-se agora discutir a hipótese explicativa de como se deu esse avanço da soja transgênica no Brasil, levando em conta os aspectos já apresentados nos capítulos anteriores, bem como dados adicionais buscados para embasar a análise do processo.

ROGERS (1995) sugeriu uma hipótese segundo a qual cinco atributos tecnológicos afetariam a taxa de adoção de novas tecnologias: a) vantagens relativas (ex. lucratividade, custos iniciais, status social, economia de tempo, e retorno econômico comparado com as práticas convencionais); b) compatibilidade (similaridade com inovações adotadas anteriormente); c) complexidade (grau de dificuldade no entendimento e uso da nova tecnologia); d) facilidade de experimentação; e e) observabilidade (grau em que os resultados da inovação são visíveis).

Os atributos identificados com base nesses critérios, por CORNEJO e MCBRIDE, nas plantas GM seriam: a) baixos custos iniciais e fixos para adotar os OGM; b) alto grau de compatibilidade (com os sistemas atuais de controle de ervas espontâneas); c) baixo grau

de complexidade, não havendo significativas alterações no sistema empregado; d) facilidade de experimentação devido à possibilidade de fracionamento, para realizar testes iniciais em pequena escala; e) o resultado do uso dos OGM pode ser facilmente observado<sup>75</sup>.

No caso brasileiro, outros fatores pareceram incidir sobre a decisão do uso de OGMs. Para se configurar como uma alternativa produtiva real, os Organismos Geneticamente Modificados teriam que necessariamente trazer ganhos econômicos aos agricultores, mas não apenas esses foram os fatores que pesaram na adoção da soja RR.

A questão de pesquisa buscou responder o porquê de alguns produtores (delimitados geograficamente, em especial no estado do RS) terem adotado os OGM de forma generalizada e até mesmo ilegal, ao passo que outros produtores não o fizeram, mesmo depois de legalizado. Como isso aconteceu? O que pode indicar? Será que os ganhos com os OGM não seriam generalizados?

Uma das hipóteses explicativas encontradas no processo de pesquisa foi a de que os produtores gaúchos foram, em certo sentido, forçados economicamente a adotar os OGM tendo em vista a sua inferioridade relativa em termos de custos e produtividade.

Com base na série de dados e elementos trazidos nos capítulos precedentes é possível neste ponto do trabalho estabelecer uma cronologia explicativa para o processo de introdução dos OGMs no Brasil.

### ***Antecedentes***

A soja transgênica teve sua introdução no Brasil no ano de 1996 via o estado do Rio Grande do Sul, a partir do contrabando de sementes de soja argentina. Em pouco tempo, a maioria da safra gaúcha já havia sido convertida para cultivares RR, ainda que em regime de ilegalidade e aberto desafio ao sistema democrático de direito. Uma importante questão a ser esclarecida para se poder entender a dinâmica da soja RR no Brasil diz respeito a quais fatores antecederam a implantação da soja RR nesse estado. O objetivo desse ponto é apresentar um breve relato das condições que caracterizaram esse processo.

A produção de soja do Rio Grande do Sul se concentra nas regiões Noroeste e Oeste do Estado. São regiões marcadas pela presença de pequenas e médias propriedades rurais, quase todas envolvidas com a produção de soja. Há também muitos latifúndios, especialmente na região central do Estado, que produzem soja. Essa grande região é composta por mais de 210 municípios e cultivou 542 mil hectares de soja nos anos 1980-1985, com uma produtividade média de 1.121 Kg/ha.

---

<sup>75</sup> Ao menos os de curto prazo, mas não eventuais efeitos de longo prazo, sejam eles positivos ou negativos.



No período 1995/96 a área plantada reduziu-se para 436 mil ha, num recuo de quase 20%, tendo a produtividade saltado para 2.109 Kg/ha, com crescimento de 88% (FRITZ FILHO E COSTA, 2001). Nesse período foi introduzido o sistema de plantio direto da soja sobre a palhada das culturas anteriores (trigo ou outras culturas de inverno).

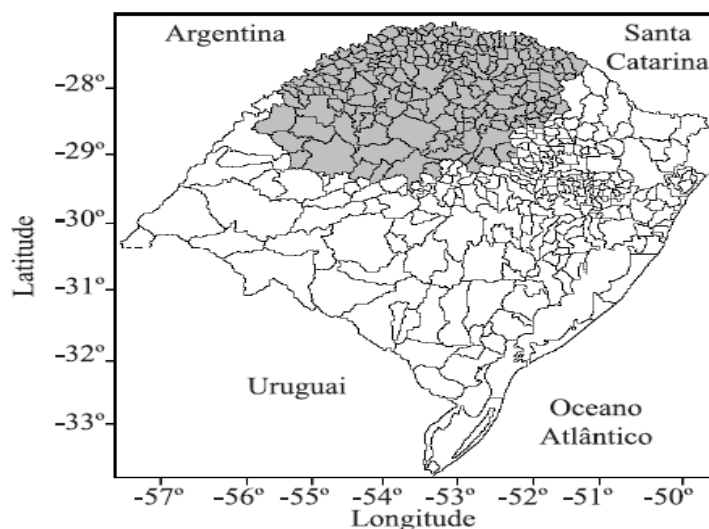


Figura 51 - Rio Grande do Sul. Região de produção significativa de soja no Estado (em cinza).

Fonte: MELO, FONTANA e BERLATO p. 1168, citando BERLATO e FONTANA, 1999.

Essa zona, conhecida como Região da Produção do Rio Grande do Sul responde por cerca de 70 a 90% da produção gaúcha de soja, dependendo da safra. A concentração produtiva em uma área geográfica limitada, entretanto, traz algumas vulnerabilidades.

A frequência e intensidade das chuvas na região produtora de soja do Rio Grande do Sul, no período de desenvolvimento da cultura (outubro a março) não são suficientes para que a cultura se desenvolva plenamente de forma a manifestar todo seu potencial produtivo, razão por que os anos em que se manifesta o fenômeno climático El Niño (mais chuvas do que o normal) tornam-se propícios para lavouras altamente produtivas (MATZENAUER et al., 2002; MEDEIROS, 2004). Sendo assim, o clima seria o principal fator explicativo das seguidas oscilações de produtividade e frustrações de safra no Rio Grande do Sul. Foram registradas fortes estiagens nessa região nos anos 1990/91, 1995/96, 1996/97, 1998/99, e 1999/2000. A região concentra alta taxa de sinistralidade em vista das secas (16,27% segundo CUNHA e ASSAD, 2001, citados por MELO, FONTANA e BERLATO, 2004).

O censo agropecuário de 1996 mostra que das 142.487 unidades que cultivavam soja no estado do Rio Grande do Sul, 93,9% tinham menos do que 50 hectares, caracterizando pequenas unidades familiares e mini/microfúndios que tinham na atividade uma fonte complementar de renda, e empregavam força de trabalho familiar no cultivo. Essas unidades também enfrentam dificuldades em vista de sua reprodução como unidades

produtivas, visto a pequena escala de produção e pouca disponibilidade de capital.

Tal fato ficou demonstrado na forte redução no número de estabelecimentos dedicados ao cultivo da soja no período 1985-1996, que eliminou em nível nacional mais de 40% dessas unidades produtivas. Essa pressão sobre os pequenos sojicultores foi expressa por Brum, como segue:

os subsídios agrícolas diminuíram consideravelmente [ao final dos anos 1980] e os custos de produção subiram assustadoramente, ficou cada vez mais difícil de ser produzida pelo pequeno e médio agricultor. Enquanto os recursos públicos se tornavam escassos e mais caros e os custos subiam, a tecnologia até então existente não conseguia oferecer um salto maior de produtividade e, conseqüentemente, de rentabilidade ao setor em geral. Tal quadro estava excluindo um grande número de produtores da principal atividade econômica do setor primário ou, pelo menos, a que apresenta maior liquidez comercial. A tal ponto que o custo de produção total de uma lavoura de soja mecanizada, no Rio Grande do Sul, com uma produtividade média entre 33 e 40 sacos/hectare, chegou a US\$ 418,00/hectare na última metade dos anos de 1990.

Isto representava, em média, um custo entre US\$ 10,45 a US\$ 12,67/saco de 60 quilos ao produtor. Na mesma época, o preço médio obtido pelo produtor no período considerado, foi de US\$ 11,69, sendo que boa parte dos mesmos sempre negociou nos piores momentos de mercado por falta de escala (o Brasil comercializa 70% de sua safra de soja até fins de junho, quando geralmente os preços são menores, devido a pressão da safra). (BRUM, 2003)

É fruto dessa crise, nos anos 1990, que surge e se expande o plantio direto da soja, como forma de reduzir custos de produção. Ainda nesse contexto, mais tarde surge a soja RR que teria oferecido redução de custos da ordem dos 30% (BRUM, 2003). Ou seja, no momento da introdução da soja transgênica no Rio Grande do Sul têm-se os pequenos agricultores fortemente pressionados em termos de saúde econômica de suas unidades produtivas, com baixa produtividade relativa da soja, tanto em relação aos demais estados brasileiros como em relação a outros países produtores, e localizada em uma zona geográfica dentro do estado, sujeita a períodos recorrentes de déficit hídrico, o que afeta diretamente o rendimento dessa cultura.

### **Fase 1 - 1996 a 2002**

Como já foi dito, em 1996 a soja RR é introduzida nos EUA e simultaneamente passa a ser produzida na Argentina, ainda que em escala menor. No Brasil a soja é introduzida inicialmente pelo estado do Rio Grande do Sul, logo nas safras seguintes. Com o resultado dos primeiros plantios, ficam claras as vantagens da soja RR inerentes ao uso do herbicida Glifosato que simplificava enormemente o manejo de ervas invasoras. Por meio da

comunicação informal, começa a se espalhar a novidade: surgia um produto capaz de representar um revolucionamento do sistema produtivo utilizado até então na cultura da soja. A soja RR se espalha por todo o estado ainda que sem autorização legal para tanto, chegando a ocupar mais de 90% da área plantada no Rio Grande do Sul, no início da década de 2000.

A alta eficiência inicial do Roundup na contenção de ervas espontâneas permitiu substituir os herbicidas destinados à soja convencional traduzindo um efeito de maior praticidade no manejo da lavoura. Com isso caem inicialmente os custos de produção e de implantação da lavoura, numa combinação explosiva: sistema mais eficiente, exigindo menos passadas de herbicida, semente ilegal (e, portanto, barata) e sem pagamento de royalties. Além disso o novo sistema, com a soja transgênica, simplificava e reduzia o tempo de trabalho. Por isso que, mesmo ilegal, a soja tolerante a herbicida (RR) toma conta das lavouras do estado meridional.

Os ganhos econômicos se deram, portanto, via as seguintes rotas:

- a) Redução do custo da semente, substituída pela ilegal, comprada em um crescente mercado informal, e que também era reproduzida pelos próprios agricultores. Esse mercado ilegal persistirá até os dias atuais, turbinado pela pressão exercida sobre os preços de produção, representado pelo custo da semente certificada.
- b) Redução no custo dos herbicidas, ao substituir 3 a 4 princípios ativos por apenas um ou dois.
- c) Não pagamento da taxa de uso da tecnologia, que possibilitava acesso a características genéticas únicas, sem nenhum ônus financeiro ao agricultor.
- d) Redução dos custos de implantação da lavoura (menor número de aplicações de herbicidas)
- e) Percepção de produtividade semelhante à soja convencional – os dados científicos comparativos indicam diferencial de produtividade inferior a 10% entre a soja convencional e transgênica, dificilmente perceptível sem análise comparativa sistemática e cuidadosa.

No final dos anos 1990 restam apenas focos isolados de resistência aos transgênicos no Rio Grande do Sul. A questão vira motivo para disputa política do latifúndio contra os movimentos sociais e o Governo Olívio Dutra, do PT, então no comando do governo estadual, e contrários à liberação dos OGMs.

Também nesse período acontece o fim do prazo da cobertura legal da patente do Glifosato. Até então a Monsanto era proprietária exclusiva da fórmula e somente ela podia autorizar sua fabricação por terceiros. Com a expiração da patente, novos produtores

entram no mercado e surgem 'genéricos' do Glifosato. Os preços caem de forma impactante, obrigando a própria Monsanto a reduzir os preços do Roundup.

A hipótese mais provável é que a forte redução nos preços do glifosato, com o fim da patente da Monsanto junto com a súbita queda no valor do real em 1999, tenha mascarado as contas dos agricultores. Com o glifosato até 50% mais barato de um ano para outro, usar mais herbicida não aumentou os custos de produção quando comparados com os anos anteriores. Com o dólar quase dobrando também de um ano para outro, os sojicultores do Rio Grande do Sul tiveram ganhos tão significativos que certamente lhes pareceu justificar até um uso maior de herbicida para ter mais facilidade no controle de espontâneas. (VON DER WEID, 2008)

A principal ameaça para a Monsanto veio da China, onde os custos de produção do Glifosato são muito menores, obrigando a uma redução das margens de lucro da empresa. Preço mais baixo do Glifosato, mais a ilegalidade das sementes (sem custo da compra de sementes certificadas nem pagamento de royalties) significou sobrepreço para os sojicultores gaúchos. Para uma economia sufocada numa desvantagem estrutural, representou um forte estímulo aos OGMs. Esses fatores explicam o *boom* da soja no Rio Grande do Sul.

A inviabilidade, ou desvantagem estrutural de custos e produtividade da atividade no Rio Grande do Sul, teve grande influência no processo de rápida adoção dos OGMs. Segundo Brum (sd) foi devido a uma necessidade de redução de custos, para poder continuar na atividade que se deu o impulso básico para a conversão aos OGMs. O Rio Grande do Sul não tinha mais fronteira agrícola e seus solos já estavam muito mais exauridos que em outras regiões do país. A produtividade da soja nesse período era de 2.100 Kg/ha no Rio Grande do Sul, enquanto que no Paraná era de 2.900 e no Mato Grosso<sup>76</sup> 3.100 Kg/ha.

Mas quais as causas dessa baixa produtividade da soja no RS? Um dos fatores explicativos é a latitude em que se encontram as terras do Estado. Isso afetaria o número de horas luz disponíveis para o crescimento da cultura. Outro aspecto, já descrito anteriormente, justifica-se pela alta suscetibilidade climática a estiagens no período de cultivo da soja, fato agravado pela relativa concentração da cultura em apenas uma pequena parcela do território gaúcho (Melo, Fontana e Berlato, 2004).

Essa diferença de produtividade impacta seriamente a remuneração dos sojicultores gaúchos, que competem num mercado de commodities, onde o que vale é produzir em

---

<sup>76</sup> Especialmente em relação ao Mato Grosso, é importante registrar que os sojicultores do Rio Grande do Sul desfrutaram de uma vantagem comparativa relacionada à obtenção de uma renda diferencial devido à maior proximidade aos portos de exportação e aos mercados consumidores nacionais. Essa renda diferencial anularia em parte os diferenciais de produtividade obtidos no Mato Grosso, também parte da renda diferencial I, segundo a teoria de Marx.

grande volume e a custos reduzidos. E pode explicar o porquê da obsessão quase suicida dos mesmos em plantar transgênicos, ainda que enfrentando abertamente a legalidade instituída até então, que proibia o cultivo dessas variedades.

Nesse período, nos estados do Paraná e Mato Grosso a soja transgênica tem pequeno avanço. Há variedades de soja convencionais (não HT) altamente produtivas, rendendo mais do que as cultivares RR existentes. Ocorre, portanto, pouca penetração de lavouras HT nos dois estados. As cultivares GM disponíveis são ilegais, poucas, e de baixa produtividade para os dois estados.

## **Fase 2 - 2003 a 2007**

No que poderia ser periodizado como uma segunda fase do processo, a soja transgênica começa a ser legalizada no país. Inicialmente isso ocorreu via Medidas Provisórias assegurando a possibilidade de colheita e comercialização da soja cultivada ilegalmente, e posteriormente via a liberação completa, em 2005, para o plantio de OGMs .

Nesse período ocorre um episódio importante que marcará a história da soja transgênica no RS: a safra de 2002/03. O ano agrícola 2002/2003 ficou marcado pela subida de preços e pela excepcionalidade dos fatores climáticos, contribuindo para uma supersafra de soja, onde os ganhos de produtividade foram da ordem de 41% no estado (MELGAREJO, 2003; MELGAREJO, 2007). A imprensa gaúcha, entidades públicas como a EMATER e produtores rurais difundiram o entendimento de que a elevada produtividade teria sido resultado incontestante da superioridade da soja transgênica sobre a convencional (que naquele momento estava se reduzindo a um percentual mínimo no estado). É nesse período que se cria um mito e um embuste a respeito da maior produtividade da soja transgênica.

Com base nessa expectativa, a safra seguinte foi ampliada em mais de 300 mil hectares, passando a se expandir inclusive para regiões do estado onde a soja não obtinha recomendação técnica de cultivo, portanto marginais para o cultivo da soja (como a Campanha e a Serra Nordeste). O resultado, visto que o bom tempo do ano anterior não se repetiu, foi um desastre. A produtividade da soja caiu 41% abaixo da média obtida no triênio 2001-2003, e 49% abaixo da safra 2002/03 (MELGAREJO, 2007)

Outro fator importante nesse período diz respeito à cobrança de *royalties* sobre a soja RR. Com a legalização da soja RR em 2005, inicia-se a disputa entre Monsanto e agricultores a respeito do pagamento de royalties, devido ao uso da tecnologia transgênica RR. Inicialmente há manifestações abertas de recusa dos fazendeiros em relação ao pagamento. A empresa ameaça com bloqueio das exportações de soja para Europa e

Estados Unidos.

Há posteriormente um recuo da Federação da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul (FARSUL) pega em contradição (visto que defendia a legalização da soja transgênica alardeando suas vantagens, mas depois se negava a pagar royalties) e sendo obrigada a assinar um acordo estabelecendo as regras de pagamento da taxa de uso da tecnologia, para a Monsanto. Esse acordo também é firmado com a Federação das Cooperativas de Trigo e Soja (FECOTRIGO, do RS), de forma que restariam poucos canais alternativos aos agricultores para escapar da cobrança de royalties, seja na compra das sementes, seja na comercialização da soja em grão.

Com a instituição do pagamento compulsório dos *royalties* via compra de semente legalizada ou no momento da comercialização, reduz-se a taxa de uso de sementes clandestinas no Rio Grande do Sul, que chegou a representar mais de 95% do total plantado. Com isso, é importante ressaltar, começa a ser erodida parte da vantagem competitiva dos OGMs, devido ao custo da semente legal e ao pagamento de royalties para a Monsanto. Tanto essa pressão sobre os custos é real que até o ano-safra atual (2008/09) se mantém uma parte do esquema de ilegalidade do período anterior, qual seja, o mercado ilegal de sementes (mas já domesticado em relação ao pagamento das taxas de uso da tecnologia). Com isso, os agricultores, agora obrigados a recolher *royalties* para a Monsanto, buscam reduzir custos via a utilização de sementes ilegais.

Nesse íterim, a soja HT avança muito lentamente no Paraná e Mato Grosso. Somente na fase posterior ela se tornará dominante nas lavouras desses estados. No entanto, nesses estados, muitos pequenos e médios produtores começam a aderir à produção GM. Os produtores mais tecnificados, que obtêm altos rendimentos com a soja convencional ainda não migram para a soja RR. As perdas de produtividade da lavoura RR não compensam o excedente, obtido com as variedades convencionais.

### **Fase 3 - 2006-2009**

A soja RR se expande e assume a liderança de área cultivada nos principais estados produtores, incluindo Paraná e Mato Grosso. Grandes produtores tecnificados adotam muitas vezes formas de cultivo simultâneo de variedades convencionais e engenheiradas, como forma de teste e avaliação do rendimento e comportamento das cultivares disponíveis.

Nessa fase também ocorre a crise do petróleo somada à especulação financeira que eleva o preço do barril para cima dos US\$ 140,00. Com isso ocorre o encarecimento de matérias-primas e energia com aumento de preços dos insumos agrícolas (diesel, adubos, pesticidas). O preço do Roundup se eleva, fazendo com que muitos produtores

descapitalizados reduzam o nível de tecnologia empregada, ou retornem à soja convencional.

Talvez o aspecto técnico e econômico mais importante desse período tenha sido a constatação do aparecimento a campo, no Brasil, de ervas espontâneas resistentes ao Glifosato nas lavouras de soja transgênica, em especial no Rio Grande do Sul. Isso ocasionou nova erosão parcial das vantagens do cultivo da soja RR. A maior incidência de ervas levou ao aumento no uso do Glifosato, e à reintrodução de outros herbicidas nos esquemas de controle de inços, fato que se soma ao aumento nas taxas cobradas pela Monsanto pelo uso da tecnologia.

No entanto, por outro lado, houve o lançamento de novas cultivares transgênicas, com o que aumenta o leque de opções e permite que os agricultores identifiquem variedades RR adequadas a seu nicho ecológico e sistema de produção (nível tecnológico, grau de infestação de ervas, etc.) permitindo maior expansão do cultivo transgênico em todo o país.

Em resumo, tendo em vista a acelerada expansão da soja GM verificada no estado do Rio Grande do Sul (RS), combinada a um lento crescimento nos demais estados das regiões Sul e Centro-Oeste do país (onde a produtividade da soja historicamente atinge percentuais bastante superiores de produtividade as obtidas naquele estado), aponta para algumas hipóteses explicativas:

1. Há, de um lado, certos limites ainda não superados em termos de produtividade da soja GM nas regiões onde esta não se implantou – ex. as variedades disponíveis com transgene RR não são adaptadas às condições específicas dessas regiões e/ou não são engenheiradas cultivares de elite, com alta produtividade, capazes de sobrepor-se à produtividade das cultivares convencionais.

2. Há de outro lado, uma desvantagem estrutural (combinada com insustentabilidade pontual) da produção convencional de soja no Estado do Rio Grande do Sul, o que teria forçado seus produtores a um rápido e massivo processo de adoção da tecnologia GM, como forma de buscar: (a) reduzir custos de produção; (b) aumentar a produtividade física da cultura; ou (c) uma combinação das duas opções anteriores. De acordo com dados disponíveis, a opção b mostrou-se inconsistente, tendo de fato a soja RR contribuído para redução dos custos de produção, especialmente nos anos iniciais de sua introdução.

3. A adoção da soja RR permitiu temporariamente aliviar a pressão sobre os custos da soja no Rio Grande do Sul. Os problemas estruturais já identificados apontam para um

estrangulamento futuro do cultivo convencional de soja nesse estado. Ou seja, a soja RR estaria contribuindo para a sobrevivência na atividade, pelo efeito de redução de custos, de um conjunto importante de agricultores. O dado da inviabilidade estrutural ou desvantagem estrutural do Rio Grande do Sul se reforça também pela continuidade da ilegalidade no uso de sementes certificadas. É o estado onde é maior o percentual de uso de sementes ilegais (em torno de 65%), ainda que os produtores se obriguem a pagar os royalties na comercialização (obrigatória para venda a grandes clientes e para exportação).

Entretanto, caso o estado tenha de fato essa desvantagem estrutural, como se explicaria a persistência de um importante volume de produção de soja? Na safra 2005 esse estado produziu 4,8% da safra nacional, num volume de pouco mais de dois milhões de toneladas. A safra foi menor do que a esperada (registrando a menor produtividade da história da cultura: 654 Kg/ha) devido à ocorrência de estiagem, o que levou o estado à sexta posição entre os maiores produtores da oleaginosa (IBGE, 2005).

No entanto o Rio Grande do Sul tradicionalmente responde pela produção entre 5 e 7 milhões de toneladas do grão, situando-se na quarta posição do ranking nacional, o que dificilmente seria sustentado em condições de inviabilidade econômica dessa produção.

De acordo com a teoria de Marx, no caso da agricultura o preço de produção não é determinado pelo tempo de trabalho socialmente necessário médio, mas sim por aquele que viabilize a produção onde mesmo a pior terra necessária para a produção e abastecimento do mercado, permaneça na atividade, ou seja, recebendo sua cota de lucro médio. Portanto, nesses termos, o Rio Grande do Sul poderia se manter devido a ter uma produção necessária ao abastecimento do mercado mundial de soja.

Ademais há o fator locacional. O estado do Mato Grosso, ainda que tenha produtividade alta, perde competitividade pela distância de escoamento. Ou seja, o Rio Grande do Sul é beneficiado pela renda diferencial I, aquela derivada da distância ao mercado.

4. Ainda assim, o conjunto de dados pareceria indicar que, no estado do Rio Grande do Sul, a economia da produção de soja estaria se realizando em condições abaixo do nível de reprodução simples do capital, fato indicado pela impossibilidade de cobertura dos custos das sementes legalizadas de soja RR. Isso porque, ao se ter equacionado a questão da legalidade do plantio de OGMs, não haveria mais razões, a não ser as de ordem econômica, para a persistência de práticas ilegais em relação às sementes utilizadas no plantio GM. O uso de sementes certificadas passou de 17% para 35% do total, enquanto que no Paraná esse índice superou os 70% (partindo de 55% no ano anterior) e no Mato Grosso os 90% (ABRASEM, 2008).



5. Ou seja, quase cinco anos depois de ser liberado o cultivo de soja GM os produtores do Rio Grande do Sul seguem utilizando sementes transgênicas próprias ou compradas no mercado ilegal, o que significa menor desembolso, ainda que à custa de uma suposta menor produtividade. Tal fator pode ser interpretado como mais um indicativo da deficiência estrutural da produção de soja no estado em relação aos competidores nacionais e internacionais.

6. De acordo com a teoria de Marx, na medida em que cultivares superiores de soja RR, capazes de rivalizar com as variedades convencionais de elite (que promovem um fogo de barragem contra a penetração da soja transgênica no Paraná e Mato Grosso) forem sendo introduzidos, e quando o cultivo dessa soja se generalizar, haverá um impacto na redução do preço de produção da soja. Portanto, tende a ocorrer um novo aumento na escala mínima de produção dessa cultura, eliminando produtores marginais, especialmente nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná. Esse momento da generalização do cultivo da soja GM está relativamente próximo, devendo ocorrer já nos próximos anos.

7. Há dois tipos de fatores que poderiam frear essa expansão ainda maior prevista para a soja transgênica no Brasil: i) do ponto de vista econômico, a efetiva implantação no mercado, de um sobrepreço para a soja convencional; ii) a consolidação de uma visão pública compartilhada, acerca de eventuais malefícios trazidos pela soja transgênica ou pelo herbicida sobre o qual a mesma se baseia, em termos de saúde humana ou contaminação ambiental. Ou seja, conforme os dados obtidos na Tese, e observado apenas do ponto de vista da lógica econômica, não tende a haver reversão no domínio da soja transgênica no Brasil e no mundo.

8. O fator resistência das ervas espontâneas ao Glifosato também representa um aspecto fundamental, que não deve ser desconsiderado, no retardamento ou eventual reversão no plantio de soja RR. No entanto, há dois elementos que aparentemente tenderiam a neutralizar seu impacto: i) a despeito de ter sido constatada a resistência de várias ervas ao Glifosato, não tem havido reversão nas curvas de plantio de OGMs nos EUA e Argentina, e sim o aumento no uso de outros herbicidas em conjunto com o Glifosato; e ii) a indústria de biotecnologia, já antevendo esse problema, busca desenvolver cultivares de soja tolerantes a dois tipos de herbicidas. Caso essa estratégia tenha sucesso - sem trazer uma percepção pública negativa acerca dos impactos econômicos ou ambientais - tende a não haver reversão na curva de plantio de OGMs na cultura da soja.

Em resumo, no caso brasileiro constataram-se particularidades em relação aos processos ocorridos nos EUA e Argentina, derivadas tanto de aspectos estruturais ligados à condição da produção da soja no Rio Grande do Sul em relação aos demais estados principais produtores da oleaginosa, como de aspectos conjunturais, temporários, que devem ser removidos pela indústria de biotecnologia (caso do yield lag e yield drag).

Ainda que a tese apresente importantes limitações, procurou-se abordar desde o ponto de vista dos desdobramentos históricos e materiais a evolução da cultura da soja transgênica resistente a herbicidas (HT), especialmente a soja Roundup Ready, trazendo contribuições significativas para o entendimento da questão.

### **Questões para pesquisa**

Uma série de questões permanece sem abordar ou com aprofundamento insuficiente na presente tese. Alguns desses elementos são elencados a seguir, como sugestão para posteriores avaliações:

- qual é o impacto ambiental (amplo senso) da soja transgênica? – aqui procurou-se abordar apenas os elementos ligados ao volume de consumo de herbicidas, o que é claramente, apenas um aspecto superficial da equação de sustentabilidade da soja RR.
- qual o impacto econômico trazido com a predominância das cultivares RR nas lavouras brasileiras e seu efeito sobre o preço de produção da soja e sobre a viabilidade das pequenas e médias unidades produtoras de soja? O estudo indicou que tende a haver redução acentuada no número de produtores de soja em vista da redução do preço de produção obtido com a introdução da soja RR. Análises direcionadas a esse aspecto seriam interessantes nos próximos anos.
- qual o efeito da reconfiguração da divisão do trabalho entre empresas privadas (em geral transnacionais) e empresas públicas de pesquisa, como é o caso da Embrapa, a partir dos acordos de licenciamento dos transgênicos?
- quais os efeitos da introdução de novos tipos de transgênicos sobre o processo produtivo interno às unidades de produção de soja (e também de outras culturas) em vista da alteração do tempo de produção e tempo de trabalho?



## REFERÊNCIAS

- ABIOVE. **Produção sustentável de soja**. Ações estratégicas. Apresentação em PowerPoint. out. de 2007.
- AGROCONSULT. **Safra verão projeta aumento de 2,95 milhões de toneladas de grãos**. Disponível em: <[http://www.revistafator.com.br/ver\\_noticia.php?not=1087](http://www.revistafator.com.br/ver_noticia.php?not=1087)>. Acesso em 02/12/2006.
- AGRONOTÍCIAS. Área da soja terá menos semente ilegal. 2007. Disponível em: <<http://www.datacoper.com.br/news.php?news=920>>. Acesso em 08/01/2009.
- ALMEIDA, Fábio A., WETZEL, Clóvis T. e ÁVILA, Antonio F. **Impacto das cultivares de soja da Embrapa e rentabilidade dos investimentos em melhoramento**. Brasília: Embrapa, 1999.
- ALTIERI, Miguel e PENGUE, Valter. **GM Soybean: Latin America's new colonizer**. jan. de 2006. Disponível em: <<http://www.grain.org/seedling/?id=421>>. Acesso em 03/2009.
- ANDERSON, Liana; ROJAS, Eddy e SHIMABUKURO, Yosio. **Avanço da soja sobre os ecossistemas cerrado e floresta no estado do Mato Grosso**. Belo Horizonte: Anais da SBSR, abr. de 2003.
- ANDRIOLI, Antonio Inácio e FUCHS, Richard (orgs.). **Transgênicos: as sementes do mal**. A silenciosa contaminação de solos e alimentos. São Paulo: Expressão Popular, 2008
- ANDRIOLI, Antonio I. **Os efeitos dos transgênicos sobre a saúde**. Parte 1. Revista Espaço Acadêmico, n. 87. Agosto de 2008. Disponível em: <<http://www.espacoacademico.com.br/bd.pdf/87andrioli.pdf>>. Acesso em 05/05/2009.
- ANGELSEN, A. e KAIMOWITZ, D. **Agricultural technologies and tropical deforestation**. London: CABI/CIFOR, 2001.
- ARENDRT, HANNAH. **A condição humana**. 10ª Ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2007.
- BALCEWICZ, Luiz Carlos. **Soja RR e a falácia da redução do consumo de agrotóxicos**. Palestra no Curso de Capacitação em Biossegurança de Organismos Geneticamente Modificados. Luziânia: Anvisa, nov. de 2007.
- \_\_\_\_\_. **Evolução das quantidade consumidas dos principais herbicidas para a cultura da soja (Glycine max (L) Merrill) nos estados do Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Brasil, no período 2000-2005**. In: SOBER, 2008.
- BARROS, Osmar. **Semente de soja pirata pode atingir oito estados e ABRASEM pede que fiscalização continue em 2007**. Disponível em: <<http://www.agrosoft.org.br/agropaq/22191.htm>> Acesso em 31/10/2006.
- BASALLA, George. **The evolution of technology**. Cambridge: Cambridge University

Press, 1988.

BECK, Ulrich. A sociologia do Risco. In: GOLDBLATT, David. **Teoria Social e Ambiente** Lisboa. Instituto Piaget, 1996;

\_\_\_\_\_. **La sociedad del riesgo**. Hacia una nueva modernidad. Barcelona: Paidós, 1998.

BENBROOK, Charles. **Economic and environmental impacts of first generation genetically engineered crops**. Winnipeg: IISD. 2002a (reimpresso em 2003).

\_\_\_\_\_. **Premium paid to Bt Corn seed improves corporate finances while eroding growers profit**. Sandpoint: Benbrook Consulting Services. 2002b.

\_\_\_\_\_. **Genetically engineered crops and pesticide use in the United States: The first nine years**. Technical Paper n. 7. Sandpoint: Biotech Infonet. 2004.

BERTRAN Michael e PEDERSEN, Palle. **Adjusting management practices using glyphosate-resistant soybean cultivars**. In: *Agronomy Journal*. V. 96:462-468. Madison: American Society of Agronomy, 2004.

BIANCO, Jader et al. **Fatores críticos à competitividade da soja: a questão dos transgênicos**. In: SOBER. XLIII Congresso da SOBER. Instituições, eficiência, gestão e contratos no sistema agroindustrial. Ribeirão Preto: SOBER, jul. de 2005.

BOTTOMORE, Tom. **Dicionário do Pensamento Marxista**. 3. Reimpressão. Rio de Janeiro: Zahar, 1993.

BOYD, William. **Wonderful potencies? Deep structure and the problem of monopoly in agricultural biotechnology**. In: SCHURMAN, Rachel e KELSO, Dennis D. *Engineering Trouble. Biotechnology and its discontents*. Berkeley: University of California Press. 2003.

BOYLE, James et. al. **A patented world? Privatisation of life and knowledge**. Johannesburg: Heinrich Böll/Fanele. 2006.

BRAGAGNOLO, Cassiano et al. **Análise dos custos de produção da soja no Paraná: convencional X transgênica (RR)**. In: SOBER. XLV Congresso da SOBER. Londrina: SOBER, 2007.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Imprensa Oficial, 1988.

BRASIL. **Lei de Biossegurança**. Brasília: Congresso Nacional. jan. de 1995.

BRAVERMAN, Harry. **Trabalho e capital monopolista**. Rio de jan.: Zahar, 1981.

BRUM, Argemiro J. **Economia da Soja: História e futuro. Uma visão desde o Rio Grande do Sul**. Internet. [Sem data] [19..].

\_\_\_\_\_. **A economia da soja e a biotecnologia**. Disponível em: <[http://www.paginarural.com.br/artigos\\_detalhes.php?id=628](http://www.paginarural.com.br/artigos_detalhes.php?id=628)> Acesso em janeiro de 2009. abr. de 2003.

BUREAU OF LABOUR STATISTICS. **Producer Price Index. Commodities, Soybean 1992-2007**. Disponível em: <<http://data.bls.gov/PDQ/servlet/SurveyOutputServlet>>

Extração de dados em 04/04/2009

BUSCH, Lawrence et al. **Plants, Power and Profit: Social, Economic and Ethical consequences of the new biotechnologies**. Cambridge: Blackwell, 1991.

CAMPANHA TRANSGÊNICOS. **Boletim por um Brasil livre de transgênicos**. Num. 304, 23/06/2006. Disponível em: <<http://www.aspta.org.br/>>

CARPENTER, Janet. **Comparing Roundup Ready and conventional soybean yields 1999**. Washington: National Center for Food and Agricultural Policy. jan. de 2001.

CARSON, Rachel. **Primavera Silenciosa**. Madri: Editorial Crítica, 2001.

CASTRO, Bianca S. **O processo de institucionalização da soja transgênica no Brasil nos anos 2003 a 2005**: A partir da perspectiva das redes sociais. Dissertação de Mestrado. Seropédica: UFRRJ, 2006.

CEJUR. Centro de Estudos Jurídicos da UFPR. **Ensaio jurídico sobre os produtos da Engenharia Genética**. 2004. Acesso em jan. de 2009.

CÉLERES. **Resposta da Céleres ao artigo de Jean Marc Von der Weid, Soja Transgênica: tudo contra**. 18 de set. de 2007. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2007/09/18/resposta-da-celeres-ao-artigo-de-jean-marc-von-der-weid-soja-transgenica-tudo-contr>> Acesso em mai. de 2009.

CENTER FOR FOOD SAFETY. **Monsanto vs. US Farmers**. San Francisco: Center for Food Safety, 2005.

CHARLES, Daniel. **Lords of the harvest**. Biotech, big Money and the future of food. Cambridge: Perseus Publishing, 2001.

CHOUDRY, Aziz. **Biotechnology, Intellectual Property Rights, and the WTO**. In: TOKAR, Brian. **Gene Traders**. Biotechnology, world trade, and the globalization of hunger. Burlington: Toward Freedom, 2004.

CHRISTOFFOLI, Pedro Ivan. **O desenvolvimento de cooperativas de produção coletiva de trabalhadores rurais no capitalismo**: limites e possibilidades. Dissertação de Mestrado. Curitiba: UFPR, 2000.

\_\_\_\_\_. **A luta pela terra e o desenvolvimento local no Brasil**. In: Estudos de Direito Cooperativo e Cidadania, n. 3. Curitiba: PPGD/UFPR, 2008.

\_\_\_\_\_. **Dados da pesquisa de campo para a tese de doutoramento**. Laranjeiras do Sul: mimeo. 2009.

COLLIT, Ray. **Conab eleva ligeiramente safra de soja no Brasil**. Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/economia/ultnot/reuters/2006/11/09/ult29u51956.jhtm>> Acesso em 02/12/2006.

COMISSÃO PARA DIREITOS DE PROPRIEDADE INTELECTUAL. **Integrando direitos de propriedade intelectual e política de desenvolvimento**. Londres: [s. l.] Set/2002.

CONAB. **Dados históricos da cultura da soja no Brasil**. Disponível em: <[HTTP://www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)> . Acesso em 12/12/2008.

CORDEIRO, Angela. *Transgênicos: conceitos, evolução, consequências sociais e para a pesquisa agrícola no Brasil*. In: SENADO FEDERAL. **Seminário Internacional sobre biodiversidade e transgênicos**. Brasília: Senado Federal, 1999.

CORDEIRO, Ellen e ORICOLLI, Silvio. **EUA: produtividade da soja decepciona**. In: Gazeta Mercantil, 08 de maio de 2000.

CORIAT, Benjamin. **Science, technique et capital**. Paris: Ed. du Seuil, 1976.

CORNEJO, Jorge F. **The seed industry in US Agriculture**. An exploration of data and information on crop seed markets, regulation, industry structure, and research and development. Washington: USDA/ERS, jan. de 2004.

CORNEJO, Jorge F. e CASWELL, Margriet. **The first decade of genetically engineered crops in the US**. Washington: USDA, 2006.

\_\_\_\_\_. **Adoption of genetically engineered crops in the US: Extent of adoption**. jul. de 2008. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/data/biotechcrops>>. Acesso em 03/09/2008.

COSTA, Nilson L. **Complexo soja: sua importância para o agronegócio, a balança comercial e a economia brasileira**. Monografia de especialização. Frederico Westphalen: Universidade Regional Integrada. 2005.

DELGADO, Guilherme. **Capital Financeiro e agricultura no Brasil**. São Paulo: Ícone Editora, 1985.

DESANTIS, S'ra. **Control trough contamination: genetically engineered corn and free trade in Latin America**. In: TOKAR, Brian. Gene Traders. Biotechnology, world trade, and the globalization of hunger. Burlington: Toward Freedom, 2004.

DOW JONES. **Monsanto GMO Royalties questioned**. out. de 2003. Disponível em: <<http://www.gene.ch/genet/2003/Oct/msg00014.html>>. Acesso em 11/03/2009.

\_\_\_\_\_. **Argentina farmers don't have to pay some seed royalties**. Disponível em: <<http://www.mindfully.org/GE/2005/Monsanto-Argentina-Farmers20may05.htm>>. Acesso em Março de 2009. Dow Jones Newswires, Maio de 2005.

DROS, M. **Administrando os avanços da soja: dois cenários da expansão do cultivo da soja na América do Sul**. Amsterdam:WWF/AIDEnvironment, 2004.

DROSSOU, Olga e POLTERMAN, Andreas. **Protecting the Commons – inventing the public domain**. In: BOYLE, James et. al. **A patented world? Privatisation of life and knowledge**. Johannesburg: Heinrich Böll. 2006.

DUFFY, M. **Does planting GMO seed boost farmers' profit?** IOWA STATE OF UNIVERSITY. Leopold Center for Sustainable Agriculture. Disponível em: <<http://www.ag.iastate.edu/centers/leopold/newsletter/99-3leoletter/99-3gmoduffy.html>> Acesso em: 05/09/2001.

DUARTE, Jorge e CASTRO, Antônio M. G. **Comunicação e tecnologia na cadeia produtiva da soja em Mato Grosso**. Brasília: Embrapa, 2004.

ELMORE, R. W. et alli. **Glyphosate resistant soybean cultivar yields compared with sister lines**. In: Agronomy Journal 93:408-412 Mar-Abr 2001

EMBRAPA. Contrato com a Monsanto. Brasília, 2000.

\_\_\_\_\_. **Balanco Social**: Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília: Embrapa, 2004.

\_\_\_\_\_. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil, 2006**. Série Sistemas de Produção num. 9. Londrina: Embrapa. out. de 2005.

\_\_\_\_\_. **Tecnologias de produção de soja – Paraná 2007**. Série Sistemas de Produção num. 10. Londrina: Embrapa Soja, set. de 2006.

\_\_\_\_\_. **Ata da XXVIII Reunião de pesquisa da soja da região Central do Brasil**. Documentos 275. Londrina: Embrapa Soja, Dezembro de 2006.

\_\_\_\_\_. **Embrapa e Monsanto definem aplicação de recurso para projetos em prol da agricultura sustentável**. jan. de 2008. Disponível em: <<http://www.cenargen.embrapa.br/cenargenda/noticias/agroagenda3101.pdf>>. Acesso em 03/05/2009.

\_\_\_\_\_. **Resumos. XXX Reunião de Pesquisa da Soja da Região Central do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2008.

ENGELS, Friedrich. **Dialéctica da Natureza**. Lisboa: Editorial Presença, 1974

ENRIQUEZ, J. **Genomics and the world economy**. In: Science 281, August: 925-26. 1998.

ESTADO DO PARANÁ. **Soja RR tem resíduo de agrotóxico além do normal**. Curitiba, 17 de Junho de 2006.

ETC GROUP. **Life industries giants devour seed/biotech interests**. out. de 1998. Disponível em: <[http://www.etcgroup.org/en/materials/publications.html?pub\\_id=398](http://www.etcgroup.org/en/materials/publications.html?pub_id=398)>. Acesso em 05/2008.

\_\_\_\_\_. **Oligopolio S.A**. Concentración del poder corporativo: 2003. Ottawa: ETC Group. In: Communiqué. n. 82, nov/dez 2003. Disponível em: <<http://www.etcgroup.org>>. Acesso em 09/01/2009.

\_\_\_\_\_. **World's Top 10 Seed Companies**. Disponível em: <[http://www.etcgroup.org/en/materials/publications.html?pub\\_id=615](http://www.etcgroup.org/en/materials/publications.html?pub_id=615)> Acesso em 8 de janeiro de 2009.

\_\_\_\_\_. **De quién es la naturaleza?** El poder corporativo y la frontera final en la mercantilización de la vida. nov. de 2008. Disponível em: <<http://www.etcgroup.org>> Acesso em 09/01/2009.

\_\_\_\_\_. Concentración de la industria global de semillas – 2005. **Communiqué** n. 90. Set/Nov. 2005.

EWING, Reese. **Brazil soy trade to pay Monsanto royalties**. Reuters News Service , 28 de jan. de 2004. Disponível em: <<http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=5213>> Acesso em 02/03/2009.

FAGAN, John. [título]. Rio de Janeiro:Jornal do Brasil. 02/09/1999.



- FAIRLEY, P. **Genomic Race is On**. In: Chemical Week, July, 29 de set. de 1988.
- FARIA, José Henrique de. **Elementos sobre o conceito de valor-trabalho**. Entrevista não publicada. Curitiba, 2000.
- FARINA, Elisabeth e NUNES, Rubens. **A evolução do sistema agroalimentar e a redução de preços ao consumidor**: o efeito de atuação dos grandes compradores. São Paulo: USP/PENSA, Junho de 2002.
- FARM CHEMICALS. **Monsanto completes regulatory submissions for world's first drought-resistant corn**. Março de 2009a. Disponível em: <<http://www.fc-international.com/news/cropprotection/?storyid=1430&style=1>>. Acesso em 15/05/2009.
- \_\_\_\_\_. **Monsanto: Glyphosate tight in Brazil**. Março de 2008b. Disponível em: <http://www.fc-international.com/news/cropprotection/?storyid=1384>. Acesso em mai. de 2009.
- FBOMS. **Relação entre cultivo de soja e desmatamento**: compreendendo a dinâmica. São Paulo: Amigos da Terra, 2005.
- FEE (Fundação de Economia e Estatística). **Indicadores Econômicos FEE**. V.32 num 3. Porto Alegre: FEE, 2004.
- FERMENT, Gilles ZANONI , Magda e NODARI, Rubens O. **Estudo de caso: sojas convencionais e transgênicas no planalto do Rio Grande do Sul**. Brasília: NEAD, (no prelo) jan. de 2009.
- FERNANDES, Bernardo Mançano. **Questão agrária: conflitualidade e desenvolvimento territorial**. Mimeo. 2005
- FONTES, Eliana. **Desenvolvimento, estágio no Brasil e requisitos para uma política nacional de biossegurança**. In: SENADO FEDERAL. Anais do Seminário Internacional sobre Biodiversidade e Transgênicos. Brasília: Gráfica do Senado, 1999.
- FOLHA DE SÃO PAULO. **Fazendas só usarão biodiesel, prevê rei da soja**. Sao Paulo: FSP, 19/11/2006.
- FONSECA, Maria Teresa L. A extensão rural no Brasil: um projeto educativo para o capital. São Paulo: Ed. Loyola, 1985.
- FREITAS, Altamar Mendes. **O que leva as famílias do assentamento Nova Esperança, de Capão do Cipó a aderir à produção de soja transgênica**. Trabalho de Conclusão de Curso. Veranópolis: ITERRA, 2005.
- FRITZ FILHO, Luis F. e COSTA, Thelmo V. **Mudanças na estrutura agrícola da região da produção**: análise através da utilização dos efeitos escala e estrutura. [2001?].
- (FOEI) FRIENDS OF THE EARTH INTERNATIONAL. **Monsanto. Who benefits from gm crops?** Monsanto and the corporate-driven genetically modified crop revolution. Nigeria. Jan 2006
- \_\_\_\_\_. **Who benefits from GM crops?** The rise in pesticide use. FOE International: Amsterdam, January 2008.

FUCK e BONACELLI [S.I.] , 2006.

FURLANETO, Fernanda P. et al. **Análise comparativa de estimativas de custo de produção e de rentabilidade entre as culturas de soja convencional e transgênica da região de Assis, SP, safra 2006/07.** fev. de 2008. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_1/soja/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_1/soja/index.htm)> acessado em 15/05/2009.

GAO United States General Accounting Office. **Information on prices of genetically modified seeds in the United States and Argentina.** Washington: GAO, jan. de 2000.

GAZETA MERCANTIL. *Uso ilegal de sementes OGM no RS.* São Paulo: **Gazeta Mercantil.** nov. de 2006.

\_\_\_\_\_. **Valorização dos grãos impulsiona venda de sementes certificadas.** Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/agronoticias/noticia.php?id=3753>>. São Paulo: Gazeta Mercantil, 29 de jul. de 2008.

GAZZIERO, Dionísio; ADEGAS, Fernando e VOLL, Elemar. **Glifosate e soja transgênica.** Circular técnica 60. Londrina: Embrapa Soja, 2008.

GERMER, Claus M. **Análise comparativa do progresso técnico na soja em uma região antiga de café (norte) e em região de culturas alimentares.** Curitiba: IPARDES, Agosto de 1981.

\_\_\_\_\_. **As forças produtivas e a revolução social revisitadas.** Curitiba: [mimeo]. [2006]

\_\_\_\_\_. **Observações sobre a metodologia da análise econômica com base na teoria de Marx.** Comunicação pessoal. [mimeo], 2009.

GIANESSI, Leonard P. et al. **Insect resistant soybean.** 2002a Acesso em: [NCFAP], 2002.

\_\_\_\_\_. **Herbicide tolerant soybean.** 2002b. In: NCFAP, 2002.

GLIESSMAN, Stephen (Ed.). **Agroecology: Researching the Ecological Basis for Sustainable Agriculture.** New York: Springer-Verlag, 1990.

GLOBAL 21. **Brasil vira terceiro maior produtor de transgênicos.** Disponível em: <http://www.global21.com.br/materias/>. 12/01/2006

GORZ, André. **O Imaterial. Conhecimento, valor e capital.** São Paulo: Annablume. 2005.

GOY, Ahl. **Combined trait products:** addressing the market needs. Syngenta. Março de 2007.

GRAIN. **Twelve years of GM soya in Argentina.** A disaster for people and the environment. In: Seedling. January 2009.

GRAY, Kevin. **Piracy impels Monsanto to suspend seed sales to Argentina.** Company keeps safeguards. Associated Press, jan. de 2004. Disponível em: <<http://www.mindfully.org/GE/2004/Monsanto-Argentina-Piracy20jan04.htm>>. Acesso em 11/03/2009.

GRUPO de pesquisa no sistema de plantio direto do IAPAR. **A agricultura que respeita o meio ambiente.** Disponível em: <<http://www.cisoja.com.br/index.php?p=artigo&idA=150>>. Acesso em 17/04/2009.

GUANZIROLLI, Carlos E. **Agronegócio no Brasil.** Perspectivas e limitações. Série Economia, texto para discussão 186. Niterói: UFF, abr. de 2006.

GUERRANTE, Rafaela S. **Transgênicos.** Uma visão estratégica. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.

HABERMAS, Jurgen. **Técnica e ciencia como ideología.** Lisboa: Edições 70 [2001].

HILBECK, A. ANDON, D. e FONTES, E. **Environmental risk assessment of genetically modified organisms.** Vol 2. Methodologies for assessing Bt cotton in Brazil. London: CABI Publishing, 2006.

HINDO, Brian. **Report raises alarm over “superweeds”.** Business Week, 13 fev. de 2008.

HIRAKURI, Marcelo H. **Análise dos custos de produção da soja nos estados de Paraná e Santa Catarina para a safra 2007/08.** (2008a) In: EMBRAPA, Resumos. XXX Reunião de Pesquisa da Soja da Região Central do Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2008.

\_\_\_\_\_. **Resumo das exportações do complexo soja em 2007.** (2008b) In: EMBRAPA, Resumos. XXX Reunião de Pesquisa da Soja da Região Central do Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2008b.

\_\_\_\_\_. **Estimativa do custo de produção e lucratividade da soja, safra 2008/09 para o Paraná e Santa Catarina.** Circular Técnica 65. Londrina: Embrapa Soja. out. 2008c.

HO, Mae-Wan et. al. **Em defesa de um mundo sustentável sem transgênicos.** São Paulo: Expressão Popular, 2004.

HOFFMANN, Rodolfo et al. **Administração da empresa agrícola.** 7ª edição. São Paulo: Pioneira, 1987.

(IBGE) INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados do Censo Agropecuário de 1996.** Disponível em: <[HTTP://www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em 04/2009.

IICA. Embrapa prevê que área com essa tecnologia será mais que o dobro da registrada no ciclo 2005/06 Disponível em: [http://www.iica.org.br/Noticias/2006-09-15\\_RumosSafr-EmbrapaAreaTecnologiaDobroRegistradaCiclo200506.htm](http://www.iica.org.br/Noticias/2006-09-15_RumosSafr-EmbrapaAreaTecnologiaDobroRegistradaCiclo200506.htm). Acesso em 12/2006

ISAAA. **Brasil plantou 3 milhões de hectares com soja transgênica.** 03/01/2004. Disponível em: <<http://www.agrisustentavel.com/ogm/t130104.htm>> .

\_\_\_\_\_. **Global status of commercialized biotech/GM Crops: 2007.** Executive Summary. 2008. Disponível em: <<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/37/default.html>.> Acesso em 10/01/2009.

JACKER, Corinne. **O homem, a memória e a máquina.** Uma introdução à cibernética.

Rio de Janeiro: Forense, 1970.

JACOB, François. **The logic of life: a history of heredity**. Princeton: Princeton University Press, 1973.

JAMES, Clive. Preview: **Global status of commercialized biotech/GM crops**. Ithaca: ISAAA, 2004.

JARDIM, Cláudia. *Venezuela: Transnacionais abrem caminho para cultivar transgênicos*. 22/10/2004. Disponível em: <<http://www.voltairenet.org/auteur120277.html?lang=pt>>. Acesso em 04/2009.

JONES, Athena. **Argentina bet on biotech**. Buenos Aires: Reuters, 2001. Disponível em: <[http://www.biotech-info.net/argentine\\_bet.html](http://www.biotech-info.net/argentine_bet.html)>. acessado em 01/2009.

JOST, P. et. al. **Economic comparison of transgenic and nontransgenic cotton production systems in Georgia**. Disponível em: *Agronomy Journal* 100:42-51. Madison: American Society of Agronomy, 2008

KALAITZANDONAKES, Nicholas. **The economic and environmental impacts of Agbiotech**. A global perspective. NovaYork: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2003.

KAUTSKY, Karl. **A questão agrária**. 3ª ed. São Paulo: Proposta Editorial, 1980

KING, John L. *Concentration and technology in agricultural input industries*. USDA. **Agriculture Information Bulletin** n. 763. Março 2001.

KLOPPENBURG, Jack. **First the seed: The political economy of plant biotechnology, 1492-2000**. 2ª ed. Madison: The University of Wisconsin Press, 2004.

KOESTER, Veit. **Um novo ponto crítico no conflito comércio-meio ambiente**. In: VARELLA, Marcelo e BARROS-PLATIAU, Ana F. (orgs.) *Organismos geneticamente modificados*. Belo Horizonte: Del Rey e ESMPU, 2005.

KRUKER, J. M., MARANHO, E. e MELO, C.L. **Resultados de produtividade de soja obtidos em unidades demonstrativas e de observação, na safra 2007/08, em Mato Grosso do Sul**. In: EMBRAPA. Resumos. XXX Reunião de Pesquisa da Soja da Região Central do Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2008.

KUHN, Thomas. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1987.

LEAN, Geoffrey. **Revealed: Shocking new evidence of the dangers of GM crops**. Londres: The Independent, 07 Março de 2004.

LEITÃO, Fabrício O. et al. **Transgênico ou convencional: o dilema da soja no Mato Grosso**. In: SOBER. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural. Rio Branco: SOBER, jul. de 2008.

LENIN, Vladimir. **O desenvolvimento do Capitalismo na Rússia**. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

LIMA, Divania et. al. **A produção integrada da soja**. Circular Técnica num. 64. Londrina: Embrapa Soja, 2008.

LIRIO, Viviane S. et al. **Análise comparada da competitividade da soja brasileira**,

**argentina e norte-americana.** Pôster. Viçosa: UFV, 2003.

MACKENZIE, Donald e WACJMAN, Judy (eds). **The social shaping of technology.** 2<sup>nd</sup> Edition. Buckingham: Open University Press, 2002.

MAGALHÃES, Vladimir G. **O princípio da precaução e os organismos transgênicos.** In: VARELLA, Marcelo e BARROS-PLATIAU, Ana F. (orgs.) Organismos geneticamente modificados. Belo Horizonte: Del Rey e ESMPU, 2005.

MAGDOFF, Harri e FOSTER, John B. (orgs.). **Hungry for Profit.** The agribusiness threat to farmers, food, and the environment. New York. Monthly Review Press, 2000.

MAGNO, Paulo. **Perspectivas de preços de grãos para 2009: Tendências.** Brasília: Conab, 2009.

MARCELINO, Francismar et. al. **Ferramentas biotecnológicas aplicadas à cultura da soja.** Circular Técnica 47. Londrina: Embrapa Soja, 2007.

MARRA, Michelle. **The payoffs to transgenic Field crops: an assessment of the evidence.** In: Agbioforum, 5(2): 43-50. 2002.

MARX, Karl. **O capital.** Vol. I Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1968.

\_\_\_\_\_. **Capital y Tecnología.** Manuscritos ineditos (1861 – 1863). Mexico: Terra Nueva, 1980.

\_\_\_\_\_. **O Capital.** Vol. II. São Paulo: Nova Cultural, 1988a

\_\_\_\_\_. **O Capital.** Vol. IV. São Paulo: Nova Cultural, 1988b

MARX, Jean. *A revolution in biotechnology.* Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

MARTINS, Paulo Roberto. **Inovação Tecnológica Meio Ambiente e sociedade: O caso dos alimentos transgênicos.** **Correio da Cidadania**, São Paulo, p. 2 - 2, 15 abr. 2006.

MC GROUP. **Glyphosate industry market research (China).** Junho de 2008. Disponível em: [http://mcgroup.co.uk/researches/G/C042/Glyphosate%20Industry%20Market%20Research%20\(China\).html](http://mcgroup.co.uk/researches/G/C042/Glyphosate%20Industry%20Market%20Research%20(China).html). Acesso em 05/05/2009.

MCT. MINISTÉRIO DA CIENCIA E TECNOLOGIA. [S.I.] Brasília: MCT, 2003.

MEADE, Conor e MULLINS, Ewen. **GM crop cultivation in Ireland: Ecological and economic considerations.** In: Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy, V.105B, num 1, 33-52. 2005.

MEDEIROS, Lessandra. **Comparativo de custos de produção entre a soja convencional e a soja transgênica na safra 2002/2003 - Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, Contexto, v. 3 p. 7-29, 2004.

MELGAREJO, Leonardo. **Os transgênicos e a safra de soja 2002/03, no Rio Grande do Sul.** Disponível em: <http://www.ecoagencia.com.br>. 2003.

\_\_\_\_\_. **A soja transgênica no Rio Grande do Sul – safra 2003/04.** In: Revista

Brasileira de Agroecologia, v. 2 n. 1, fevereiro de 2007.

MELO, Ricardo W., FONTANA, Denise C. e BERLATO, Moacir A. **Indicadores de produção de soja no Rio Grande do Sul comparados ao zoneamento agrícola.** In: EMBRAPA. Pesquisa Agropecuária Brasileira. V. 39 n. 12, p. 1167-1175, dez. 2004.

MENASHE, Renata. Transgênicos: o que está em jogo. Disponível em: .

MENEGATTI, Ana Laura e BARROS, Alexandre L. **Análise comparativa dos custos de produção entre soja transgênica e convencional:** um estudo de caso para o Mato Grosso do Sul. In: Rev. Econ. Sociol. Rural v.45 n.1 Brasília jan./mar. 2007

MOHUN, Simon. Verbetes: **Processo de Trabalho.** In: BOTTOMORE, 1993.

MONTIBELLER FILHO, Gilberto. **O mito do desenvolvimento sustentável.** Meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias. 2ª Ed. Florianópolis: EdUFSC, 2004.

MORAES, G. J., Navia D. e GUEDES, J.V.C. **importância e manejo de ácaros em soja.** In: EMBRAPA SOJA. Ata da XXVIII Reunião de pesquisa da soja da região Central do Brasil. Documentos 275. Londrina: Embrapa Soja, Dezembro de 2006.

MORIN, Edgar. **O método.** v. 1. Porto Alegre: Sulina, 2005.

MOURA, Débora e MARTINELLI, Orlando. **Capacitação tecnológica da indústria brasileira de sementes:** uma breve análise a partir de indicadores de empresas privadas. In: FEE. Indicadores Econômicos FEE. V.32 num. 3. 2004.

MST. **Monsanto deve lucrar até 400 milhões com safra transgênica.** <http://www.mst.org.br/mst/pagina.php?cd=1826>. Acesso em 02/12/2006.

NCFAP. **Plant biotechnology: current and potential impact for improving pest management in U.S. Agriculture.** An analysis of 40 case studies. Washington: National Center of Food and Agriculture Policy. Junho de 2002.

NICHOLL, Desmond S.T. **An introduction to genetic engineering.** 2a. Ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2002

NODARI, Rubens O. e GUERRA, Miguel P. **Transgênicos: riscos, benefícios e incertezas.** In: Revista Ciência Hoje, vol. 34, n.º 203, abril de 2004.

NODARI, Rubens O. **Constatado aumento na resistência de plantas invasoras ao herbicida Glifosato.** Entrevista não publicada. 2008.

OLIVEIRA, Samuel J. e FERREIRA FILHO, Joaquim B. **Impactos da expansão da União Européia no agronegócio da soja no Brasil.** In: XLIII Congresso da SOBER. Ribeirão Preto: SOBER, 2005.

OSAKI, Mauro e BATALHA, Mário O. **Mudança do sistema de produção da soja com o OGM.** [S.l.] [2007].

PANNA. **Monsanto hurt Texas farmers.** Cotton farmers sue Monsanto for crop losses. Março de 2006. Disponível em: [http://www.panna.org/resources/panups/panup\\_20060327.dv.html](http://www.panna.org/resources/panups/panup_20060327.dv.html)>. Acesso em 01/2009.

PELAEZ, Vitor e ALBERGONI, Leide. **Barreiras técnicas comerciais aos transgênicos no Brasil**: a regulação nos estados do sul. In: FEE (Fundação de Economia e Estatística). Indicadores Econômicos FEE. V.32 num 3. Porto Alegre: FEE, 2004.

PELAEZ, Vitor e SCHMIDT, Wilson. **A difusão dos OGMs no Brasil**: imposições e resistências. In: Estudos Sociedade e Agricultura, 14 abr. de 2000.

\_\_\_\_\_. Social struggles and the regulation of transgenic crops in Brazil. In: JANSEN e VELLEMA. **Agribusiness and society**. London: Zed Books, 2004.

PENNA, J. e LEMA, D. **Adoption of herbicide tolerant soybeans in Argentina**: An economic analysis. In: KALAITZANDONAKES, 2003.

PEREIRA, Edgard A., LEAL, João P. e HUSSNE, Rodrigo. **Impactos econômicos das culturas geneticamente modificadas no Brasil**. [sem local]. Março de 2007.

PERRINS, Gerald e NILSEN, Diane. **Math calculations to better utilize CPI data**. Washington: Bureau of Labour Statistics. 2009.

PETERSON, James M. et al. **Changes in cultural practices of farmers in southeast Nebraska as a result of their adoption of transgenic crops**. In: Journal of Extension, v. 40 n. 1 fev. de 2002.

PG ECONOMICS. **GM crops in Europe**. Planning for the end of moratorium. fev. de 2003. Disponível em: <<http://www.seedquest.com/News/releases/2003/february/5403.htm>>. Acesso em 01/ 2009.

PHELPS, Robert. **GM crops fail**. 2008. Disponível em: <<http://www.factsandarts.com/articles/genetically-modified-plants-benefit-everybody/>>. Acesso em 04/01/2009.

PINAZZA, Luiz A (coord.). **Cadeia produtiva da soja**. v. 2. Brasília: MAPA/IICA. jan. de 2007.

POERSCHKE, Rafel P. e PRIEB, Rita I. **O plantio de soja transgênica no Rio Grande do Sul**. In: XLIII Congresso da SOBER. Ribeirão Preto: SOBER, 2005.

PORTER, Michael. **Vantagem Competitiva**. São Paulo: Campus, 1989.

PRADO, Eleoterio. **Pós-grande indústria**: trabalho imaterial e fetichismo. <http://www.econ.fea.usp.br/eleuterio/ArtigosNaoPublicados/Pos-grandeTrablmatFetich.pdf>. Acesso em 05/12/2006.

RADOMSKI, Guilherme. **Tecnologias transformam emprego no campo**. out. de 2003. Disponível em: <<http://www.comciencia.br.>>

REDES. Amigos de la Tierra Uruguay. **Estrategias corporativas en América Latina**. Transgênicos y propiedad intelectual. In: Separata da Revista Biodiversidad. Montevideo. Diciembre de 2003.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL. **Indicações técnicas para a cultura de soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006.

REZENDE, Gervásio Castro. **Política de preços mínimos na década de 90: dos velhos aos novos instrumentos.** Rio de Janeiro: IPEA, jul. de 2000.

REUTERS. **Brazil soy seed producers reject Monsanto royalty.** 29 de jul. de 2005. Disponível em: <<http://www.nwrage.org/index.php?name=News&file=article&sid=718>>. Acesso em 03/2009.

RIBEIRO, Silvia. **Biocombustíveis y transgênicos.** Mexico: **La Jornada**, ed. 23/11/2006.

RIFKIN, Jeremy. **The biotech century.** Harnessing the gene and remaking the world. New York: Penguin Putnam, 1998.

RINALDI, Glauber A. et al. **Análise comparativa de custos de produção entre uma variedade de soja não transgênica e uma variedade transgênica em Toledo – Paraná.** In: Revista Gestão Industrial. v 1 n. 3 pp. 34-48. 2005.

RISSLER, Jane and MELLON, Margaret. **The Ecological Risk of Engineered Crop.** Cambridge: MIT Press, 1996.

ROBIN, Marie-Monique. **O mundo segundo a Monsanto. Da Dioxina aos transgênicos, uma multinacional que quer o seu bem.** São Paulo: Radical Livros, 2008.

ROCHA, Alda do A. **Área com soja transgênica deve chegar a 58% do total.** São Paulo: Valor Econômico, 08/09/2008.

ROCHA, Luiz E., MENDONÇA, Talles G. e RIBEIRO, Claudiney. **Dinâmica da produção e das exportações do complexo soja brasileiro e argentino.** 1993 a 2003. In: XLIII Congresso da SOBER, Ribeirão Preto: SOBER, 2005.

ROCHA, Margareth M. e FARALDO, Maria Inez F. Aspectos atuais da propriedade industrial em matéria de biotecnologia e a sua relação com outras áreas de conhecimento. In: BINSFELD, Pedro Canisio (org.) **Biossegurança em biotecnologia.** Rio de Janeiro: Editora Interciência. 2004.

ROESSING, Antonio C. e LAZZAROTTO, Joelsio J. **Criação de empregos pelo complexo agroindustrial da soja.** Documentos num. 233. Londrina: Embrapa Soja, 2004.

\_\_\_\_\_. **Soja Transgênica no Brasil: situação atual e perspectiva para os próximos anos.** SOBER, 2005.

RUEDELL, j. **Cultura da soja: a verdade sobre a transgenia.** Passo Fundo: Fundacep. 2003.

SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento Incluyente, Sustentável, Sustentado.** Rio de Janeiro: Garamond. 2004.

SAINT LOUIS BUSINESS JOURNAL. **Argentine farmers head to Europe in Monsanto fight.** Saint Louis: SLBJ, 28 de Março de 2005. Disponível em: <<http://stlouis.bizjournals.com/stlouis/stories/2005/03/28/daily46.html?t=printable>> Acesso em 04/2009.



SANDS, Philipe. **Principles of international environmental Law**. Manchester: Manchester University Press, 1995.

SANTOS, Laymert Garcia. **Quando o conhecimento tecnocientífico se torna predação high-tech: recursos genéticos e conhecimentos tradicionais**. São Paulo: Editora 34, 2003.

SCHLESINGER, Sérgio. **Soja: o grão que segue crescendo**. Documento de discussão n. 21. Rio de Janeiro: Grupo de trabalho sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente nas Américas. jul. de 2008.

SCHULTZ Marcelo L., BRANDT, Elmar e BRANDT, Eloi A. **Estudo dos fatores determinantes para a variação do preço dos insumos e do preço da soja no Estado do Rio Grande do Sul após o Plano Real**. Custos e Agronegócio Online. V.4 num. 1, Jan-Abr de 2008. [www.custoseagronegocioonline.com.br](http://www.custoseagronegocioonline.com.br)

SCHURMAN, Rachel. **Introduction**. In: SCHURMAN, Rachel e KELSO, Dennis D. *Engineering Trouble. Biotechnology and its discontents*. Berkeley: University of California Press. 2003.

SCIENTISTS FOR GLOBAL RESPONSABILITY. **Letter to the chancellor of University of California, Berkeley**. In support of tenure of Ignacio Chapela. abr. de 2004. Disponível em: [http://www.sgr.org.uk/GenEng/letter\\_IgnacioChapela\\_17jan05.htm](http://www.sgr.org.uk/GenEng/letter_IgnacioChapela_17jan05.htm). Acesso em 09/01/2009.

SCOLA, Nancy. **Monsanto U: Agribusiness takeover of public schools**. Alternet. fev. de 2008. Disponível em: <http://www.saynotogmos.org/ud2008/ufeb08a.php#monu>. Acesso em 01/2009.

SEN, Amartia. **Development as freedom**. New York: Knopf. 1999.

SENADO FEDERAL. **Seminário Internacional sobre biodiversidade e transgênicos**. Brasília: Senado Federal, 1999.

SILVA, José Graziano da. **Progresso técnico e relações de trabalho na agricultura**. HUCITEC, 1981.

SHIVA, Vandana. **Protect or Plunder?** Understanding intellectual property rights. London: Zed Books.2001.

SILVEIRA, C.A. **Significados sociais das biotecnologias: interesses e disputas em torno dos organismos geneticamente modificados (OGMs) no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural. 2005. 169p. Dissertação de Mestrado.

SILVEIRA, José V. **Estratégias de segmentação de mercado no agronegócio: o caso da inserção da soja transgênica no Estado do Paraná**. Dissertação de Mestrado. Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2005.

SIQUEIRA, José O. et. al. **Interferências no agrossistema e riscos ambientais de culturas transgênicas tolerantes a herbicidas e protegidas contra insetos**. Brasília: Embrapa. In: **cadernos de C&T**. V. 21 n.1 p. 11-81. jan/abr 2004.

SMITH, Merritt Roe e MARX, Leo (Eds). *Does technology drives history? The dilemma of*

technological determinism. Cambridge: The MIT Press, 1994.

SOBER. **XLIII Congresso da SOBER**. Instituições, eficiência, gestão e contratos no sistema agroindustrial. Ribeirão Preto: SOBER, jul. de 2005.

\_\_\_\_\_. **XLV Congresso da SOBER**. Conhecimentos para a agricultura do futuro. Londrina: SOBER, jul. de 2007.

\_\_\_\_\_. **XLVI Congresso da SOBER**. Rio Branco; SOBER, jul. de 2008.

SPADOTTO, Cláudio. **Uso de herbicidas no Brasil**. <http://www.cnpma.embrapa.br/herbicidas/> [Acesso em abril de 2009]. 2002.

SQUIRE, G. BEGG, G. e ASKEW, M. **The potential for oilseed rape feral (volunteer) weeds to cause impurities in later oilseed rape crops**. Agosto de 2003. Disponível em: [http://www.defra.gov.uk/environment/gm/research/pdf/epg\\_rg0114.pdf](http://www.defra.gov.uk/environment/gm/research/pdf/epg_rg0114.pdf). Acesso em nov. de 2008.

TAYLOR, Frederic W. **Princípios de Administração Científica**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 1957.

TENÓRIO, Roberto e BATISTA, Fabiana. **Transgênico contamina soja e causa prejuízo**. In: São Paulo: Gazeta Mercantil, p. 12, edição de 27 de abr. de 2009.

TERRA DE DIREITOS. **Aspectos da nova lei de Biossegurança**. Curitiba: Mimeo, 2005.

TOKAR, Brian. **Gene Traders. Biotechnology, world trade, and the globalization of hunger**. Burlington: Toward Freedom, 2004.

\_\_\_\_\_. **The World Bank: biotechnology and the “next green revolution”**. In: TOKAR, Brian. Gene Traders. Biotechnology, world trade, and the globalization of hunger. Burlington: Toward Freedom, 2004b.

TRIGO Eduardo e CAP, Eugénio. **Ten Years of genetically modified crops in Argentine agriculture**. Disponível em: [http://www.efb-central.org/images/uploads/Ten\\_Years\\_GM\\_Crops\\_in\\_Argentine\\_Agric.pdf](http://www.efb-central.org/images/uploads/Ten_Years_GM_Crops_in_Argentine_Agric.pdf), 2006.

TURNER, Taos. **Argentina rejects Monsanto plan to collect GMO royalties**. Dow Jones Newswires, 21 de set. de 2004. Disponível em: <http://www.mindfully.org/GE/2004/Argentina-Rejects-Monsanto21sep04.htm>. Acesso em 03/2009.

TYBUSCH, Tania M. **As estratégias de comercialização no mercado de soja – o caso da Cotrijuí – RS**. Dissertação de mestrado. Porto Alegre: UFRGS, 2003.

UNCTAD. **Tracking the trend towards market concentration: the case of the agricultural input industry**. abr. de 2006. Disponível em: [http://www.unctad.org/en/docs/ditccom200516\\_en.pdf](http://www.unctad.org/en/docs/ditccom200516_en.pdf) acessado em 11/12/2006

UNITED STATES GENERAL ACCOUNTING OFFICE (GAO). **Biotechnology. Information on prices of Genetically Modified Seeds in the United States and Argentina**. Washington: GAO, Jan 2000.

(USDL) UNITED STATES DEPARTMENT OF LABOR. Consumer Price Index. Disponível em: <<http://www.bls.gov/cpi/>>. Acesso em 14/04/2009.

UZUNIAN e BIRNER, **Biologia 3**. São Paulo: Harbra, 2002.

VALOR ECONÔMICO. *Plantio de transgênico desacelera no mundo mas cresce no Brasil*. São Paulo: **Valor Econômico**. 12/01/2006.

\_\_\_\_\_. Área da soja transgênica deve crescer. [set.] 2006. Disponível em: <<http://www.ambienteemfoco.com.br/?p=1245>>.

\_\_\_\_\_. Alda do amaral rocha. [S.I.] 08/09/2008.

VARELLA, Marcelo e BARROS-PLATIAU, Ana F. (orgs.) **Organismos geneticamente modificados**. Belo Horizonte: Del Rey e ESMPU, 2005.

VEIGA e EHLERS. Diversidade ecológica e dinamismo econômico. In: MAY, Peter et. alii. **Economia do Meio Ambiente. Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

VILELA Pierre S. e MOREIRA, Ana Carolina S. **O complexo soja e o mercado de energia no Brasil**. Belo Horizonte: FAEMG, 2007.

VIOLLAT, Pierre-Ludovic. Desastroso laboratório argentino. Disponível em: <http://diplo.uol.com.br/2006-04a,1288>. abr. 2006.

VON DER WEID, Jean Marc. **Soja transgênica: tudo contra**. São Paulo: Carta Maior. Disponível em: <[http://www.cartamaior.com.br/templates/materiaMostrar.cfm?materia\\_id=14616](http://www.cartamaior.com.br/templates/materiaMostrar.cfm?materia_id=14616)>. Acesso em 05/09/2007.

WEHRMANN, Magda e DUARTE, Laura. *O que há em comum entre a região das Missões e Lavrados de Roraima? Ou os percursos da soja até a Amazônia Legal*. In: SAYAGO, Doris, TOURRAND, e BURSZTYN, Marcel. **Amazônia: cenas e cenários**. Brasília: UnB, 2004.

WILKINSON, John (coord.) **A transnacionalização da indústria de sementes no Brasil. Biotecnologia, patentes e biodiversidade**. Rio de Janeiro: ActionAid Brasil, 2000.

YATES, Scott. **Simultaneous release with other countries no longer a condition**. In: Capital Press. Publicado em 6 de fev. de 2008.

## ANEXOS

### ANEXO 1

Tabela 57 – EUA - Número estimado de casos de pirataria de sementes sob investigação e processo judicial pela Monsanto Corporation, 2006

<b>Monsanto's vs. U.S. Farmers</b>								
Estimates of Number of "Seed Piracy Matters" by Region/State and Sums Paid by Farmers to Monsanto								
Region or State	No. of Counties	Min. No. Cases	Max. No. Cases	Seed Piracy Update	Average Settlement	Maximum Settlement	Minimum Collected	Maximum Collected
North & South Carolina	58	289	505	June 2006	\$72,229	\$919,068	\$20,874,181	\$36,475,645
Missouri and Kansas	114	422	785	June 2006	\$28,442	\$195,636	\$12,002,524	\$22,326,970
Illinois	81	307	564	June 2006	\$34,476	\$200,000	\$10,584,132	\$19,444,464
Minnesota, North & South Dakota	100	291	574	June 2006	\$32,317	\$136,333	\$9,404,247	\$18,549,958
Michigan and Ohio	89	312	584	May 2006	\$28,111	\$96,400	\$8,770,632	\$16,416,824
Indiana	74	223	434	June 2006	\$33,934	\$225,000	\$7,567,282	\$14,727,356
Kentucky	23	68	131	June 2006	\$83,867	\$230,000	\$5,702,956	\$10,986,577
Iowa	90	276	532	June 2006	\$20,536	\$175,000	\$5,667,936	\$10,925,152
VA, MD, DE, NJ, PA	39	80	175	June 2006	\$37,671	\$52,073	\$3,013,680	\$6,592,425
Nebraska	43	123	247	June 2006	\$16,797	\$48,139	\$2,066,031	\$4,148,859
<b>TOTALS</b>	<b>711</b>	<b>2391</b>	<b>4531</b>				<b>\$85,653,601</b>	<b>\$160,594,230</b>

Ten documents entitled "Seed Piracy: [State/Region] Local Update" were downloaded in the summer of 2006 from [www.monsantoperformance.com](http://www.monsantoperformance.com) for the given states/regions (see Appendix II). All documents dated 06/06 except Michigan-Ohio (05/06). As of October 24, 2007, documents no longer posted. Methodology: On each state/regional Seed Piracy Update, Monsanto provides a map of "seed piracy matters" by county. The map is color-coded by county for 1-3, 4-7, 8-13, 14-23 or 24-36 seed piracy matters. Adding together the lower-bound figures for each county provides the minimum number of cases, while adding together the upper-bound figures for each county provides the maximum number of cases, for the given state or region. Multiplication of the minimum and maximum seed piracy matters by the "average settlement" for the state/region gives the minimum and maximum settlement amounts for the given state/region. Summation of these figures for all ten "Seed Piracy" updates gives the estimated minimum number of settlements (2,391), the maximum number of settlements (4,531), and the range of settlement amounts for the 19 states covered by the ten documents. All cases involved Roundup Ready soybeans.

# Seed Piracy

**Michigan/Ohio Local Update**

**Serious About Seed Stewardship**

Monsanto is committed to enhancing your productivity and profitability by bringing new seed technologies to market. As such, Monsanto patents seed and seed traits to protect its intellectual property. When growers purchase patented seed, they agree to respect the property rights held by the seed and trait providers.

Unfortunately, Monsanto has had to pursue several seed piracy matters in Michigan and Ohio during the last four years, including Monsanto's ongoing litigation efforts with William R. Potts of Mt. Sterling, Ohio. The litigation stems from a lawsuit filed July 23, 2003.

Monsanto alleges that Potts infringed upon its patent rights through unauthorized sales of Roundup Ready<sup>®</sup> Soybean seed. Recent efforts in the litigation have focused on establishing the scope of the alleged infringing conduct by Potts. Monsanto anticipates the case will be set for trial in late 2005 or early 2006.

**Michigan/Ohio Infringements**

The items below represent growers involved in seed piracy matters in Michigan/Ohio. All of these cases involved saving Roundup Ready Soybeans.

**Seed Piracy Matters by County**

Resolution Type	Grand Total
Average Settlement in M/OH	\$28,111
Maximum Settlement in M/OH	\$96,400
Average U.S. Settlement	\$50,882
Avg. U.S. Settlement \$/unit	-\$100

**IT'S NOT WORTH THE RISK!**

- Loss of Technology License—Loss of Access to All Traits
- Financial Exposure up to \$500/acre
- Litigation Costs
- Crop and/or Seed Destroy

Monsanto returns all pretrial cash settlements back to rural America through the Commitment to Agriculture Scholarship Program and related youth initiatives. Over the past seven years alone the scholarship program has awarded nearly \$900,000 to 660 farm youth pursuing an education and career in agriculture. For more information, visit [www.monsanto.com](http://www.monsanto.com).

Monsanto receives hundreds of calls and letters each year about potential seed piracy cases nationwide. Anyone with concerns or questions about seed piracy can anonymously call 1-800-768-6387.

ALWAYS READ AND FOLLOW THE LABEL DIRECTIONS. Roundup Ready<sup>®</sup> is a registered trademark of Monsanto Technology LLC. ©2005 Monsanto Company. Roundup Ready<sup>®</sup> technology is protected under one or more of the following U.S. Patent Nos.: 6,830,949; 6,830,950; 6,830,951; 6,830,952; 6,830,953; 6,830,954; 6,830,955; 6,830,956; 6,830,957; 6,830,958; 6,830,959; 6,830,960; 6,830,961; 6,830,962; 6,830,963; 6,830,964; 6,830,965; 6,830,966; 6,830,967; 6,830,968; 6,830,969; 6,830,970; 6,830,971; 6,830,972; 6,830,973; 6,830,974; 6,830,975; 6,830,976; 6,830,977; 6,830,978; 6,830,979; 6,830,980; 6,830,981; 6,830,982; 6,830,983; 6,830,984; 6,830,985; 6,830,986; 6,830,987; 6,830,988; 6,830,989; 6,830,990; 6,830,991; 6,830,992; 6,830,993; 6,830,994; 6,830,995; 6,830,996; 6,830,997; 6,830,998; 6,830,999; 6,831,000; 6,831,001; 6,831,002; 6,831,003; 6,831,004; 6,831,005; 6,831,006; 6,831,007; 6,831,008; 6,831,009; 6,831,010; 6,831,011; 6,831,012; 6,831,013; 6,831,014; 6,831,015; 6,831,016; 6,831,017; 6,831,018; 6,831,019; 6,831,020; 6,831,021; 6,831,022; 6,831,023; 6,831,024; 6,831,025; 6,831,026; 6,831,027; 6,831,028; 6,831,029; 6,831,030; 6,831,031; 6,831,032; 6,831,033; 6,831,034; 6,831,035; 6,831,036; 6,831,037; 6,831,038; 6,831,039; 6,831,040; 6,831,041; 6,831,042; 6,831,043; 6,831,044; 6,831,045; 6,831,046; 6,831,047; 6,831,048; 6,831,049; 6,831,050; 6,831,051; 6,831,052; 6,831,053; 6,831,054; 6,831,055; 6,831,056; 6,831,057; 6,831,058; 6,831,059; 6,831,060; 6,831,061; 6,831,062; 6,831,063; 6,831,064; 6,831,065; 6,831,066; 6,831,067; 6,831,068; 6,831,069; 6,831,070; 6,831,071; 6,831,072; 6,831,073; 6,831,074; 6,831,075; 6,831,076; 6,831,077; 6,831,078; 6,831,079; 6,831,080; 6,831,081; 6,831,082; 6,831,083; 6,831,084; 6,831,085; 6,831,086; 6,831,087; 6,831,088; 6,831,089; 6,831,090; 6,831,091; 6,831,092; 6,831,093; 6,831,094; 6,831,095; 6,831,096; 6,831,097; 6,831,098; 6,831,099; 6,831,100; 6,831,101; 6,831,102; 6,831,103; 6,831,104; 6,831,105; 6,831,106; 6,831,107; 6,831,108; 6,831,109; 6,831,110; 6,831,111; 6,831,112; 6,831,113; 6,831,114; 6,831,115; 6,831,116; 6,831,117; 6,831,118; 6,831,119; 6,831,120; 6,831,121; 6,831,122; 6,831,123; 6,831,124; 6,831,125; 6,831,126; 6,831,127; 6,831,128; 6,831,129; 6,831,130; 6,831,131; 6,831,132; 6,831,133; 6,831,134; 6,831,135; 6,831,136; 6,831,137; 6,831,138; 6,831,139; 6,831,140; 6,831,141; 6,831,142; 6,831,143; 6,831,144; 6,831,145; 6,831,146; 6,831,147; 6,831,148; 6,831,149; 6,831,150; 6,831,151; 6,831,152; 6,831,153; 6,831,154; 6,831,155; 6,831,156; 6,831,157; 6,831,158; 6,831,159; 6,831,160; 6,831,161; 6,831,162; 6,831,163; 6,831,164; 6,831,165; 6,831,166; 6,831,167; 6,831,168; 6,831,169; 6,831,170; 6,831,171; 6,831,172; 6,831,173; 6,831,174; 6,831,175; 6,831,176; 6,831,177; 6,831,178; 6,831,179; 6,831,180; 6,831,181; 6,831,182; 6,831,183; 6,831,184; 6,831,185; 6,831,186; 6,831,187; 6,831,188; 6,831,189; 6,831,190; 6,831,191; 6,831,192; 6,831,193; 6,831,194; 6,831,195; 6,831,196; 6,831,197; 6,831,198; 6,831,199; 6,831,200; 6,831,201; 6,831,202; 6,831,203; 6,831,204; 6,831,205; 6,831,206; 6,831,207; 6,831,208; 6,831,209; 6,831,210; 6,831,211; 6,831,212; 6,831,213; 6,831,214; 6,831,215; 6,831,216; 6,831,217; 6,831,218; 6,831,219; 6,831,220; 6,831,221; 6,831,222; 6,831,223; 6,831,224; 6,831,225; 6,831,226; 6,831,227; 6,831,228; 6,831,229; 6,831,230; 6,831,231; 6,831,232; 6,831,233; 6,831,234; 6,831,235; 6,831,236; 6,831,237; 6,831,238; 6,831,239; 6,831,240; 6,831,241; 6,831,242; 6,831,243; 6,831,244; 6,831,245; 6,831,246; 6,831,247; 6,831,248; 6,831,249; 6,831,250; 6,831,251; 6,831,252; 6,831,253; 6,831,254; 6,831,255; 6,831,256; 6,831,257; 6,831,258; 6,831,259; 6,831,260; 6,831,261; 6,831,262; 6,831,263; 6,831,264; 6,831,265; 6,831,266; 6,831,267; 6,831,268; 6,831,269; 6,831,270; 6,831,271; 6,831,272; 6,831,273; 6,831,274; 6,831,275; 6,831,276; 6,831,277; 6,831,278; 6,831,279; 6,831,280; 6,831,281; 6,831,282; 6,831,283; 6,831,284; 6,831,285; 6,831,286; 6,831,287; 6,831,288; 6,831,289; 6,831,290; 6,831,291; 6,831,292; 6,831,293; 6,831,294; 6,831,295; 6,831,296; 6,831,297; 6,831,298; 6,831,299; 6,831,300; 6,831,301; 6,831,302; 6,831,303; 6,831,304; 6,831,305; 6,831,306; 6,831,307; 6,831,308; 6,831,309; 6,831,310; 6,831,311; 6,831,312; 6,831,313; 6,831,314; 6,831,315; 6,831,316; 6,831,317; 6,831,318; 6,831,319; 6,831,320; 6,831,321; 6,831,322; 6,831,323; 6,831,324; 6,831,325; 6,831,326; 6,831,327; 6,831,328; 6,831,329; 6,831,330; 6,831,331; 6,831,332; 6,831,333; 6,831,334; 6,831,335; 6,831,336; 6,831,337; 6,831,338; 6,831,339; 6,831,340; 6,831,341; 6,831,342; 6,831,343; 6,831,344; 6,831,345; 6,831,346; 6,831,347; 6,831,348; 6,831,349; 6,831,350; 6,831,351; 6,831,352; 6,831,353; 6,831,354; 6,831,355; 6,831,356; 6,831,357; 6,831,358; 6,831,359; 6,831,360; 6,831,361; 6,831,362; 6,831,363; 6,831,364; 6,831,365; 6,831,366; 6,831,367; 6,831,368; 6,831,369; 6,831,370; 6,831,371; 6,831,372; 6,831,373; 6,831,374; 6,831,375; 6,831,376; 6,831,377; 6,831,378; 6,831,379; 6,831,380; 6,831,381; 6,831,382; 6,831,383; 6,831,384; 6,831,385; 6,831,386; 6,831,387; 6,831,388; 6,831,389; 6,831,390; 6,831,391; 6,831,392; 6,831,393; 6,831,394; 6,831,395; 6,831,396; 6,831,397; 6,831,398; 6,831,399; 6,831,400; 6,831,401; 6,831,402; 6,831,403; 6,831,404; 6,831,405; 6,831,406; 6,831,407; 6,831,408; 6,831,409; 6,831,410; 6,831,411; 6,831,412; 6,831,413; 6,831,414; 6,831,415; 6,831,416; 6,831,417; 6,831,418; 6,831,419; 6,831,420; 6,831,421; 6,831,422; 6,831,423; 6,831,424; 6,831,425; 6,831,426; 6,831,427; 6,831,428; 6,831,429; 6,831,430; 6,831,431; 6,831,432; 6,831,433; 6,831,434; 6,831,435; 6,831,436; 6,831,437; 6,831,438; 6,831,439; 6,831,440; 6,831,441; 6,831,442; 6,831,443; 6,831,444; 6,831,445; 6,831,446; 6,831,447; 6,831,448; 6,831,449; 6,831,450; 6,831,451; 6,831,452; 6,831,453; 6,831,454; 6,831,455; 6,831,456; 6,831,457; 6,831,458; 6,831,459; 6,831,460; 6,831,461; 6,831,462; 6,831,463; 6,831,464; 6,831,465; 6,831,466; 6,831,467; 6,831,468; 6,831,469; 6,831,470; 6,831,471; 6,831,472; 6,831,473; 6,831,474; 6,831,475; 6,831,476; 6,831,477; 6,831,478; 6,831,479; 6,831,480; 6,831,481; 6,831,482; 6,831,483; 6,831,484; 6,831,485; 6,831,486; 6,831,487; 6,831,488; 6,831,489; 6,831,490; 6,831,491; 6,831,492; 6,831,493; 6,831,494; 6,831,495; 6,831,496; 6,831,497; 6,831,498; 6,831,499; 6,831,500; 6,831,501; 6,831,502; 6,831,503; 6,831,504; 6,831,505; 6,831,506; 6,831,507; 6,831,508; 6,831,509; 6,831,510; 6,831,511; 6,831,512; 6,831,513; 6,831,514; 6,831,515; 6,831,516; 6,831,517; 6,831,518; 6,831,519; 6,831,520; 6,831,521; 6,831,522; 6,831,523; 6,831,524; 6,831,525; 6,831,526; 6,831,527; 6,831,528; 6,831,529; 6,831,530; 6,831,531; 6,831,532; 6,831,533; 6,831,534; 6,831,535; 6,831,536; 6,831,537; 6,831,538; 6,831,539; 6,831,540; 6,831,541; 6,831,542; 6,831,543; 6,831,544; 6,831,545; 6,831,546; 6,831,547; 6,831,548; 6,831,549; 6,831,550; 6,831,551; 6,831,552; 6,831,553; 6,831,554; 6,831,555; 6,831,556; 6,831,557; 6,831,558; 6,831,559; 6,831,560; 6,831,561; 6,831,562; 6,831,563; 6,831,564; 6,831,565; 6,831,566; 6,831,567; 6,831,568; 6,831,569; 6,831,570; 6,831,571; 6,831,572; 6,831,573; 6,831,574; 6,831,575; 6,831,576; 6,831,577; 6,831,578; 6,831,579; 6,831,580; 6,831,581; 6,831,582; 6,831,583; 6,831,584; 6,831,585; 6,831,586; 6,831,587; 6,831,588; 6,831,589; 6,831,590; 6,831,591; 6,831,592; 6,831,593; 6,831,594; 6,831,595; 6,831,596; 6,831,597; 6,831,598; 6,831,599; 6,831,600; 6,831,601; 6,831,602; 6,831,603; 6,831,604; 6,831,605; 6,831,606; 6,831,607; 6,831,608; 6,831,609; 6,831,610; 6,831,611; 6,831,612; 6,831,613; 6,831,614; 6,831,615; 6,831,616; 6,831,617; 6,831,618; 6,831,619; 6,831,620; 6,831,621; 6,831,622; 6,831,623; 6,831,624; 6,831,625; 6,831,626; 6,831,627; 6,831,628; 6,831,629; 6,831,630; 6,831,631; 6,831,632; 6,831,633; 6,831,634; 6,831,635; 6,831,636; 6,831,637; 6,831,638; 6,831,639; 6,831,640; 6,831,641; 6,831,642; 6,831,643; 6,831,644; 6,831,645; 6,831,646; 6,831,647; 6,831,648; 6,831,649; 6,831,650; 6,831,651; 6,831,652; 6,831,653; 6,831,654; 6,831,655; 6,831,656; 6,831,657; 6,831,658; 6,831,659; 6,831,660; 6,831,661; 6,831,662; 6,831,663; 6,831,664; 6,831,665; 6,831,666; 6,831,667; 6,831,668; 6,831,669; 6,831,670; 6,831,671; 6,831,672; 6,831,673; 6,831,674; 6,831,675; 6,831,676; 6,831,677; 6,831,678; 6,831,679; 6,831,680; 6,831,681; 6,831,682; 6,831,683; 6,831,684; 6,831,685; 6,831,686; 6,831,687; 6,831,688; 6,831,689; 6,831,690; 6,831,691; 6,831,692; 6,831,693; 6,831,694; 6,831,695; 6,831,696; 6,831,697; 6,831,698; 6,831,699; 6,831,700; 6,831,701; 6,831,702; 6,831,703; 6,831,704; 6,831,705; 6,831,706; 6,831,707; 6,831,708; 6,831,709; 6,831,710; 6,831,711; 6,831,712; 6,831,713; 6,831,714; 6,831,715; 6,831,716; 6,831,717; 6,831,718; 6,831,719; 6,831,720; 6,831,721; 6,831,722; 6,831,723; 6,831,724; 6,831,725; 6,831,726; 6,831,727; 6,831,728; 6,831,729; 6,831,730; 6,831,731; 6,831,732; 6,831,733; 6,831,734; 6,831,735; 6,831,736; 6,831,737; 6,831,738; 6,831,739; 6,831,740; 6,831,741; 6,831,742; 6,831,743; 6,831,744; 6,831,745; 6,831,746; 6,831,747; 6,831,748; 6,831,749; 6,831,750; 6,831,751; 6,831,752; 6,831,753; 6,831,754; 6,831,755; 6,831,756; 6,831,757; 6,831,758; 6,831,759; 6,831,760; 6,831,761; 6,831,762; 6,831,763; 6,831,764; 6,831,765; 6,831,766; 6,831,767; 6,831,768; 6,831,769; 6,831,770; 6,831,771; 6,831,772; 6,831,773; 6,831,774; 6,831,775; 6,831,776; 6,831,777; 6,831,778; 6,831,779; 6,831,780; 6,831,781; 6,831,782; 6,831,783; 6,831,784; 6,831,785; 6,831,786; 6,831,787; 6,831,788; 6,831,789; 6,831,790; 6,831,791; 6,831,792; 6,831,793; 6,831,794; 6,831,795; 6,831,796; 6,831,797; 6,831,798; 6,831,799; 6,831,800; 6,831,801; 6,831,802; 6,831,803; 6,831,804; 6,831,805; 6,831,806; 6,831,807; 6,831,808; 6,831,809; 6,831,810; 6,831,811; 6,831,812; 6,831,813; 6,831,814; 6,831,815; 6,831,816; 6,831,817; 6,831,818; 6,831,819; 6,831,820; 6,831,821; 6,831,822; 6,831,823; 6,831,824; 6,831,825; 6,831,826; 6,831,827; 6,831,828; 6,831,829; 6,831,830; 6,831,831; 6,831,832; 6,831,833; 6,831,834; 6,831,835; 6,831,836; 6,831,837; 6,831,838; 6,831,839; 6,831,840; 6,831,841; 6,831,842; 6,831,843; 6,831,844; 6,831,845; 6,831,846; 6,831,847; 6,831,848; 6,831,849; 6,831,850; 6,831,851; 6,831,852; 6,831,853; 6,831,854; 6,831,855; 6,831,856; 6,831,857; 6,831,858; 6,831,859; 6,831,860; 6,831,861; 6,831,862; 6,831,863; 6,831,864; 6,831,865; 6,831,866; 6,831,867; 6,831,868; 6,831,869; 6,831,870; 6,831,871; 6,831,872; 6,831,873; 6,831,874; 6,831,875; 6,831,876; 6,831,877; 6,831,878; 6,831,879; 6,831,880; 6,831,881; 6,831,882; 6,831,883; 6,831,884; 6,831,885; 6,831,886; 6,831,887; 6,831,888; 6,831,889; 6,831,890; 6,831,891; 6,831,892; 6,831,893; 6,831,894; 6,831,895; 6,831,896; 6,831,897; 6,831,898; 6,831,899; 6,831,900; 6,831,901; 6,831,902; 6,831,903; 6,831,904; 6,831,905; 6,831,906; 6,831,907; 6,831,908; 6,831,909; 6,831,910; 6,831,911; 6,831,912; 6,831,913; 6,831,914; 6,831,915; 6,831,916; 6,831,917; 6,831,918; 6,831,919; 6,831,920; 6,831,921; 6,831,922; 6,831,923; 6,831,924; 6,831,925; 6,831,926; 6,831,927; 6,831,928; 6,831,929; 6,831,930; 6,831,931; 6,831,932; 6,831,933; 6,831,934; 6,831,935; 6,831,936; 6,831,937; 6,831,938; 6,831,939; 6,831,940; 6,831,941; 6,831,942; 6,831,943; 6,831,944; 6,831,945; 6,831,946; 6,831,947; 6,831,948; 6,831,949; 6,831,950; 6,831,951; 6,831,952; 6,831,953; 6,831,954; 6,831,955; 6,831,956; 6,831,957; 6,831,958; 6,831,959; 6,831,960; 6,831,961; 6,831,962; 6,831,963; 6,831,964; 6,831,965; 6,831,966; 6,831,967; 6,831,968; 6,831,969; 6,831,970; 6,831,971; 6,831,972; 6,831,973; 6,831,974; 6,831,975; 6,831,976; 6,831,977; 6,831,978; 6,831,979; 6,831,980; 6,831,981; 6,831,982; 6,831,983; 6,831,984; 6,831,985; 6,831,986; 6,831,987; 6,831,988; 6,831,989; 6,831,990; 6,831,991; 6,

ANEXO 3

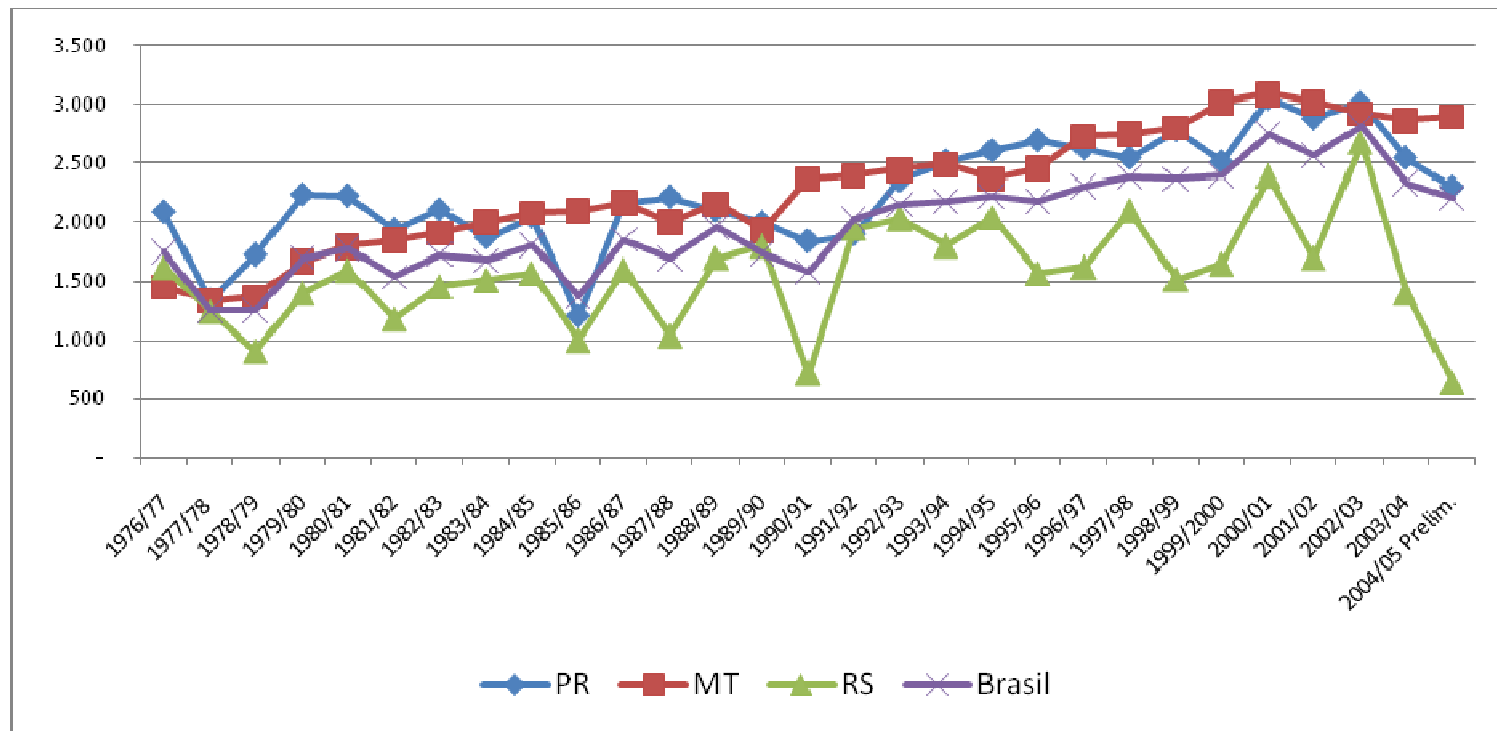


Figura 53 – Produtividade da Soja no Brasil e em estados selecionados (Kg/ha) no período 1976 a 2005  
 Fonte: CONAB – elaboração do autor.

ANEXO 4

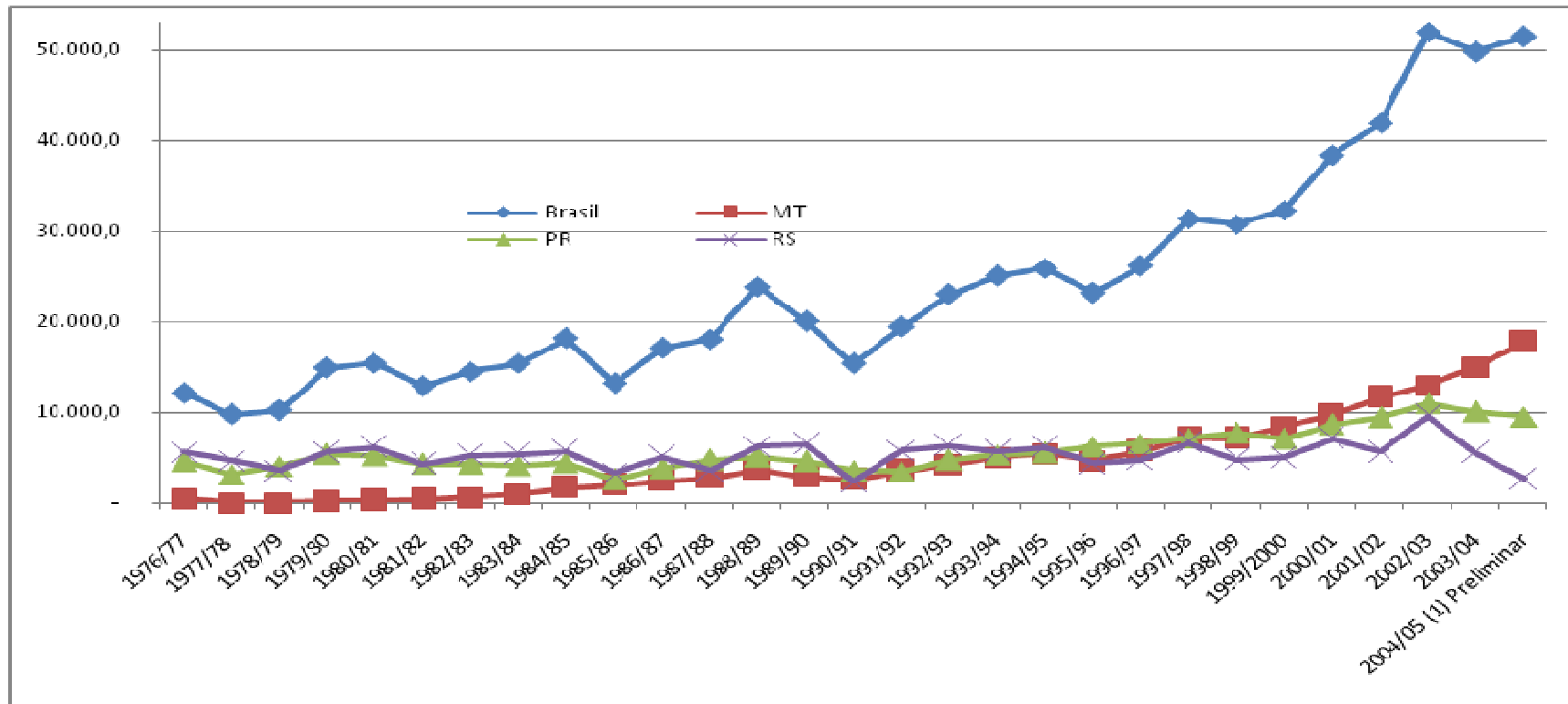


Figura 54 - Produção de soja no Brasil e em estados seleccionados (em 1000 ton)  
 Fonte: CONAB. Elaboração do autor

## ANEXO 5

Tabela 58 – Rendimento médio de grãos, em Kg/ha e em % em relação à média do respectivo ciclo, das cultivares de soja da Rede Soja Sul, no Estado do Rio Grande do Sul (anos 2003/04 a 2005/06)

Ciclo/ Cultivar	2003/04		2004/05		2005/06	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
<b>Ciclo precoce</b>						
BRS 138	2.380	97	1.824	106	2.839	97
BRS 211	2.637	108	1.644	96	2.979	102
BRS 243RR	---	---	---	---	2.896	99
BRS Macota	2.434	99	1.710	100	3.105	106
CD 202	2.552	104	1.892	110	2.674	91
CD 210	2.318	95	1.686	98	2.759	94
CD 212RR	---	---	---	---	2.769	95
CD 213RR	---	---	---	---	2.884	99
CD 214RR	---	---	---	---	2.926	100
CD 215	2.417	99	1.600	93	2.980	102
CD 216	---	---	---	---	3.218	110
CD 221	---	---	---	---	2.796	95
CEPCD 41	2.385	98	1.736	101	2.986	102
Fepagro 25	2.443	100	1.799	105	3.006	103
Média	2.446	100	1.714	100	2.925	100
<b>Ciclo semiprecoce</b>						
BRS 137	2.359	104	1.693	99	2.931	105
BRS 205	2.381	105	1.597	93	2.940	105
BRS 255RR	---	---	---	---	2.669	96
CD 201	2.069	91	1.607	94	2.841	102
CD 203	2.249	99	1.787	104	2.576	92
Média	2.264	100	1.714	100	2.791	100
<b>Ciclo médio</b>						
BRS 66	2.331	98	1.688	97	3.094	104
BRS 153	2.674	112	1.610	93	2.998	101
BRS 154	2.495	105	1.680	97	2.950	99
BRS 244RR	---	---	---	---	2.661	89
BRS 246RR	---	---	---	---	2.954	99
BRS Fepagro 24	2.270	95	1.662	96	2.893	97
BRS Sinuelo	2.387	100	1.701	98	3.036	102
BRS Tebana	2.296	96	1.608	93	2.922	98
CD 206	2.322	98	1.727	99	2.568	86
CD 209	2.139	90	1.933	111	3.109	105
CD 217	2.391	100	1.562	90	2.847	96
CD 218	---	---	---	---	2.885	97
CDFAPA	---	---	---	---	2.594	87
Fundacep 33	2.358	99	1.816	105	3.130	105
Fundacep 38	2.304	97	1.872	108	3.156	106
Fundacep 39	2.554	107	1.814	104	3.387	114
Fundacep 44	2.553	107	1.863	107	3.122	105
Fundacep 53RR	---	---	---	---	3.186	107
Média	2.378	100	1.736	100	2.972	100

Tabela 3.2 – continuação

Ciclo/ Cultivar	2003/04		2004/05		2005/06	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
<b>Ciclo semitardio</b>						
BRS Cambona	2.183	94	1.716	91	2.984	97
BRS Candiero	2.468	106	1.857	98	3.102	101
BRS Pala	2.202	95	1.737	92	3.046	99
BRS Pampa RR	---	---	---	---	2.759	90
BRS Torena	2.438	105	2.271	120	3.492	113
Média	2.323	100	1.894	100	3.077	100
<b>Ciclo tardio</b>						
BRS 266	2.356	104	1.883	99	3.359	110
BRS Charrua RR	---	---	---	---	2.735	90
BRS Fepagro 23	2.096	92	1.861	98	3.095	102
CD 205	2.190	96	2.039	108	3.184	105
Fepagro RS-10	2.189	96	1.830	97	3.109	102
Fepagro 16	2.443	107	1.791	95	2.862	94
Fundacep Missões	2.380	105	1.959	103	3.494	115
Fundacep 54 RR	---	---	---	---	2.483	82
Média	2.276	100	1.894	100	3.040	100

Fonte: REUNIÃO..., 2006 p.25

## ANEXO 6



Tabela 59 – Estimativa do custo de produção da cultura da soja convencional por hectare, no município de Andirá, PR, safra 2009/09.

Geral	Unidade	Quantidade	Custo fixo	Custo variável	Custo do item	Peso (%)
Calcário	T	2,50	0,00	66,67	66,67	4,70
Semente	KG	60,00	0,00	105,00	105,00	7,40
Fungicida (TM)	L	0,125	0,00	7,50	7,50	0,53
Micronutriente	L	0,120	0,00	14,40	14,40	1,02
Adubo	T	0,20	0,00	290,00	290,00	20,45
Herbicida de dessecação 1	L	2,00	0,00	34,00	34,00	2,40
Herbicida POS - 1	L	0,80	0,00	52,00	52,00	3,67
Herbicida POS - 2	L	1,00	0,00	65,00	65,00	4,58
Fungicida 1	L	0,30	0,00	37,50	37,50	2,64
Fungicida 2	L	0,30	0,00	40,50	40,50	2,86
Inseticida 1	L	1,00	0,00	17,00	17,00	1,20
Inseticida 2	L	0,60	0,00	10,20	10,20	0,72
Inseticida 3	L	0,03	0,00	4,95	4,95	0,35
Espalhante adesivo	L	1,00	0,00	6,00	6,00	0,42
<b>Custo dos insumos</b>			<b>0,00</b>	<b>750,72</b>	<b>750,72</b>	<b>52,93</b>
Correção do solo	HM	0,10	6,12	3,20	9,32	0,66
Plantio/adubação	HM	0,75	26,55	24,02	50,57	3,57
Herbicida	HM	0,90	26,32	28,83	55,15	3,89
Inseticida	HM	0,90	26,32	28,83	55,15	3,89
Fungicida	HM	0,60	17,55	19,22	36,77	2,59
Transporte			0,00	41,00	41,00	2,89
Análise do solo			0,00	0,25	0,25	0,02
<b>Custo das máquinas, equipamentos e operações</b>			<b>102,86</b>	<b>145,34</b>	<b>248,20</b>	<b>17,50</b>
Mão-de-obra			-	55,40	55,40	3,91
Assistência técnica		2,00%	-	17,10	17,10	1,21
Serviços de colheita		6,00%	-	123,00	123,00	8,67
Recepção/secagem/limpeza			-	75,00	75,00	5,29
CESRR		2,30%	-	47,15	47,15	3,32
Seguro/PROAGRO		2,90%	-	24,79	24,79	1,75
Juros sobre custeio		6,75%	-	28,85	28,85	2,03
Benfeitorias			27,53	-	27,53	1,94
Fundo de capital		1,00%	-	20,50	20,50	1,45
<b>Custo de mão-de-obra, taxas, e benfeitorias</b>			<b>27,53</b>	<b>391,79</b>	<b>419,32</b>	<b>29,57</b>
HM = hora/máquina. T = tonelada, KG = quilo e L = litro. TM = tratamento de semente.						
Custo de utilização da terra: R\$ 126,03 Produtividade esperada: 50 sacas / hectare						
<b>Custos sem considerar o custo de utilização da terra. Preço da saca e número de sacas.</b>						
	Fixo / ha	Variável / ha	Total / ha	Saca	Preço	Nº sacas
R\$	130,39	1.287,85	1.418,24	28,36	41,00	34,59
Peso (%)	9,2	90,8	100			
<b>Custos considerando o custo de utilização da terra. Preço da saca e número de sacas.</b>						
	Fixo / ha	Variável / ha	Total / ha	Saca	Preço	Nº sacas
R\$	256,42	1.287,85	1.544,27	30,89	41,00	37,67
Peso (%)	16,6	83,4	100			

Fonte: HIRAKURI, 2008 p. 3

ANEXO 7

Tabela 60 – Estimativa do custo de produção da cultura da soja transgênica por hectare, na região de Ubitatã, PR, safra 2008/09.

Geral	Unidade	Quantidade	Custo fixo	Custo variável	Custo total	Peso %
Calcário	T	2,00	0,00	32,00	32,00	2,06
Semente	KG	65,00	0,00	159,25	159,25	10,26
Fungicida (TM)	L	0,065	0,00	2,28	2,28	0,15
Inseticida (TM)	L	0,065	0,00	24,56	24,56	1,58
Micronutriente	L	0,065	0,00	8,78	8,78	0,57
Adubo	T	0,25	0,00	405,75	405,75	26,15
Herbicida de dessecação 1	L	3,00	0,00	46,60	46,60	3,00
Herbicida POS - 1	L	2,00	0,00	31,60	31,60	2,04
Herbicida POS - 2	L	2,00	0,00	31,60	31,60	2,04
Fungicida 1	L	0,30	0,00	42,21	42,21	2,72
Fungicida 2	L	0,50	0,00	43,56	43,56	2,81
Inseticida 1	L	0,12	0,00	4,10	4,10	0,26
Inseticida 2	L	0,15	0,00	9,90	9,90	0,64
Inseticida 3	L	0,25	0,00	33,00	33,00	2,13
Espalhante adesivo	L	0,60	0,00	3,84	3,84	0,25
<b>Custo dos insumos</b>			<b>0,00</b>	<b>879,02</b>	<b>879,02</b>	<b>56,66</b>
Correção do solo	HM	0,06	6,12	1,92	8,04	0,52
Plantio/adubação	HM	0,75	26,55	24,02	50,57	3,26
Herbicida	HM	0,90	26,32	28,83	55,15	3,55
Inseticida	HM	0,90	26,32	28,83	55,15	3,55
Fungicida	HM	0,60	17,55	19,22	36,77	2,37
Transporte			0,00	40,39	40,39	2,60
Análise do solo			0,00	0,27	0,27	0,02
<b>Custo das máquinas, equipamentos e operações</b>			<b>102,86</b>	<b>143,46</b>	<b>246,32</b>	<b>15,88</b>
Mão-de-obra			-	55,60	55,60	3,58
Assistência técnica		2,00%	-	19,64	19,64	1,27
Serviços de colheita		6,00%	-	121,16	121,16	7,81
Recepção/secagem/limpeza			-	73,88	73,88	4,76
CESRR		2,30%	-	46,44	46,44	2,99
Seguro/PROAGRO		2,90%	-	28,47	28,47	1,84
Juros sobre custeio		6,75%	-	33,14	33,14	2,14
Benfeitorias			27,53	-	27,53	1,77
Fundo de capital		1,00%	-	20,19	20,19	1,30
<b>Custo de mão-de-obra, taxas, e benfeitorias</b>			<b>27,53</b>	<b>398,51</b>	<b>426,04</b>	<b>27,46</b>
HM = hora/máquina. T = tonelada, KG = quilo e L = litro. TM = tratamento de semente.						
Custo de utilização da terra: R\$ 206,61 Produtividade esperada: 49,25 sacas por hectare						
<b>Custos sem considerar o custo de utilização da terra. Preço da saca e número de sacas.</b>						
	Fixo / ha	Variável / ha	Total / ha	Saca	Preço	Nº sacas
R\$	130,39	1.421,00	1.551,39	31,50	41,00	37,84
Peso (%)	8,4	91,6	100			
<b>Custos considerando o custo de utilização da terra. Preço dasaca e número de sacas.</b>						
	Fixo / ha	Variável / ha	Total / ha	Saca	Preço	Nº sacas
R\$	337,00	1.421,00	1.758,00	35,70	41,00	42,88
Peso (%)	19,2	80,8	100			

Fonte: HIRAKURI, 2008 p. 10

## ANEXO 8

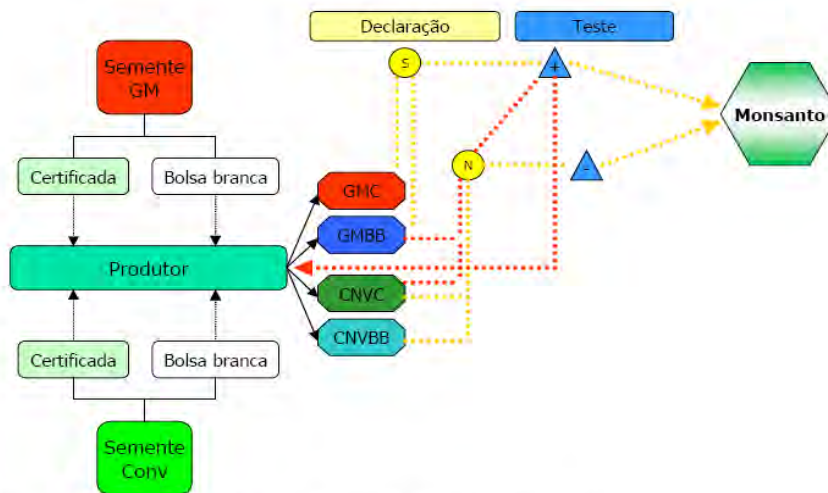


Figura 55 - Sistema de identificação de origem da soja no Brasil

Fonte: OSAKI e BATALHA, 2007 p. 17

Legenda: GMC – geneticamente modificada certificada; GMBB – geneticamente modificada bolsa branca (sem certificação); CNVC – Convencional Certificada e CNVBB – Convencional Bolsa Branca (sem certificação)

A Monsanto montou um sofisticado esquema de governabilidade para a cobrança de royalties. Cada etapa da cadeia produtiva recebe uma parcela dos royalties coletados, estimulando a fidelidade ao sistema.

O agricultor ao vender seu produto deve declarar ao comprador se ele é transgênico ou não. A origem da semente usada pelo agricultor pode ser certificada (comprada no mercado legal de sementes certificadas) ou bolsa branca (no caso da semente ser própria ou do mercado informal).

Se a soja for declarada pelo agricultor como transgênica, é verificado se o mesmo comprou a semente certificada ou não. Se a semente for certificada, em seguida é verificado se ele pagou a taxa tecnológica (royalties) na compra da semente, ou não. Em caso positivo já foi cobrado um valor de 0,30/kg de semente. Caso não foi paga a taxa com a compra da semente, é descontado o valor de 1,56% sobre o valor do grão de soja.

Caso o agricultor declarar que a soja não é GM, ainda assim é feito um teste para verificar a existência de transgenia ou não. Caso esse teste dê positivo, é cobrada uma taxa de 2% (valor superior ao cobrado caso ele declare antecipadamente que a soja é GM). O valor adicional seria uma espécie de multa pela não declaração voluntária quanto ao uso de tecnologia RR.

O valor dessas taxas varia ano a ano. Os percentuais acima citados tiveram validade para o ano safra de 2006/07. A partir de 01/06/2007 os percentuais seriam majorados para 2,1% para o caso de soja certificada e 2,7% para soja crioula/própria ou do mercado informal.

ANEXO 9

Tabela 61 – Diferenças nas taxas médias de aplicação de herbicida por acre em variedades de Soja RR versus convencionais, 1998.

	Percent Area Treated	Acres Planted	Average Number of Herbicides Applied per Acre	Average Pounds of Herbicides Applied per Acre
Conventional Varieties, No Glyphosate Applied	47.9%	34,803,176	2.7	1.08
Conventional Varieties, Glyphosate Applied	8.0%	5,789,284	3.2	1.45
Total Conventional Varieties		40,592,460		
RR Varieties	38.8%	28,197,596	1.4	1.22
Other HT Varieties	5.4%	3,929,944	2.8	1.06
Total HT Varieties		32,127,540		
All Soybeans	100%	72,720,000		
Weighted Average Rate on Conventional Acres	1.13			
Weighted Average Rate on HT Acres	1.20			
DIFFERENCE BETWEEN CONVENTIONAL AND HT VARIETIES	0.07			
Source: Percent area treated, number of applications and pounds applied per acre by type of seed are from special tabulations done by the Economic Research Service for Benbrook Consulting Services. Calculations of rates of application on conventional and HT soybeans by Benbrook Consulting Services.				

Fonte: BENBROOK, 2004 p. 24

## ANEXO 10

Tabela 62 – Custo de produção de soja convencional no município de Porto Barreiro, Paraná. Safra 2008/09.

<b>CUSTO DA PROD. DE SOJA (ALTA TEC.) P/ ALQ. SAF.2008/2009</b>					
<b>INSUMOS</b>					
<b>APLICAÇÃO</b>	<b>PRODUTO</b>	<b>UNID.</b>	<b>QTDE/alq.</b>	<b>VALOR un.</b>	<b>TOTAL</b>
Correção do Solo	Calcáreo	ton.	2,000	41,00	
Herb. Dessecação	Rondup WG	Kg	2,500	28,38	70,95
Inseticida	Galgotrin	Lts	0,200	68,16	13,63
Sementes	BRS-133	Scs	2,700	100,00	270,00
Fung. Trat. De Sem.	Derosal-Plus	Lts	0,300	59,80	17,94
Micro Nutriente	Como	Lts	0,400	85,00	34,00
Inoculante	Emerge	dose	3,000	3,32	9,96
Fertilizantes	00.20.20	Scs	15,000	42,00	630,00
Herb. Limpa	Podium-S	Lts	2,500	66,00	165,00
Herb. Limpa	Vezir	Lts	1,500	75,89	113,84
Herb. Limpa	Smart	Gr	0,140	696,60	97,52
Esp./Óleo	Attach	Lts	2,100	8,20	17,22
Inseticida	Certero	Lts	0,080	320,62	25,65
Inseticida	Tamarom	Lts	1,500	25,92	38,88
Fungicida	Sphere	Lts	0,800	197,00	157,60
Fungicida	Folicur	Lts	1,200	121,42	145,70
Total dos insumos (- calcáreo)					1.807,89
<b>TOTAL DOS INSUMOS</b>					<b>1.807,89</b>
<b>CUSTOS OPERACIONAIS</b>					
<b>Valor da Hora Máquina</b>					<b>R\$ 70,00</b>
Aplicação de Calcáreo		hrs	0,50		
Dessecação		hrs	0,80		56,00
Plantio		hrs	2,50		175,00
Aplic. De Herb. Limpa		hrs	0,80		56,00
Aplic. De Herb. Limpa		hrs	0,80		56,00
Aplic. De Fung./Inst.		hrs	0,80		56,00
Colheita		%	9,00		475,20
Transporte		%/ Valor p/ Sc		0,80	96,00
<b>TOTAL DOS CUSTOS OPERACIONAIS</b>					<b>970,20</b>
<b>OUTROS CUSTOS</b>					
Arrendamento		20 Sc de soja/alq.			880,00
Taxas ( Funrural, Tx. Adm.)		3,30%			174,24
Juros (8,75 % ao Ano)		8,75%			158,19
<b>TOTAL DOS OUTROS CUSTOS</b>					<b>1.212,43</b>
<b>RECEITA Estimada p/alq.</b>					
Prod. Estimada p/alq.		sacas			120
Preço de Venda Estimado		reais			44,00
<b>Receita Total Estimada por Alq.</b>					<b>5.280,00</b>
<b>(preço mín. de Venda p/ prod. Estim.)</b>		<b>33,25</b>	<b>Em sacas</b>		<b>Em R\$:</b>
Custo dos Insumos			41		1.807,89
Custos Operacionais			22		970,20
Outros Custos			28		1.212,43
Total dos Custos			91		3.990,53
<b>LUCRO (por alq.)</b>			<b>29,31</b>		<b>1.289,47</b>

Fonte: Elaboração do autor

Tabela 63 – Custo de produção de soja transgênica no município de Porto Barreiro, PR, safra 2008/09

<b>CUSTO DA PROD. DE <u>SOJA</u> RR (ALTA TEC.) P/ ALQ. SAF.2008/2009</b>					
<b>INSUMOS</b>					
<b>APLICAÇÃO</b>	<b>PRODUTO</b>	<b>UNID.</b>	<b>QTDE/alq.</b>	<b>VALOR un.</b>	<b>TOTAL</b>
Correção do Solo	Calcáreo	ton.	2,000	41,00	82,00
Herb. Dessecação	Rondup WG	Kg	2,500	28,38	70,95
Inseticida	Galgotrin	Lts	0,200	68,16	13,63
Sementes	CD-231	Scs	2,700	100,00	270,00
Fung. Trat. De Sem.	Derosal-Plus	Lts	0,300	59,80	17,94
Micro Nutriente	Como	Lts	0,400	85,00	34,00
Inoculante	Emerge	dose	3,000	3,32	9,96
Fertilizantes	00.20.20	Scs	15,000	42,00	630,00
1ª Herb. Limpa (glifos)	Rondup WG	Kg	2,500	28,38	70,95
2ª Herb. Limpa (glifos)	Rondup WG	Kg	2,500	28,38	70,95
Herb. Limpa		Gr	2,500	28,38	70,95
Esp./Óleo	Attach	Lts	2,100	8,20	17,22
Inseticida	Certero	Lts	0,080	320,62	25,65
Inseticida	Tamarom	Lts	1,500	25,92	38,88
Fungicida	Sphere	Lts	0,800	197,00	157,60
Fungicida	Folicur	Lts	1,200	121,42	145,70
Total dos insumos (- calcáreo)					1.644,39
<b>TOTAL DOS INSUMOS</b>					<b>1.726,39</b>
<b>CUSTOS OPERACIONAIS</b>					
<b>Valor da Hora Máquina</b>					<b>R\$ 70,00</b>
Aplicação de Calcáreo		hrs	0,50		
Dessecação		hrs	0,80		56,00
Plantio		hrs	2,50		175,00
1ª Aplic. De Herb. Limpa Ervas Daninhas		hrs	0,80		56,00
2ª Aplic. De Herb. Limpa Ervas Daninhas		hrs	0,80		56,00
3ª Aplic herb. Limpa ervas daninhas			0,80		56,00
Aplic. De Fung./Inst.		hrs	0,80		56,00
Colheita		%	9,00		316,80
Transporte		%/ Valor p/ Sc		0,80	64,00
<b>TOTAL DOS CUSTOS OPERACIONAIS</b>					<b>835,80</b>
<b>OUTROS CUSTOS</b>					
Arrendamento		20 Sc de soja/alq.			880,00
Taxas ( Funrural, Tx. Adm.)		3,30%			116,16
Royalties					
Juros (8,75 % ao Ano)		8,75%			143,88
<b>TOTAL DOS OUTROS CUSTOS</b>					<b>1.140,04</b>
<b>RECEITA Estimada p/alq.</b>					
<b>Prod. Estimada p/alq.</b>		sacas			<b>80</b>
Preço de Venda Estimado		reais			44,00
<b>Receita Total Estimada por Alq.</b>					<b>3.520,00</b>
<b>(preço mín. de Venda p/ prod. Estim.)</b>		<b>46,28</b>	<b>Em sacas</b>		<b>Em R\$:</b>
Custo dos Insumos			39		1.726,39
Custos Operacionais			19		835,80
Outros Custos			26		1.140,04
Total dos Custos			84		3.702,23
<b>LUCRO (por alqueire)</b>			<b>(4,14)</b>	<b>(182,23)</b>	

Fonte: Elaboração do autor

