



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**MANEJO DE SOLO E ÁGUA NO DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS
DE TRIGO NO BRASIL CENTRAL**

THIAGO RODRIGUES RAMOS FARIAS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA/DF

MARÇO/2012



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**MANEJO DE SOLO E ÁGUA NO DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS
DE TRIGO NO BRASIL CENTRAL**

THIAGO RODRIGUES RAMOS FARIAS

ORIENTADOR: Maria Lucrecia Gerosa Ramos

CO-ORIENTADOR: Walter Quadros Ribeiro Júnior

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
EM AGRONOMIA**

PUBLICAÇÃO: 046/2012

BRASÍLIA/DF

MARÇO/2012



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**MANEJO DE SOLO E ÁGUA NO DESEMPENHO AGRONÔMICO DE
GENÓTIPOS DE TRIGO NO BRASIL CENTRAL**

THIAGO RODRIGUES RAMOS FARIAS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM AGRONOMIA.

APROVADA POR:

MARIA LUCRÉCIA GEROSA RAMOS, DSc,
(Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - Universidade de Brasília – FAV)
(ORIENTADORA) CPF: 002.094.438-12 lucrecia@unb.br

EIYTI KATO, DSc,
(Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - Universidade de Brasília – FAV)
(EXAMINADOR INTERNO) CPF: 143.483.571-53. kato@unb.br

SIDNEI DEUNER, Dsc,
(Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados)
(EXAMINADOR EXTERNO) CPF: 036027699-76. sidnei.deuner@cpac.embrapa.br

BRASÍLIA/DF, 29 de Março de 2012.

FICHA CATALOGRÁFICA

FARIAS, Thiago Rodrigues Ramos

Manejo de solo e água no desempenho agronômico de genótipos de trigo no Brasil Central. / Thiago Rodrigues Ramos Farias; Orientação: Maria Lucrécia Gerosa Ramos; Co-orientação: Walter Quadros Ribeiro Júnior – Brasília, 2012. 69 p.

Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2011.

1. Trigo. 2. Uso de água. 3. Cerrado. 4. Plantio Direto. I. Ramos, M. L. G. II. D.Sc.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Farias, T.R.R. **Manejo de solo e água no desempenho agronômico de genótipos de trigo no Brasil Central.** Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília – Brasília, 2012; 69p. (Dissertação de Mestrado).

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Thiago Rodrigues Ramos Farias

TÍTULO: Manejo de solo e água no desempenho agronômico de genótipos no Brasil Central.

GRAU: Mestre ANO: 2012

É concedido à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado para único e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva os outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

Thiago Rodrigues Ramos Farias

*“Ninguém pode voltar atrás e fazer um novo começo, mas qualquer um pode começar
agora e fazer um novo fim.”*

Chico Xavier

Dedico à Minha Mãe, Minha avó, Meu pai, meus familiares e amigos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus Professores Orientadores, Maria Lucrécia e Walter Quadros, mais que incentivadores deste trabalho e da pesquisa na minha vida.

À minha mãe, pelo companheirismo, paciência e motivação.

Ao meu pai, obrigado pelo estímulo ao estudo.

A Laryssa Maria Telles Batista, pela parceria no campo.

Aos pesquisadores Sidnei Deuner e Vinicius Bufon, pelo apoio nas avaliações de campo.

A Juliana Hiromi Sato pelas intermináveis revisões.

Aos colegas de pesquisa da pós-graduação

Aos amigos da agrofamília pela presença na minha vida.

Ao Deusdette, por todo auxílio ao longo do curso.

Aos meus familiares que me apoiam sempre.

Aos amigos que me auxiliaram durante vários momentos na pesquisa.

A CAPES pela bolsa de estudos.

À EMBRAPA-CPAC, pela estrutura para o desenvolvimento do trabalho.

A todos que, com boa intenção, colaboraram para a realização e finalização deste trabalho.

Sumário

1.	<i>Introdução Geral</i>	1
2.	<i>Revisão de Literatura</i>	4
a.	<i>Cerrado</i>	4
b.	<i>Plantio Direto</i>	5
c.	<i>A cultura do Trigo</i>	8
d.	<i>Produtividade e componentes de produção</i>	11
e.	<i>Seca e Disponibilidade Hídrica</i>	11
3.	<i>Justificativa</i>	13
4.	<i>Objetivos</i>	14
a.	<i>Objetivos Gerais</i>	14
b.	<i>Objetivos Específicos</i>	14
5.	<i>Hipóteses</i>	14
6.	<i>Referências Bibliográficas</i>	15
	<i>Capítulo Único</i>	20
1.	<i>Introdução</i>	21
2.	<i>Material e Métodos</i>	22
a.	<i>Caracterização do experimento</i>	22
b.	<i>Sistema Line Source</i>	24
c.	<i>Manejo do Solo</i>	27
d.	<i>Genótipos</i>	28
i.	<i>Aliança</i>	28
ii.	<i>Brilhante</i>	28
iii.	<i>BRS 254</i>	29
iv.	<i>PF02200337 e PF0220062</i>	29
e.	<i>Avaliações</i>	29
3.	<i>Resultados e Discussão</i>	32
i.	<i>Genótipos</i>	32

<i>ii. Níveis de água</i>	<u>34</u>
<i>iii. Manejo de solo</i>	<u>36</u>
<i>iv. Genótipo x Água</i>	<u>38</u>
<i>v. Manejo e água</i>	<u>41</u>
<i>vi. Genótipo e Manejo</i>	<u>42</u>
<i>8. Conclusões</i>	<u>52</u>
<i>9. Referências bibliográficas</i>	<u>53</u>

Índice de Ilustrações

<i>Figura 1.1. Demanda brasileira de trigo atendida pela produção nacional nos últimos quatro anos. Fonte: Conab, 2011.</i>	2
<i>Figura 1.2. Série histórica da produção nacional de trigo (em mil ton).</i>	9
<i>Figura 1.3. Gráfico da produção média de trigo (em mil ton), nas quatro últimas décadas.</i>	10
<i>Figura 2.2. Precipitações Pluviométricas acumuladas e Médias mensais da temperatura ao longo do ano de 2011. Elaborado a partir de dados da estação meteorológica da Embrapa/CPAC.</i>	23
<i>Figura 2.3. Esquema representativo do sistema line source, onde é possível observar o raio de alcance dos aspersores.</i>	25
<i>2.4. Croqui do experimento Line source de trigo 2011.</i>	25
<i>Figura 2.5. Fotografia da irrigação por aspersão em funcionamento.</i>	26
<i>Figura 2.6. Área experimental aos 20 dias, recebendo irrigação por igual.</i>	26
<i>Figura 2.7. Gráfico da curva de irrigação do trigo line source (em mm).</i>	27
<i>Figura 2.8. Esquematisação do manejo de solo na área experimental.</i>	28
<i>Figura 3.1. Relação entre produtividade média dos genótipos e lâmina de água aplicada na subparcela (em mm) – eficiência no uso de água -, sob manejo sem cobertura e com revolvimento.</i>	45
<i>Figura 3.2. Relação entre produtividade média dos genótipos e lâmina de água aplicada na subparcela (em mm) – eficiência no uso de água -, sob manejo com cobertura e sem revolvimento.</i>	46
<i>Figura 3.3. Gráfico representativo das médias de produtividade de cada genótipo ao longo de 14 níveis de irrigação, para o manejo sem cobertura e com revolvimento do solo.</i>	47
<i>Figura 3.4. Gráfico representativo das médias de produtividade de cada genótipo ao longo de 14 níveis de irrigação, para o manejo com cobertura e sem revolvimento o solo.</i>	48
<i>Figura 3.5. Série histórica de precipitações pluviométricas (em mm) e temperatura média mensal (°C) para a região do Distrito Federal. Fonte: INMET, 2012.</i>	49
<i>Figura 3.6. Área plantada (em mil hectares), em segunda safra agrícola (ano agrícola 2011/2012), mês de março/12, na região centro-oeste mais Minas Gerais. Fonte: Conab (2012).</i>	50

Índice de Tabelas

<i>Tabela 1.1. Dados de comercialização de trigo (em mil toneladas de grão) nos últimos quatro anos.</i>	
<i>Fonte: AGE - MAPA, 2011.</i>	<u>1</u>
<i>Tabela 1.2. Principais países exportadores de trigo para o Brasil. (em mil toneladas de grão). Fonte: CONAB, 2012.</i>	<u>2</u>
<i>Tabela 2.1. Análise de solo</i>	<u>23</u>
<i>Tabela 2.2. Legenda das lâminas de água aplicadas nas subparcelas do experimento 1, em milímetros.</i>	<u>30</u>
<i>Tabela 3.1. Produtividade (kg ha⁻¹) de cinco genótipos de trigo nos dois experimentos.</i>	<u>33</u>
<i>Tabela 3.2. GE nos cinco genótipos de trigo.</i>	<u>33</u>
<i>Tabela 3.3. Médias da Produtividade média de cinco genótipos de trigo (kg ha⁻¹) nas 14 lâminas de água (mm).</i>	<u>35</u>
<i>Tabela 3.4. Produtividade média de cinco genótipos de trigo (kg ha⁻¹) nas diferentes lâminas de água.</i>	<u>35</u>
<i>Tabela 3.5. Número médio de espigas (unidade.m⁻²) de cinco genótipos de trigo, nas diferentes lâminas de água.</i>	<u>36</u>
<i>Tabela 3.6. GE em cinco genótipos de trigo, nas diferentes lâminas de água.</i>	<u>36</u>
<i>Tabela 3.7. Produtividade (kg ha⁻¹) média de cinco genótipos de trigo nos dois experimentos.</i>	<u>37</u>
<i>Tabela 3.8. PMG (g) de cinco genótipos de trigo, sob dois manejos de solo.</i>	<u>38</u>
<i>Tabela 3.9. Produtividade de cinco genótipos de trigo, sob 14 diferentes lâminas de água.</i>	<u>39</u>
<i>Tabela 3.10. Produtividade (kg ha⁻¹) de diferentes genótipos de trigo, sob quatro lâminas de água.</i>	<u>40</u>
<i>Tabela 3.11. Número de espigas (nº m⁻²) de diferentes genótipos de trigo, sob quatro lâminas de água.</i>	<u>40</u>
<i>Tabela 3.12. GE dos cinco genótipos de trigo, em quatro lâminas de água.</i>	<u>41</u>
<i>Tabela 3.13. Produtividade média (kg ha⁻¹) de cinco genótipos de trigo, sob quatro diferentes lâminas de água e dois manejos de solo.</i>	<u>42</u>
<i>Tabela 3.14. Produtividade (kg ha⁻¹) dos cinco genótipos de trigo, sob dois manejos de solo.</i>	<u>42</u>
<i>Tabela 3.15. PMG (g) de cinco genótipos de trigo, sob dois manejos de solo.</i>	<u>43</u>
<i>Tabela 3.16. Correlação de Pearson entre os componentes de produção, para cada genótipo de trigo.</i>	<u>43</u>
<i>Tabela 3.17. Equações do gráfico representado na figura 3.1</i>	<u>45</u>
<i>Tabela 3.18. Equações do gráfico representado na figura 3.1</i>	<u>47</u>
<i>Tabela 3.19. Equações do gráfico representado na figura 3.3</i>	<u>48</u>
<i>Tabela 3.20. Equações do gráfico representado na figura 3.4</i>	<u>49</u>

MANEJO DE SOLO E ÁGUA SOBRE O DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE TRIGO NO BRASIL CENTRAL.

RESUMO GERAL

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de diferentes lâminas de água e do manejo de solo sobre componentes de rendimento e produtividade de cinco genótipos de trigo. Foram estabelecidos dois experimentos com delineamento experimental em três blocos ao acaso com o manejo de solo nas parcelas (com e sem incorporação de adubo verde no solo), os genótipos nas subparcelas (Aliança, Brilhante, BRS 254, PF 32 e PF64) e as lâminas de água nas subparcelas. O sistema de irrigação foi o “line source”. Nas subparcelas do primeiro experimento, para avaliar a resposta de produtividade, foram aplicadas 14 lâminas de água (em mm): 417; 400,7; 402,4; 361,5; 361,0; 306,4; 271,3; 226,9; 258,0; 136,9; 93,3; 59,7; 42,4 e 34,8. No segundo experimento, foram aplicadas 4 lâminas de água (375,1; 163,5; 37,2 e 33,6) sendo avaliadas os seguintes componentes de produção: número de grãos por espiga (NGE), peso de mil grãos (PMG), grãos por espiga (GE), número de espigas por área (NE) e a produtividade (P4). A produtividade média e alguns componentes apresentaram variação significativa em função da lâmina de água e do manejo de solo, dependendo da fonte de variação e das interações. Os resultados para a produtividade não foram conclusivos quanto à influência do manejo de solo. Mas foram quanto à interação genótipo e água. O genótipo que apresentou melhor eficiência de uso de água nas subparcelas com menor disponibilidade hídrica foi o Aliança (para os tratamentos com e sem revolvimento do solo). No entanto, o BRS 254 apresentou os melhores resultados em resposta à irrigação. Por fim, o número de espigas por metro quadrado foi o componente de rendimento que apresentou melhor correlação com a produtividade.

MANAGEMENT OF SOIL AND WATER ON THE AGRONOMIC PERFORMANCE OF WHEAT GENOTYPES IN CENTRAL BRAZIL.

GENERAL ABSTRACT

The objective of this work was to study the effect of different water depths and soil tillage on yield components and yield of five wheat genotypes. Two experiments were conducted with experimental design in three blocks with the management of land plots (with and without incorporation of green manure in the soil), the genotypes as subplots (Alliance, Bright, BRS 254, 32 PF and PF64) and water depths as subplots. The irrigation system was the "line source". In the subplots of the first experiment to evaluate the response of productivity, were applied 14 layers of water (in mm): 417, 400.7, 402.4, 361.5, 361.0, 306.4, 271.3; 226.9, 258.0, 136.9, 93.3, 59.7, 42.4 and 34.8. In the second experiment, we applied four layers of water (375.1, 163.5, 37.2 and 33.6) and evaluated the following yield components: number of grains per ear (NGE), thousand kernel weight (KW), grains per ear (GE), number of ears per area (NE) and productivity (P4). The average productivity and some components varied significantly depending on water depth and soil management, depending on the source of variation and interactions. The results for productivity were inconclusive regarding the influence of the management of soil. But it was on the genotype and water. The genotype that showed the greatest efficiency of water use in subplots with less water availability was the Alliance (for treatments with and without soil disturbance). However, BRS 254 showed the best results in response to irrigation. Finally, the number of ears per square meter was the yield component that showed the best correlation with yield.

1. Introdução Geral

A demanda por trigo no Brasil alcança 10,3 milhões toneladas de grãos, e devido ao crescimento estimado de 1,2% ao ano deverá ultrapassar 11,7 milhões toneladas de grãos. O país produziu na safra 2010/11 acima de 5,8 milhões toneladas e deve atingir uma produção de aproximadamente 6,6 milhões toneladas, com crescimento previsto de 1,6% ao ano MAPA (2011). Esses dados são resultados de estudos analíticos feitos pela assessoria de gestão estratégica do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para a próxima década, demonstrando que, mesmo com previsão de crescimento, a cultura possui dependência externa, resultando em déficit na balança comercial.

Em consequência da demanda não atendida pela produção brasileira (Tabela 1.1), o país importa próximo seis mil de toneladas. Há projeção que essa importação cresça 1,0% ao ano, chegando a atingir um volume de 6,6 mil toneladas ao final dessa década (MAPA, 2011).

Tabela 1.1. Dados de comercialização de trigo (em mil toneladas de grão) nos últimos quatro anos. Fonte: AGE - MAPA, 2011.

	2008	2009	2010	2011
Produção	4097,1	5884,0	5026,2	5881,6
Importação	6033,6	5445,9	6323,2	5740,4
Exportação	643,9	384,5	1324,1	2350,5
Consumo	9486,8	10945,4	10025,3	9271,5

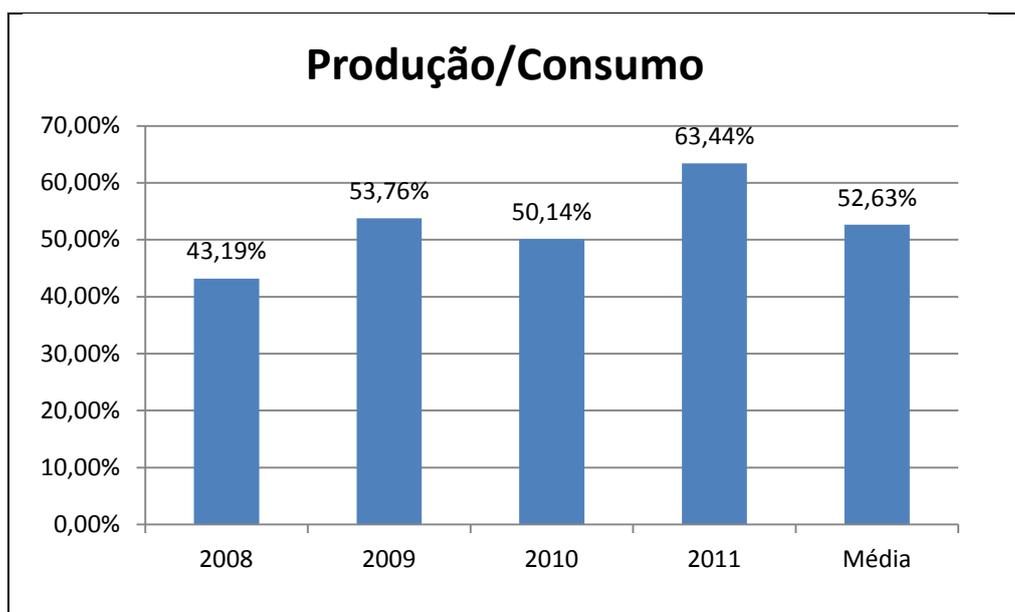


Figura 1.1. Demanda brasileira de trigo atendida pela produção nacional nos últimos quatro anos. Fonte: Conab, 2011.

Tabela 1.2. Principais países exportadores de trigo para o Brasil. (em mil toneladas de grão). Fonte: CONAB, 2012.

País	Volume exportado
Argentina	3904,2
Uruguai	246,5
Paraguai	586,8
EUA	430,8
Canadá	701,0
Outros	16,5

A partir dos dados apresentados acima, é possível afirmar que o país importa, aproximadamente, metade do trigo consumido no mercado interno, sendo que de acordo com as projeções esta situação deve continuar daqui a dez anos, pois a previsão de crescimento da produção tritícola nesse período não deve suprir a demanda.

Outras duas questões também são relevantes quando se trata de trigo no Brasil. Uma delas, que não será objeto de estudo desse trabalho, tem relação com a qualidade do grão e sua classificação de acordo com o uso na indústria, pois a produção nacional é majoritariamente utilizada para a fabricação de massas que não exigem qualidade proteica para fermentação (Schmidt et al., 2009). A outra, que será aprofundada, refere-se à alta concentração da produção. Pois, com base em dados da CONAB (2011),

conclui-se que, aproximadamente, 90% do total do trigo produzido têm origem nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul, com 54% e 36%, respectivamente.

Portanto, identifica-se no bioma cerrado a oportunidade de resolução dos entraves identificados, pois se destaca por ocupar uma área de 203,6 milhões de hectares (IBGE, 2005) na porção central do Brasil e engloba parte dos estados da Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí, São Paulo e Tocantins, além do Distrito Federal (Sano et al., 2008), representando 23,9% do território nacional.

Neste bioma, o trigo pode ser cultivado em duas épocas: com irrigação (no inverno) ou em sequeiro (no verão), “safrinha”. A principal limitação para a segunda opção são os períodos de interrupção das chuvas, conhecidos como “veranicos”. Pois, dado o período que a planta fica sem receber água, poderá atingir o ponto de murcha permanente, além das perdas de produtividade normais nas plantas que sofreram algum tipo de estresse.

Portanto, neste bioma, é imprescindível a obtenção de cultivares tolerantes à deficiência hídrica e fatores associados a esta condição de cultivo que ao mesmo tempo sejam responsivas ao incremento tecnológico. Nesse sentido, práticas conservacionistas de utilização da água e de manejo do solo são essenciais para aumentar a eficiência do sistema solo-planta, para reter água, e fazer a cultura resistir à seca.

Portanto, o plantio direto é uma opção para melhorar a estruturação do solo e permitir que ocorra maior acúmulo de água, reduzindo a evapotranspiração e promovendo maior eficiência do uso da água pela cultura.

Quanto ao trigo no Cerrado, este cultivo apresenta altas produtividades em sistemas com irrigação, em contraste com aquele plantado em sequeiro e cultivado em safrinha, logo após a colheita da cultura principal (predominantemente soja), em sistema de plantio direto. As principais opções de cultivo para esse sistema são: milho, sorgo, girassol e milheto. Mas esta última é espécie diversificadora dos sistemas de produção, sem propiciar retorno imediato ao produtor rural.

Outros cultivos que têm potencial para esta época são quinoa, amaranto e canola, além da própria soja que, dependendo da sequência de culturas no sistema produtivo e do ciclo, pode ser plantada também nessa época.

Dessa forma, o trigo assume relevância como segunda safra agrícola do ano geradora de renda ao produtor, por ser passível de cultivo no início de janeiro ou meados de fevereiro, em sequência ao cultivo de genótipos de soja precoce ou super precoce e de milho super precoce. Também é uma espécie que se destaca no sistema de plantio direto pela sua produção de palhada, melhorando a conservação do solo.

A diversificação, com a inserção de trigo de sequeiro, é extremamente conveniente, quando se busca uma visão sistêmica, tanto socioeconômica (pois o trigo gera empregos no campo, nos moinhos e no processo de panificação) quanto ambiental.

Para aumentar a eficiência da resistência à seca nos genótipos de trigo, o plantio direto sobre a palha é uma alternativa de prática conservacionista, pois favorece a formação de agregados no solo, melhorando a retenção de água e reduzindo a evapotranspiração total devido à cobertura do solo e menor elevação da temperatura. Segundo Marouelli et al., (2010), a cobertura do solo pela palhada é o fator principal para a economia de água em sistemas de plantio direto. Os autores afirmam ainda que o índice de produtividade aumenta linearmente, com a quantidade utilizada de palhada.

Em oposição, uso de enxada rotativa, apesar de proporcionar bom preparo do terreno, pode resultar em sérios problemas como a pulverização excessiva da estrutura do solo, aceleração da mineralização da matéria orgânica, espelhamento e compactação da camada abaixo da profundidade de ação das lâminas de corte e proliferação de espécies invasoras, Silva et al. (2009). Segundo Carvalho (2008), os sistemas convencionais de produção proporcionam, em longo prazo, a degradação dos recursos naturais, e comprometem a sustentabilidade ambiental e produtiva das propriedades rurais.

Portanto, a viabilização do trigo no Cerrado com a prática do plantio direto é necessária para a obtenção da autossuficiência na produção do país, e para a sustentabilidade econômica, social e ambiental.

2. Revisão de Literatura

a. Cerrado

Sette (2005) afirma que a área central de domínio do bioma cerrado é estimada em 1,5 milhões de quilômetros quadrados. E quando somada aos domínios vizinhos nas

faixas de periferia cresce em um terço, atingindo 2 milhões de quilômetros quadrados. Portanto, com esta dimensão o Cerrado alcança grande parte dos estados do país e sua área nuclear concentra-se nos Estados da região Centro-Oeste (MT, MS, GO e DF).

Sano et al. (2008) ressaltam que o bioma cerrado (também denominado savana) se destaca por ocupar uma área de 203,6 milhões de hectares (IBGE, 2005) na porção central do Brasil e engloba parte dos estados da Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí, São Paulo e Tocantins, além do Distrito Federal, representando 23,9% do território nacional.

Baseados em uma pesquisa censitária Sano et al. (2001) afirmam que da sua totalidade, 13% das áreas são ocupados com pastagens nativas, 23% com pastagens cultivadas, 5% com culturas agrícolas, 18% com outros tipos de uso, e 41% correspondem às áreas não cultivadas. Este bioma é composto por solos de estruturas antigas, são profundos, bem drenados, com baixa fertilidade natural e acidez acentuada, com domínio de terrenos cristalinos aplainados em áreas sedimentares sobrelevadas e transformadas em planaltos típicos (AB'SÁBER, 2003).

Quanto ao clima do bioma, Adámoli et al. (1986) afirmam que o Cerrado brasileiro tem características climáticas próprias, com precipitações variando entre 600 e 800 mm na fronteira com a caatinga e de 2000 a 2200 milímetros no limite com a Amazônia. Devido a esta particularidade, existe uma grande variabilidade de solos, bem como diferentes níveis de intemperização. Dois parâmetros definem o clima estacional do bioma: a precipitação média anual de 1200 a 1800 milímetros e a duração do período seco, que oscila entre cinco e seis meses.

b. Plantio Direto

No que tange à pesquisa em manejo de solos, busca-se atender às características socioeconômicas do local em estudo e as condições edafoclimáticas do agroecossistema, para se alcançar o desenvolvimento sustentável e melhorar a qualidade do solo e da produtividade das culturas em longo prazo.

Soares et al. (2005) afirmam que a grande inquietação da agricultura atual está na busca da sustentabilidade da exploração agrícola tanto no âmbito social quanto ambiental, ou de uma nova condição de equilíbrio do sistema de produção. O que envolve vários fatores, entre eles o manejo adequado do solo.

Os sistemas de manejo do solo foram estudados por Benez (1972) que evidenciou a importância de se reduzir as operações de preparo, que provocam acentuados problemas de compactação em solos com o maior número de passadas do trator.

Silva & Resck (1997) concluem que o plantio direto surge para as condições tropicais e subtropicais como tecnologia avançada de uso do solo, porém, este sistema requer maior nível de conhecimentos técnicos sobre o planejamento de uso da terra, controle de plantas daninhas e prévio condicionamento físico e químico do solo.

Nos agroecossistemas é possível afirmar, segundo Carvalho (2008), que o sistema de plantio direto (SPD) é uma prática conservacionista do solo que consiste na seqüência e rotação de culturas visando, principalmente, a maior eficiência na ciclagem de nutrientes e a formação de palhada.

Além disso, Metay et al. (2007) concluem que o sistema de plantio direto é considerado uma prática agrícola capaz de acumular carbono e aumentar a sustentabilidade dos agroecossistemas em regiões temperadas e tropicais.

Portanto, pode-se inferir que o sistema de plantio direto é uma prática conservacionista de manejo de solo que atende aos requisitos de sustentabilidade da prática agropecuária, pois quando bem executado, melhora tanto as características edáficas quanto o ambiente pela diversificação de espécies no meio ambiente.

Segundo Gazziero et al. (2001), a implantação do sistema de plantio direto (SPD) no Brasil teve início pelo sul do país, no começo da década de 70. Posteriormente, difundiu-se pelos diversos biomas existentes no país. No Cerrado, esta prática vem se difundindo ao longo dos anos, e na safra 2000/2001 28% da área cultivada sob o SPD estavam localizados nesta região, o que representa aproximadamente cinco milhões de hectares (Aguar et al., 2006).

No Brasil, em 2006, o SPD abrangeu uma área de aproximadamente 25 milhões de hectares, alcançando o nível de sistema conservacionista mais difundido no Brasil, segundo informações da FEBRPDP (2011). E segundo dados da CONAB (2009), o sistema estava presente em 70% das lavouras de grãos na safra 2009/2010, o que significava 32 milhões de hectares.

No Brasil a prática do plantio direto sobre a palha está bastante difundida e tem sido implantada em diversas regiões, conforme as características de solo e clima, são considerados, ainda, os aspectos sociais, econômicos e culturais intrínsecos a cada local. Hoje, o país possui a segunda maior área plantada com este sistema, atrás somente da União Européia, de acordo com dados da FEBRPDP (2012).

Segundo Fernandes et al. (1998), a principal dificuldade com relação ao SPD no Cerrado está relacionada à rápida mineralização dos resíduos da palhada, em função das altas temperaturas e umidade, características do clima quente e úmido no verão e seco no inverno.

Timossi et al. (2007) consideram que há dois fatores determinantes no sucesso do SPD. O primeiro é a definição de espécies sucessoras com elevada produtividade de fitomassa para a cobertura do solo, e o segundo é a escolha da época correta de semeadura.

Infere-se que o plantio direto na palha e sem revolvimento do solo possui boa aceitação devido à sua adaptação no cerrado, atendendo às necessidades locais, apesar das peculiaridades relacionadas à velocidade da mineralização e à necessidade de especialização técnica e ao clima.

No que se refere à questão da eficiência de utilização de água em cultivos com o SPD, comparado ao plantio convencional, há a redução no uso de máquinas, diminuição das oscilações térmicas, menor incidência de plantas daninhas, maior desenvolvimento radicular, melhor estrutura do solo, diminuição da erosão, aumento da infiltração e retenção de água, além da redução de perdas de água por evaporação e escoamento superficial e do aumento da eficiência do uso de água pelas plantas (Derpsch et al., 1991).

O autor afirma ainda, que a maior conservação de água no solo em sistema de PD se deve à manutenção da palhada sobre a superfície do solo, que age como uma barreira, reduzindo a perda de água por evaporação. Segundo Stone & Moreira (2000), a palhada atua na primeira etapa do processo de evaporação de água do solo, pela redução da taxa de evaporação.

Além disso, Damalgo et al. (2010) confirma que o plantio direto favorece a retenção de água no solo, ao avaliar o tempo que um solo sob sistema de plantio direto

demora com atividade de evapotranspiração após as precipitações pluviais, em comparação com um solo semelhante sob manejo convencional. Concluem que o período de tempo com evapotranspiração ativa para parcelas sob SPD é maior do que nas parcelas sob SPC. Portanto, após aplicação de lâmina de água semelhante o plantio direto favorece a redução das perdas de água por evaporação.

Outro aspecto importante a ser lembrado no momento do planejamento da irrigação é ressaltado por Marouelli (2010) que afirma, a utilização de lâminas de água iguais em cultivos convencionais e sob SPD podem acarretar, normalmente, em aplicação excessiva de água, favorecendo a maior incidência de doenças.

Então, no que tange o uso de água com cultivos sob plantio direto deve-se considerar que este sistema favorece a retenção de água no solo. E, portanto, a lâmina de água aplicada deverá ser menor do que aquela aplicada em sistemas com revolvimento do solo, a fim de que o excesso de água, pela redução da evapotranspiração inicial da cultura, não favoreça o surgimento de doenças no cultivo.

c. A cultura do Trigo

O trigo contemporâneo é uma das primeiras plantas cultivadas pelo homem. Tem origem a partir de um cruzamento entre espécies de gramíneas típicas da região dos rios Tigre e Eufrates, na Mesopotâmia (Silva et al., 1996), sendo esta uma região montanhosa, árida, com pouca precipitação e elevada amplitude térmica (Castro & Kluge, 1999).

Para que a planta chegasse ao que se identifica hoje como trigo ocorreu tanto mutação involuntária, quanto mecanismos e processos de hibridação, além da seleção natural para adaptação às novas regiões, com o fim biológico de perpetuar a espécie.

No Brasil, o trigo foi introduzido em 1534 com a colonização, na capitania de São Vicente, da qual se difundiu para as demais capitanias (ABITRIGO, 2009). Entretanto, os dados recentes da produção de trigo demonstram uma alta instabilidade produtiva e uma demanda interna sufocada, resultante da fragilidade do setor tritícola nacional.



Figura 1.2. Série histórica da produção nacional de trigo (em mil ton).

Ao se analisar o gráfico da Figura 1.2, percebe-se um acentuado crescimento da produção na década de oitenta, em consequência de barreiras fiscais, controle governamental do mercado de trigo e uma lei que regulamentava a cadeia produtiva do trigo no país. No final do ano de 1990, com a queda dessa lei, houve uma redução significativa na produção e, segundo Rossi & Neves (2004), chegou a níveis menores que 20% da demanda por trigo no país na safra 1994/1995.

A primeira década do XXI iniciou com uma produção abaixo de 2 mil toneladas de grãos. Porém, na safra 2003/2004 iniciou-se um processo de crescimento da produção, em consequência do crescimento da área plantada no país, principalmente na expansão para a região do Cerrado, fato possibilitado pela pesquisa agropecuária nacional.

As condições de solo, clima e topografia favoráveis ao cultivo de trigo, tanto de sequeiro quanto irrigado, em épocas e altitudes definidas pela pesquisa, fazem do Brasil Central uma região de grande potencial para a expansão dessa cultura, com a perspectiva de propiciar, em médio prazo, a autossuficiência na produção nacional. Além disso, a inserção do trigo no Cerrado contribui para diversificar os sistemas produtivos regionais (Reunião da Comissão Centro Brasileira de Pesquisa de Trigo, 2005).

Coelho (2010) afirma que devido a fatores culturais e bioclimáticos, durante muitos anos o cultivo de trigo se restringiu à região Sul do Brasil. No entanto, a região

do Brasil Central constitui uma ótima alternativa para a expansão da produção tritícola, tanto em condições de sequeiro como sob sistema de irrigado. O autor afirma, ainda, que devem ser atendidas certas premissas, principalmente em termos de limites mínimos de altitude, época de semeadura e cultivares a serem utilizadas, pois existem duas estações climáticas bem definidas.

Produção Média por Década

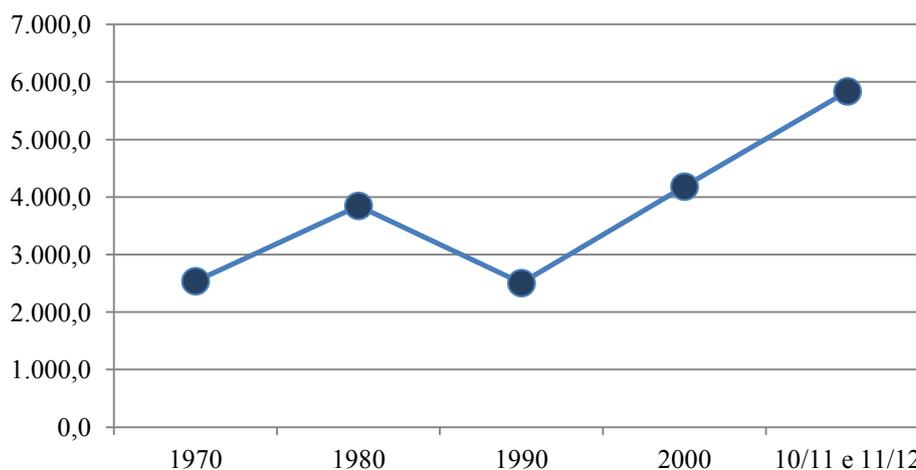


Figura 1.3. Gráfico da produção média de trigo (em mil ton), nas quatro últimas décadas.

Porém, quando se analisa apenas as médias de produção, a partir da década de 1970, (Figura 1.3) além de ser perceptível que existem dois picos de produção, nas décadas de oitenta e no primeiro período do século XXI, que são consequência dos incentivos do governo e da expansão da área cultivada no país, respectivamente. Também é possível concluir que há um aumento da produção média iniciado na década de 1990. Deve-se salientar que os dados foram coletados a partir de 1977, o que pode interferir no valor da média referente à década de 1970.

Portanto, Mundstock (1999) afirma que a falta de incentivo à produção, o baixo teto da produtividade e o pouco estímulo às pequenas áreas produtivas colaboram para o não atendimento da demanda interna pela produção nacional, justificando a instabilidade na produção. Porém, o cenário atual mostra um crescimento da produtividade a partir de 1990.

d. Produtividade e componentes de produção

O potencial produtivo do trigo é alcançado quando a produtividade da cultura é proveniente de uma lavoura que não sofreu deficiência hídrica ou nutricional, além de não ocorrerem ataques de pragas, doenças, plantas daninhas e efeitos negativos do próprio local de plantio.

A produção do trigo é resultado da interação de vários fatores de origem genética e ambiental, destacando-se o seu potencial genético, o manejo do solo, a adoção de tecnologias adequadas e as condições ambientais que podem restringir ou aumentar seu potencial produtivo (Trindade et al., 2006)

Estudos sobre a produtividade e seus componentes de rendimento sob os mais diversos efeitos têm sido objeto de pesquisa com inúmeras culturas, visto que a necessidade de aumentar a produção estimula a expansão da fronteira agrícola, assim como o desenvolvimento de novas tecnologias. (Gondim et al. 2008; Rodrigues et al, 2003).

Segundo Gondim et al. (2008), em cereais com população de plantas constantes, a produtividade de grãos pode ser obtida pelo produto de três componentes principais: número de espigas por unidade de área, número de grãos por espiga e massa média do grão, e esses componentes podem apresentar resultados significativos devido sua independência com relação às outras variáveis resposta.

Quanto a estudos entre produtividade, componentes e o trigo, Rodrigues et al. (2003) avaliaram o potencial de produção da cultura e observaram que o número de grãos por metro quadrado foi o componente que esteve mais associado ao avanço da produtividade de grãos de trigo nos últimos anos, e que a interpretação da produtividade de grãos por meio de seus componentes é difícil, devido a existência de compensação entre seus componentes.

e. Seca e Disponibilidade Hídrica

Segundo Bernardi (2003), a disponibilidade hídrica no Brasil corresponde a 11,65% da produção hídrica mundial. Bernardo (2008) afirma que a atividade de irrigação é a maior consumidora de água entre os diversos usos desse recurso natural (doméstico, industrial, agrícola etc.), utilizando até 70% da água consumida no mundo.

A quantidade de água existente na natureza é finita e sua disponibilidade diminui gradativamente devido ao crescimento populacional, à expansão das fronteiras agrícolas e à degradação do meio ambiente (Lima et al., 1999).

Coelho et al. (2010) afirmam que a seca pode ser considerada como o principal estresse ambiental, afetando diretamente a produtividade das culturas em todo o mundo. Definem ainda este termo como um período sem precipitação apreciável durante o qual o conteúdo de água no solo é reduzido, de forma que as plantas sofrem com a disponibilidade insuficiente de água.

Esse conceito pode ser considerado como definição para o termo “veranico”, que também constitui um período razoável sem chuvas, quando a umidade do solo é reduzida, restringindo a absorção pelas culturas e gerando deficiência.

Para expandir o cultivo do trigo para áreas em condições sob estresse hídrico, se faz necessário que os programas de melhoramento direcionem suas linhas de pesquisas para essa realidade (Ceccarelli & Grando, 1989; Zaidi et al., 2004; Coelho et al., 2010)

Quanto às culturas, a baixa disponibilidade hídrica afeta negativamente o crescimento dos cultivos agrícolas e é a principal causa da redução da produtividade (Pimentel, 2004). As plantas tendem a diminuir a perda de água pelo fechamento parcial dos estômatos, o que evita a redução do potencial da água na planta (ψ) em condições de déficit hídrico. Como consequência, há a diminuição da taxa fotossintética. Sob valores de ψ_{12h} em torno de -1,3 MPa, o alongamento celular é praticamente nulo (INMAN-BAMBER & JAGER, 1986), sendo que o alongamento foliar é o mais afetado pela falta de água do que o alongamento do colmo (INMAN-BAMBER, 2004; INMAN-BAMBER et al., 2008). A deficiência hídrica também causa acentuada senescência foliar e restrição ao surgimento de novas folhas, e o grau dessas alterações é decorrente da intensidade do estresse hídrico e depende do genótipo (SMIT & SINGELS, 2006).

Essa redução no crescimento foliar é porque este é o tecido no qual ocorrem a maior parte das trocas e, por consequência, o tecido perde mais água.

Entretanto, conforme a fase fenológica do trigo, o déficit hídrico pode ter maior ou menor impacto na produtividade agrícola (RAMESH, 2000; PIMENTEL, 2004; INMAN-BAMBER & SMITH, 2005). Pires et al (2008) afirmam que para fins de

irrigação, o período de maior suscetibilidade ao déficit hídrico é o de rápido desenvolvimento da cultura, quando as plantas apresentam grande área foliar e necessitam de maior quantidade de água para a realização de troca de gases com a atmosfera.

3. Justificativa

A partir de estudos do Ministério da Agricultura pode-se inferir que o Brasil dependerá da importação de aproximadamente 6,6 mil toneladas grão de trigo na safra agrícola 2020/2021. Número que representa metade da demanda nacional pelo grão. Cenário agravado pela alta concentração da produção e baixa qualidade proteica para panificação do trigo brasileiro. Portanto, é necessário, no mínimo, aumentar a produção e diversificar as regiões tritícolas no país.

Certamente, as áreas produtivas do bioma Cerrado podem funcionar como novas regiões tritícolas em larga escala. Nesse bioma, o trigo é cultivado durante o inverno em sistema irrigado e resulta em altíssimas produtividades, devido, entre outros fatores, à baixa temperatura (fotossíntese C3). Todavia, há possibilidade de cultivo do trigo no verão, em sequeiro. Para isso se devem buscar genótipos que sejam tolerantes à deficiência hídrica, visto que durante o verão (segunda safra) costumam ocorrer períodos sem chuva, conhecidos como veranicos e redução progressiva das precipitações pluviométricas.

Para viabilizar essa cultura no Cerrado, como alternativa para safrinha (em rotação com a cultura principal, milho ou soja), é interessante optar pelo uso do plantio direto para manutenção da qualidade do solo, melhor estruturação e maior acúmulo de água, reduzindo a possibilidade de atingir o ponto de murcha permanente.

Portanto, o plantio do trigo na safrinha, como segunda cultura, depende da pesquisa identificar genótipos tolerantes à seca e, também, responsivo ao incremento tecnológico, como o manejo do solo com sistema de plantio direto sobre a palha.

4. Objetivos

a. Objetivos Gerais

Estudar o efeito do manejo do solo e diferentes lâminas de água sobre o desempenho agrônômico de genótipos de trigo contrastantes quanto à eficiência no uso de água tanto em sistemas de baixa disponibilidade hídrica quanto com irrigação.

b. Objetivos Específicos

- Avaliar o efeito do gradiente de lâminas de água na produtividade e nos componentes de rendimento, em cinco genótipos de trigo contrastantes quanto à resposta a disponibilidade hídrica;
- Avaliar o efeito do manejo de solo na produtividade e componentes de rendimento, em cinco genótipos de trigo contrastantes quanto à resposta a disponibilidade hídrica;
- Avaliar qual componente de rendimento tem maior correlação com a produtividade.

5. Hipóteses

- Há variabilidade entre os genótipos quanto à tolerância à seca e resposta à irrigação;
- O manejo do solo influencia a eficiência do uso de água pelos genótipos, tanto na resistência à seca quanto na resposta à irrigação.
- Há diferença entre os componentes de rendimento quanto a sua correlação com a produtividade.

6. Referências Bibliográficas

AB'SÁBER, A. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagistas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ABITRIGO. Associação Brasileira de Indústria de Trigo, 2009. Disponível em: <<http://www.abitrigo.com.br>>. Acesso em: 31 jan. 2012

ADÁMOLIS, J.; MACEDO, J.; AZEVEDO, L.G. & MADEIRA NETO, J. Caracterização da região dos cerrados. In: Goedert, W.J. **Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC/ São Paulo: Nobel, 1986. p.33-74.

AGUIAR, J.L.P. de; CARVALHO, A.M. de; CARDOSO, A.N.; GOMES, A.C. Viabilidade econômica do uso de plantas condicionadoras de solo em agroecossistemas de sequeiro. In: CARVALHO, A.M. de; AMABILE, R.F. (Ed.). **Cerrados: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 331-369.

BENEZ, S.H. **Estudo do cultivo mínimo na cultura do milho (Zea mays L.) em solo Podzólico Vermelho Amarelo var. Laras..** 99f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972

BERNARDI, C.C. **Reuso de Água para Irrigação**. Brasília: ISAEFGV/ECOBUSINESS SCHOOL, 2003. 52p. (Monografia - MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, área de concentração Planejamento Estratégico).

BERNARDO, S. **Impacto Ambiental da Irrigação no Brasil**. Rio de Janeiro: UENF, 2008.

CARVALHO, A.M. Plantio direto e plantas de cobertura em agrossistemas do Cerrado. In: PARRON, L.M.; AGUIAR, E.M. de S.; DUBOC, E.; OLIVEIRA FILHO, E.C.; CAMARGO, A.J.A. & AQUINO, F. de G. **Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p.229-262.

CASTRO, P.R.C. & KLUGE, R.A. Ecofisiologia de cultivos anuais (trigo, milho, soja, arroz e mandioca). São Paulo: Nobel, 1999. 126p.

COELHO, M.A. DE O.; CONDÉ, A.B.T.; YAMANAKA, C.H. &CORTE, H.R. Evaluated oh wheat (*Triticum aestivum* L.) productivity in rainfed conditions in Minas Gerais state. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 717-723, 2010.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Safras, grãos**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131>> Acesso em: 03 fev. 2012.

DAMALGO, G.A.; BERGAMACHI, H.; KRÜGER, C.A.M.B.; BERGONCI, J.I.; COMIRAN, F. & HECKLER, B.M.M. Evaporação da água na superfície do solo em sistemas de plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.8, p.780-790, 2010.

DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U.; KRAUSE, R. & BLANKEN, J. Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, 1991. 272p. (Sonderpublikation der GTZ, 245).drought tolerance in tropical maize (*Zea mays* L.). **Field Crops Research**, v. 89, n. 1, p. 135-152, 2004.

FEBRPDP – Federação Brasileira de Plantio Direto na palha. Disponível em: <<http://www.febrapdp.org.br/>>. Acesso em: 03 dez. 2011.

FEBRPDP – Federação Brasileira de Plantio Direto na palha. Disponível em: <<http://www.febrapdp.org.br/>> . Acesso em: 26 jan. 2012.

FERNANDES, L.A.; FURTINI NETO, A.E.; VASCONCELLOS, C.A. & GUEDES, G.A.A. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produtividade do milho em Latossolo sob vegetação de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v.22, n.2, p.247-254, 1998.

GAZZIERO, D.L.P.; ADEGAS, F.S.; PRETE, C.E.C.; RALISCH, R. & GUIMARÃES, M.F. As plantas daninhas e a semeadura direta. **Circular Técnica**. Londrina: Embrapa Soja, v. 33, p. 1-59, 2001.

GONDIM, T.C.O.; ROCHA, V.S.; SEDIYAMA, C.S. & MIRANDA, G.V. Análise de trilha para componentes de rendimento e caracteres agronômicos de trigo sob desfolha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.4, p.487-493, 2008.

IBGE. **Mapa de biomas do Brasil**. Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2005. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>>. Acesso em: 23 jan. 2012.

INMAN-BAMBER, N.G. Sugarcane water stress criteria for irrigation and drying off. **Field Crops Research**, v. 89, p. 107-122, 2004.

INMAN-BAMBER, N.G.; BONNETT, G.D.; SPILLMAN, M.F.; HEWITT, M.L. & JACKSON, J. Increasing sucrose accumulation in sugarcane by manipulating leaf extension and photosynthesis with irrigation. Australian. **Journal of Agricultural Research**, v. 59, p. 13-26, 2008.

INMAN-BAMBER, N.G. & JAGER, J.M. de. Effect of water stress on growth, leaf resistance and canopy temperature in field-grown sugarcane. Proceedings of the South African **Sugar Technologists' Association**, v. 60, p. 156-161, 1986.

INMAN-BAMBER, N.G. & SMITH, D.M. Water relations in sugarcane and response to water deficits. **Field Crops Research**, v. 92, p. 185-202, 2005.

LIMA, J.E.F.W., et al. **O uso da Irrigação no Brasil**. Brasília: ANEEL, 1999.

MAPA. **Brasil projeções do agronegócio 2010/2011 a 2020/2021**. Brasília: MAPA, 2011. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 23 jan. 2012.

MARQUELLI, W.A.; ABDALLA, R.P.; MADEIRA, N.R.; OLIVEIRA, A.S. & SOUZA, R.F. de. Eficiência de uso da água e produção de repolho sobre diferentes quantidades de palhada em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.4, p.369-375, 2010.

METAY, A.; MOREIRA, J. A. A.; BERNOUX, M.; BOYER, T.; DOUZET, J. M.; FEIGL, B.; FELLER, C.; MARAUX, F.; OLIVER, R. & SCOPEL, E. Storage and forms of organic carbon in a no-tillage under cover crops system on clayey Oxisol in dryland rice production (Cerrados, Brazil). **Soil and Tillage Research**, v. 94, n. 1, p. 122-132, 2007.

MUNDSTOCK, C.M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: Mundstock, 1999. 228p.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica: Edur, 2004. 191p.

PIRES, R.C.M.; ARRUDA, F.B.; SAKAI, E. Irrigação e drenagem. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M. de & LANDELL, M.G. de A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomico, 2008. p.631-670.

RAMESH, P. Effect of different levels of drought during the formative phase on growth parameters and its relationship with dry matter accumulation in sugarcane. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 185, p. 83-89, 2000.

REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 13., 2004, Goiânia. **Informações técnicas para a cultura de trigo na região do Brasil Central: safras 2005 e 2006**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 86p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 173).

RODRIGUES, O.; DIDONETE, A.D.; TEIXEIRA, C.C.M. & ROMAN, S.E. **Redutores de crescimento**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 2003. 18p.

ROSSI, R.M.; NEVES, M.F.; RODRIGUES, R.; VOGT, C. & GARCIA, O.R. **Estratégias para o trigo no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2004. 224p.

SANO, E.E.; JESUS, E.T. & BEZERRA, H.S. Mapeamento e quantificação de áreas remanescentes do Cerrado através de um sistema de informações geográficas. **Sociedade e Natureza**, v. 13, p. 47-62, 2001.

SANO, E.E.; ROSA, R.; BRITO, J.L.S. & FERREIRA, L.G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n.1, p.153-156, 2008.

SETTE, D.M. Os climas do cerrado do centro-oeste. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, p. 27-42, 2005.

SILVA, A.C. da; HIRATA, E.K. & MONQUERO, P.A. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, p.22-28, 2009.

SILVA, D.B. DA; GUERRA, A.F.; REIN, T.A.; ANJOS, J.R.N.; ALVES, R.T.; RODRIGUES, G.C. & SILVA, I.A.C. **Trigo para o abastecimento familiar: do plantio à mesa**. Brasília: Embrapa-SPI, Planaltina: Embrapa-CPAC, 1996. 176p;

SILVA, J.E. & RESCK, D.V.S. Plantio direto no cerrado. In: PEIXOTO, R.T.G., AHRENS, D.C., SAMAHA, M.J. (Ed.) **Plantio Direto: o caminho para uma agricultura sustentável**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 1997. p.158-184

SMIT, M.A. & SINGELS, A. The response of sugarcane canopy development to water stress. **Field Crops Research**, v. 98, p. 91-97, 2006.

SOARES, J.L.N.; ESPINDOLA, C.R. & CASTRO, S.S. Alteração física e morfológica em solos cultivados sob sistema tradicional de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p.1005-1014, 2005.

STONE, L.F. & MOREIRA, J.A.A. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.835-841, 2000

TIMOSSI, P.C.; DURIGAN, J.C. & LEITE, G.J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**. São Paulo, v. 66, p. 617-622, 2007

TRINDADE, M.G.; STONE, L.F.; HEINEMANN, A.B., ABELARDO, D.C. & MOREIRA, J.A.A. Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p24-29, 2006.

Capítulo Único

Manejo de solo e água sobre o desempenho agronômico de genótipos de trigo no Brasil Central.

Trabalho a ser encaminhado para a Revista Bioscience Journal.

1. Introdução

A balança comercial brasileira possui um forte *déficit* econômico no comércio de trigo. A qual é consequência de três entraves, dependência externa, concentração da produção e baixa qualidade proteica do grão.

A dependência externa ocorre porque a demanda não é atendida pela produção e, de acordo com dados do MAPA (2011), esse cenário não deve mudar até o final desta década. A produção está concentrada nos estados da região sul, principalmente Paraná e Rio Grande do Sul que juntos produzem aproximadamente 90% do total colhido pelo país (CONAB, 2012). E a baixa qualidade proteica do grão é consequência das chuvas na época da colheita, na região sul.

No sentido de solucionar a concentração produtiva e a dependência externa, o bioma cerrado é o foco para esta resolução e Trindade et al. (2006) afirmam que a área tritícola no cerrado brasileiro da região central do país cresceu nos últimos anos em decorrência dos genótipos adaptados às condições edafoclimáticas da região. O regime pluviométrico da região com chuvas concentradas no verão e temperaturas médias abaixo de 25°C e mais baixas durante a noite favorece a cultura neste bioma, devido ao metabolismo fotossintético C3 do trigo. Nesse sentido Coelho et al. (2010) ressaltam que a seca pode ser considerada como o principal estresse ambiental afetando diretamente a produtividade das culturas em todo o mundo. Para expandir o cultivo do trigo para áreas em condições deste estresse, é necessário que os programas de melhoramento direcionem suas linhas de pesquisas para essa realidade.

Para uma avaliação detalhada do desempenho agrônomo de culturas anuais, Lupatini et. al (2002) ressalta tanto a importância de diferentes componentes de produção quanto da produtividade. Nesse contexto, Boschini et al. (2011) afirmam que o rendimento de grãos é o resultado de todos os processos que ocorrem dentro do agrossistema de trigo durante o cultivo, como potencial genético e sua expressão fenotípica, assim como: disponibilidade de calor; radiação; água e nutrientes; ocorrência de pragas; doenças e plantas invasoras que podem afetar o desenvolvimento da planta no campo e seu grau de influência que resultará no produto final, os grãos.

A determinação de curvas de eficiência do uso de alguns fatores da produção agropecuária é facilitada com o uso de equações em função da produção. Para o fator

água, essa função tem sido estabelecida através o uso de irrigação por aspersão em linha (*line source sprinkler system*). Essa metodologia foi descrita por Hanks et al. (1976 - a), quando ressaltaram que o método possibilitaria coletar dados e estabelecer estimativas da variável dependente da produção, a partir de inúmeras variáveis independentes, como nível de água, manejo de solo, adubação e outras.

No Brasil, estudos sobre a resposta produtiva de genótipos de trigo a diferentes lâminas de água foram relatados por Frizzone et al. (1996), Scalco et al. (2002), Trindade et al (2006), Boschini et al. (2011).

Avaliações sobre a resposta de cultivares de trigo ao plantio direto e convencional são mais escassas, porém ocorrem relatos por Rosolem et al. (1992), Klein et al. (2008) e por Silva et al. (2008). Sendo que estes últimos avaliaram a resposta produtiva de trigo em plantio direto e convencional sob diferentes lâminas de água.

Assim, percebe-se a necessidade de pesquisas que visem à correta utilização de água e manejo de solo em agrossistemas de trigo. O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito de diferentes lâminas de água e dois manejos de solo, além da interação desses dois fatores sobre a produtividade e componentes de produção de cinco genótipos de trigo (Aliança, Brillhante, BRS254, PF02200337, PF0220062).

2. Material e Métodos

a. Caracterização do experimento

O experimento foi conduzido entre os meses de Maio a Outubro de 2011, na Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, situada a 15°35'30" latitude S, 47°42'30" longitude O, e a área está representada na Figura 2.8. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho A moderado, textura argilosa, fase Cerrado e relevo plano.

O clima no local é classificado como tropical estacional (Aw), conforme Köppen, sendo caracterizado por duas estações bem definidas (seca e chuvosa), assim como a ocorrência de períodos de estiagem durante a estação chuvosa (veranicos). A precipitação média anual nessa região oscila de 1.400 mm a 1.600 mm, e a temperatura média anual do ar varia entre 22°C e 27 °C (ADÁMOLI *et al.*, 1987). Os dados de precipitação pluviométrica acumulada e temperatura média da região são apresentados na Figura 2.1.

A partir da análise de solo, a adubação de plantio foi de 400 kg ha⁻¹ da fórmula 4-14-8 (NPK) e 100 kg de Nitrogênio por hectare em cobertura, na forma de ureia, no início do perfilhamento.

Tabela 2.1. Análise de solo

Profundidade	PH H ₂ O	Al	P	K	CaAA	MgAA	H+Al	MO
0 - 20	5,63	0,16	5,49	80	2,43	1,08	4,5	2
Unidade	-----	me/100cc	mg/l	mg/l	me/100cc	me/100cc	me/100cc	%

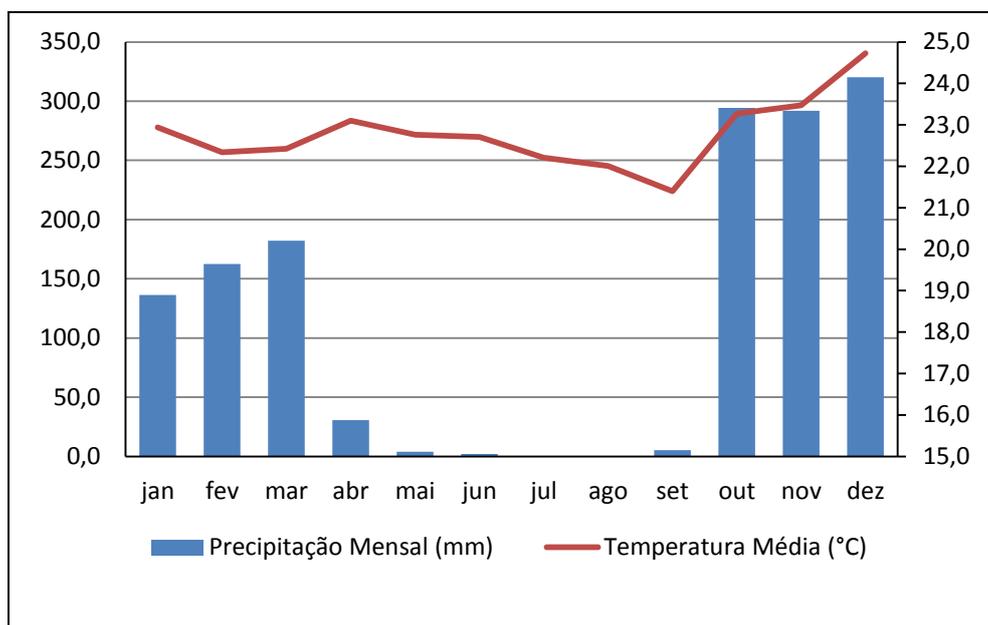


Figura 2.1. Precipitações Pluviométricas acumuladas e Médias mensais da temperatura ao longo do ano de 2011. Elaborado a partir de dados da estação meteorológica da Embrapa/CPAC.

Antes do plantio do trigo, a área experimental foi cultivada para cobertura verde com crotalária (*Crotalaria juncea*), que foi triturada na floração e sua palhada foi depositada na área experimental, em Março de 2011. Em metade da área experimental, a palhada foi incorporada com uma grade aradora e na outra metade da área os restos vegetais foram mantidos como cobertura do solo, sem revolvimento.

Em maio do mesmo ano, realizou-se o plantio dos cinco genótipos de trigo, sendo de forma mecanizada em quatro linhas por parcela para cada genótipo, com espaçamento de 0,20m. As sementes foram plantadas a 5 cm de profundidade e densidade de 300 sementes por m². A área útil de cada parcela foi de 1m² para o experimento I, e 2 m² para o experimento II.

Para o controle de plantas daninhas, houve aplicação de Herbadox® nas parcelas de plantio convencional em maio e Ally® e Decis® para controle de pulgão, por precaução, em agosto, final do ciclo.

Lâminas leves de irrigação no total de 30 mm de água foram aplicadas em todo o experimento, até o perfilhamento. A partir desse momento, com a metodologia do método de aspersão em linha, os tratamentos de irrigação foram obtidos em função do gradiente decrescente de água, devido aos aspersores instalados na linha e distantes 6 m entre si (Hanks et al., 1976 - b). Foram usados emissores com bocais de 5,0 mm e trabalhando com pressão de serviço de 300 kPa.

b. Sistema Line Source

No experimento foi utilizado o sistema denominado *line source sprinkler system* (Hanks et al., 1976b). Os genótipos estudados foram irrigados até o perfilhamento e após esta fase, foi substituído o sistema de irrigação na área total por uma linha central de irrigação, sendo que os níveis de água diminuiriam perpendicularmente à linha de irrigação, conforme a distância (Figura 2.2 e 2.3). Na figura 2.4, é possível observar o experimento aos 20 dias após-germinação, em uma etapa imediatamente anterior à montagem do sistema *line source*, com a área recebendo irrigação por igual.

No presente experimento, os níveis de água variaram durante o ciclo, 500 mm (nas subparcelas próximas ao cano central de irrigação até próximo à 30 mm nas bordas do experimento (Figura 2.5). Os níveis de água foram aplicados ao longo da parcela, em função da distância da linha central de aspersão. O sentido do plantio foi feito perpendicularmente à linha central de irrigação, nos dois lados perpendiculares ao sistema de irrigação. Uma limitação do sistema *line source* é que não é possível aleatorizar os níveis de água (Hanks et al., 1976b).



Figura 2.2. Esquema representativo do sistema line source, no qual é possível observar o raio de alcance dos aspersores.

CROQUI EXPERIMENTO LINE SOURCE TRIGO 2011																														
BLOCO 1										BLOCO 2										BLOCO 3										
ALIANÇA	BRILHANTE	BRILHANTE		PF 6 2	ALIANÇA	BRILHANTE	BRILHANTE		PF 6 2	PF 6 2		BRILHANTE	BRILHANTE	ALIANÇA	PF 6 2		BRILHANTE	BRILHANTE	ALIANÇA	ALIANÇA	BRILHANTE		BRILHANTE	PF 6 2	ALIANÇA	BRILHANTE		BRILHANTE	PF 6 2	
2	5	4		2	5	4		2	2			2	5	4	2		2	5	4	2	5	4		2	5	4		2	5	4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	

2.3. Croqui do experimento *Line source* de trigo 2011.



Figura 2.4. Fotografia da irrigação por aspersão em funcionamento.



Figura 2.5. Área experimental aos 20 dias, recebendo irrigação por igual.

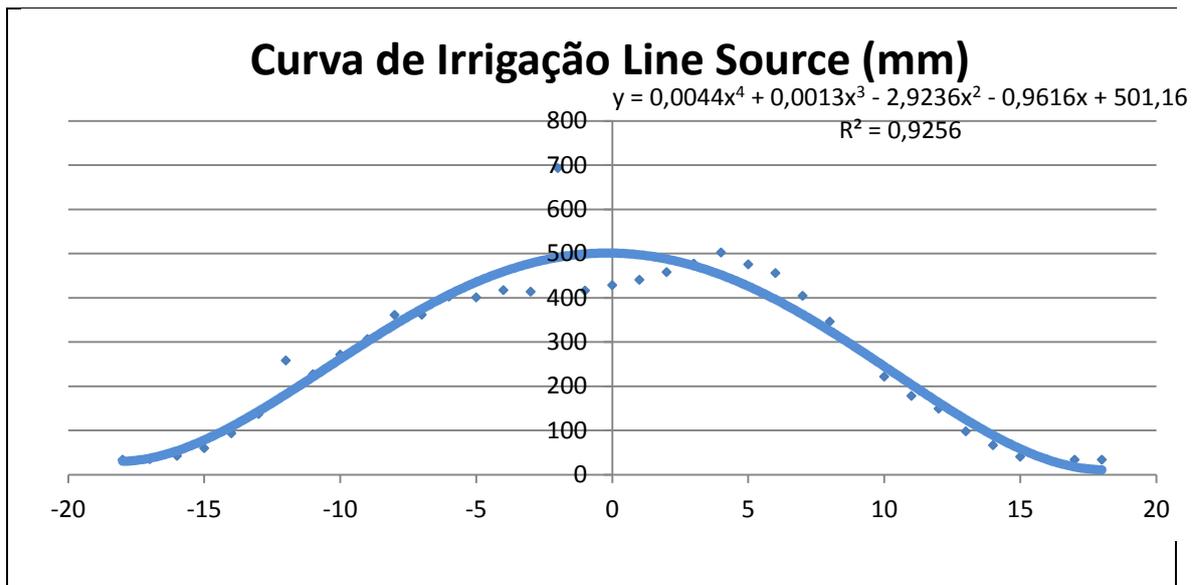


Figura 2.6. Gráfico da curva de irrigação do trigo line source (em mm).

A aplicação das lâminas de irrigação foi avaliada por duas linhas de coletores em cada tratamento de solo. As irrigações foram realizadas conforme descrito o programa de monitoramento de irrigação no cerrado (EMBRAPA, 2011), no qual considera a cultura, os indicadores agrometeorológicos da região, o tipo de solo e a data de germinação plena.

No período do experimento a precipitação total foi de 5,8 mm, a temperatura máxima de 34°C, mínima de 8,3°C e média de 19,2°C. A umidade relativa do ar correspondeu a 54% conforme dados extraídos da estação agroclimatológica do Centro de Pesquisas Agropecuárias do Cerrado. As lâminas decorrentes das irrigações e das precipitações estão nas tabelas 3 e 4, para os experimentos I e II, respectivamente.

c. Manejo do Solo

O sistema de manejo do solo ocorreu de duas formas distintas. Metade da área que foi plantada na safrinha com crotalária e recebeu a preparação de solo convencional (uma grade aradora), contou com o controle de invasoras e a área permaneceu descoberta até o plantio do trigo. A segunda parte da área experimental também foi cultivada com crotalária (*Crotalaria juncea*) na safrinha, posteriormente toda parte aérea das plantas foi triturada e a palhada foi depositada na superfície do solo. Não houve trabalho com máquinas nessa parte da área.

É importante ressaltar que este foi o primeiro ano em que a área recebeu cobertura verde com crotalária, sendo que desde 2005 ambos os lados eram preparadas convencionalmente. Esta divisão está esquematizada na figura 2.6, onde a área em vermelho recebeu o tratamento com grade aradora, enquanto na área azul não houve revolvimento do solo.

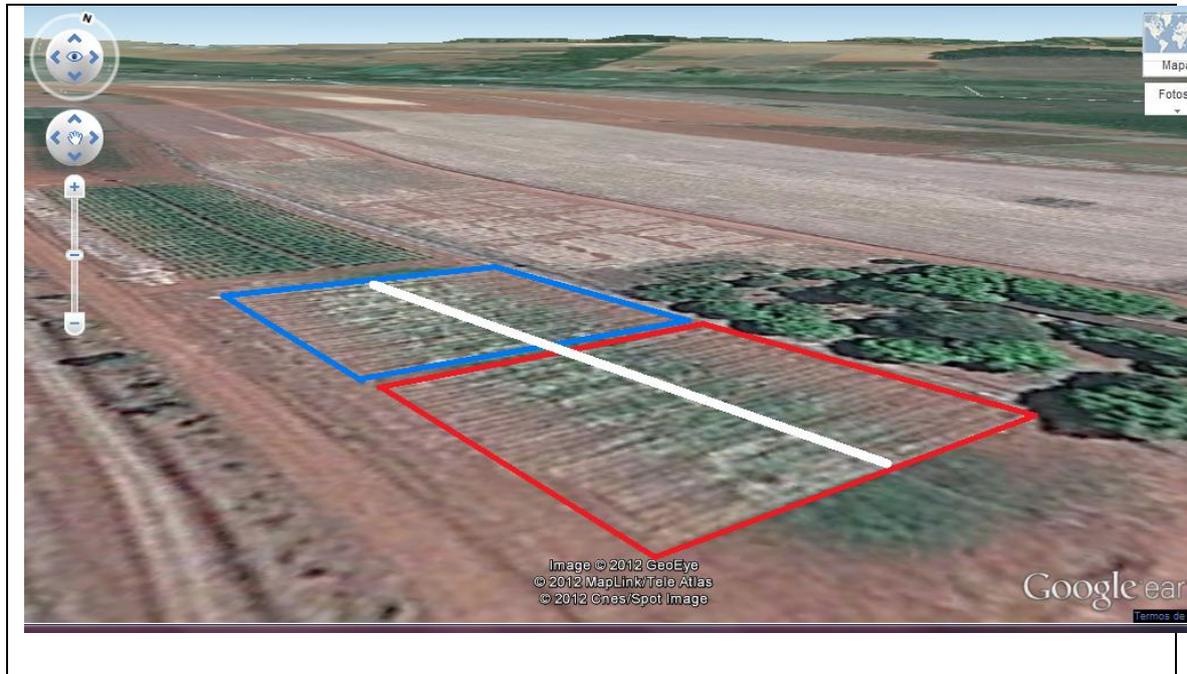


Figura 2.7. Esquematização do manejo de solo na área experimental.

d. Genótipos

i. Aliança

Material lançado pela EPAMIG em parceria com a EMBRAPA, para cultivo na região central do Brasil durante a primeira safra, de ciclo médio, porte alto e possui boa rusticidade.

ii. Brillhante

Material lançado pela EPAMIG, para o cultivo em Minas Gerais na primeira safra, com porte alto, ciclo médio e não possui arista.

iii. BRS 254

Recomendada para cultivo sob irrigação, de ciclo médio, porte médio e moderadamente resistente ao acamamento e à debulha natural

iv. PF02200337 e PF0220062

Linhagens irmãs do programa de melhoramento da Embrapa. Seleccionadas para o plantio no Brasil central.

e. Avaliações

A avaliação do experimento foi feita nas duas partes do sistema *line source*, que foram denominadas de experimento I e II (lado direito e lado esquerdo do cano de irrigação, respectivamente). A diferença consiste na quantidade de subparcelas utilizadas para as avaliações.

Em ambos os experimentos, o delineamento experimental é o de blocos ao acaso com 3 repetições, em parcelas subdivididas. Os tratamentos nas parcelas foram: dois sistemas de produção, os genótipos que foram analisados nas subparcelas e as lâminas de água foram as subparcelas dentro de subparcelas.

No experimento I, as avaliações de produtividade de cada genótipo foram feitas em quatorze níveis de água (P14), que corresponderam às lâminas de água (Tabela 2.1): L₁, L₂, ..., L₁₃ e L₁₄. Cada subparcela utilizada para avaliações da produtividade em cada lâmina de água, apresentou dimensões de 2m² com área útil de 1m², correspondente às regiões centrais de cada subparcela, para evitar o efeito de bordadura.

Tabela 2.2. Legenda das lâminas de água aplicadas nas subparcelas do experimento 1, em milímetros.

Código	Lâmina de água
L ₁	417,0
L ₂	400,7
L ₃	402,4
L ₄	361,5
L ₅	361,0
L ₆	306,4
L ₇	271,3
L ₈	226,9
L ₉	258,0
L ₁₀	136,9
L ₁₁	93,3
L ₁₂	59,7
L ₁₃	42,4
L ₁₄	34,8

No experimento II, foram avaliados os seguintes componentes de produção para os quatro genótipos estudados: número de espigas por m² (NE), grãos por espiga (GE), peso de mil grãos (PMG) e produtividade em quatro níveis de água (P4) as distâncias da linha de aspersão ao centro de cada subparcela foram de: 7,5; 11,5; 15,5 e 17,5 metros, de forma a proporcionar lâminas (Tabela 2.2): L_A, L_B, L_C e L_D, respectivamente. As subparcelas utilizadas para avaliações de NE, GE, PMG e P4 (experimento 2) apresentaram 4m² com área útil de 2m², correspondente às regiões centrais das subparcelas, para evitar o efeito de bordadura.

Tabela 2.2. Legenda lâminas de água aplicadas nas subparcelas do experimento 2, em milímetros.

Código	Lâminas de Água
L _A	375,1
L _B	163,5
L _C	37,2
L _D	33,6

Essas lâminas de água foram escolhidas para evitar interferências sobre os resultados de subparcelas que sofreram acamamento (Figura 2.7).

Para os resultados do experimento II, no qual foram avaliados os componentes de produção foi feita a correlação de Pearson de cada genótipo de trigo, utilizando-se os dados individuais de cada genótipo, nível de água e sistema de produção.



Figura 2.7. Subparcela com acamamento.

A colheita dos dois experimentos foi realizada aos 112 dias após o plantio, quando todas as espigas estavam maduras. Para as análises do experimento 1, a coleta dos genótipos foi realizada com máquina em cada área útil da subparcela, procedendo-se a limpeza da máquina entre as parcelas. Para o experimento II, a coleta foi feita manualmente em cada subparcela.

No experimento I, os dados de produtividade foram obtidos a partir da pesagem do volume de grãos de cada subparcela, em balança semianalítica em laboratório.

No experimento 2, o número de espigas (NE) foi obtido a partir da contagem do total de espigas em cada subparcela, o número de grãos por espiga (GE) foi obtido a partir do número médio de grãos a cada dez espigas, a produtividade foi obtida através do peso de grãos em cada subparcela após a trilha mecânica.

A determinação da massa de mil grãos (PMG) foi realizada conforme o método descrito por Brasil (1992), em que se realiza a contagem manual de 100 grãos de trigo

de cada subparcela que, a seguir, são pesados em balança semianalítica. O resultado é multiplicado por 10 para que seja expresso em mil grãos.

A análise estatística foi realizada através do Programa SISVAR (Ferreira, 1983). Os dados foram submetidos à análise de variância preliminar para detectar as prováveis interações. Todos os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão linear ou quadrática, dependendo da variável analisada.

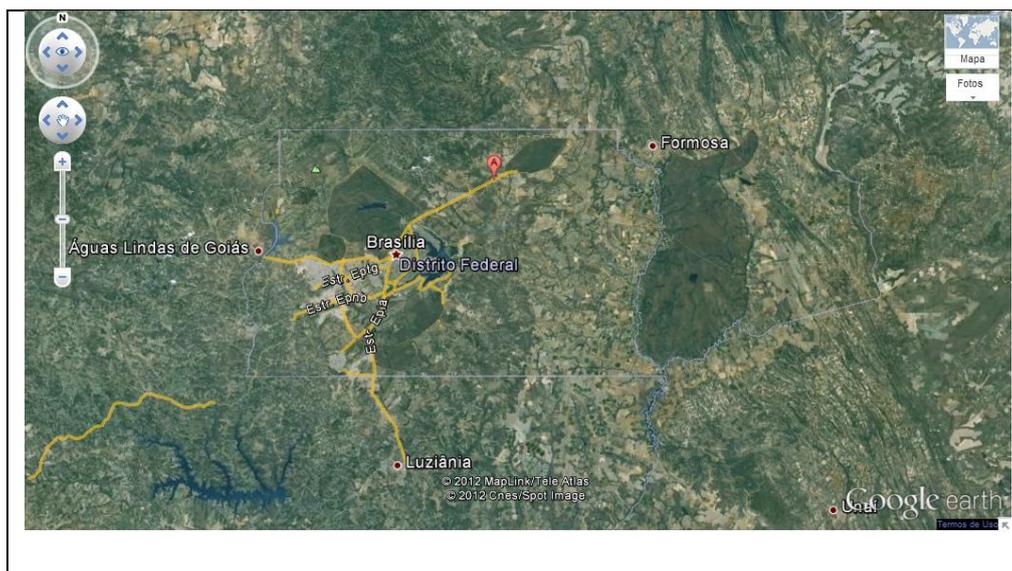


Figura 2.8. Imagem ilustrativa da localização da área experimental (marcador A).

3. Resultados e Discussão

i. Genótipos

Considerando a produtividade dos genótipos de trigo nos dois experimentos, independente do nível de água e do manejo de solo, o BRS 254 foi o mais produtivo (Tabela 3.1). Este cultivar produziu 7,7% e 13,3% acima da média geral de produtividade dos genótipos e 18,7% e 29,6% quando comparado com o genótipo PF37 (menos produtivo) nos experimentos 1 e 2, respectivamente. Esse resultado era previsível, considerando que entre os materiais plantados foi o único desenvolvido para plantio no inverno, com irrigação (Boschini, 2011). Se fosse possível estabelecer o experimento sob as mesmas condições na safrinha, os resultados poderiam ser diferentes.

O experimento foi conduzido no inverno com o foco no verão para isolar o aspecto seca e evitar que o calor também tenha efeito sobre os resultados. Além da facilidade de controlar as lâminas de água aplicadas e gerar gradiente de irrigação.

Os cultivares Aliança e PF 62, no experimento 1, apresentaram produtividade semelhante ao BRS 254, mas no experimento 2, produziram menos que o BRS 254.

Tabela 3.1. Produtividade (kg ha^{-1}) de cinco genótipos de trigo nos dois experimentos.

Genótipo	Experimento 1	Experimento 2
Aliança	1413,08 ab	1477,94 b
Brilhante	1358,92 bc	1499,17 b
BRS 254	1488,07 a	1715,28 a
PF 62	1390,47ab	1551,49 b
PF 37	1253,91 c	1322,94 c
Média geral	1390,89	1513,36

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

No número de grãos por espiga (Tabela 3.2), o genótipo BRS 254 apresentou a melhor resposta, em média 28,59 grãos espiga⁻¹, o PF 62 apresentou valores intermediários e os demais genótipos apresentaram menores valores que o BRS 264 (entre 22,40 e 23,86 grãos espiga⁻¹). Pelo fato de ser um dos componentes da produtividade, estes dados confirmam o melhor desempenho deste genótipo na produtividade avaliada nos dois experimentos.

Tabela 3.2. GE nos cinco genótipos de trigo.

Genótipo	Número de grãos por espiga
Aliança	23,86b
Brilhante	22,40b
BRS 254	28,59a
PF 37	22,73b
PF 62	24,93ab

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Santos et al. (2011) consideraram esse componente de rendimento, assim como a massa de mil grãos, como não significativos para o incremento da produtividade quando estudaram os componentes de produção de genótipos de trigo cultivado para grãos em sistema lavoura-pecuária e plantio direto.

ii. Níveis de água

Considerando apenas os níveis de água, independente do manejo de solo e dos genótipos, a diminuição da produtividade ocorre gradativamente, conforme decresceram as lâminas de água aplicadas (Tabela 3.3).

A produtividade obtida foi comparada com o cálculo da produtividade esperada, de acordo com o método descrito por (Passioura, 2004), que consiste em multiplicar a lâmina de água aplicada no cultivo por um fator de correção igual a sete.

Dessa forma, no experimento I, a produtividade média de todos os genótipos nas diferentes lâminas de água foi inferior à produtividade esperada das lâminas L_3 a L_{10} (Tabela 3.3). Por outro lado, no experimento II, apenas na lâmina L_A (Tabela 3.4), a produtividade média foi inferior à esperada.

Apesar do efeito esperado e altamente significativo dos níveis de água sobre a produtividade e as demais variáveis dependentes, vale ressaltar sua não validade estatística em consequência da não casualização desse fator, inerente à metodologia. Além disso, no sistema “line source”, apesar da aplicação de água ser uniforme ao longo da parcela experimental (Hanks et al., 1976a). Por outro lado, Hanks et al. (1976b) discutem as vantagens da utilização deste sistema, como a área experimental reduzida e a visualização dos efeitos da irrigação sobre alguns parâmetros avaliados; os autores consideram ainda que análises estatísticas são válidas se os tratamentos possuem repetições e são casualizados em linhas perpendiculares às linhas dos aspersores. Os autores consideram, ainda, que deve-se tomar cuidado com a interpretação de pequenas diferenças entre lâminas de água adjacentes, nos parâmetros avaliados.

Tabela 3.3. Médias da Produtividade média de cinco genótipos de trigo (kg ha^{-1}) nas 14 lâminas de água (mm).

Lâminas de água	Médias da produtividade	Produtividade esperada
L ₁	3481,01 a	2919,0
L ₂	3235,25 a	2804,9
L ₃	2737,58 b	2816,8
L ₄	1848,07 c	2530,5
L ₅	1604,32 cd	2527,0
L ₆	1455,22 de	2144,8
L ₇	1382,18 def	1899,1
L ₈	1269,99 ef	1588,3
L ₉	1135,54 fg	1806,0
L ₁₀	940,79 gh	958,3
L ₁₁	721,74 hi	653,1
L ₁₂	596,11 ij	417,9
L ₁₃	453,05 jl	296,8
L ₁₄	326,39 l	27,8

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 3.4. Produtividade média de cinco genótipos de trigo (kg ha^{-1}) nas diferentes lâminas de água.

Lâminas de Água	Produtividade média	Produtividade esperada
L _A	2216,35 a	2625,70
L _B	1599,67 b	1144,50
L _C	1004,19 c	260,40
L _D	703,36 d	235,20

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em trabalho semelhante, ao estudar o rendimento de grãos (kg ha^{-1}) de trigo no cerrado, Silva et al. (2008) encontraram produtividades acima de 3 mil kg ha^{-1} no tratamento com o maior volume de água aplicado e de aproximadamente 1,9 mil kg ha^{-1} no tratamento com a menor lâmina de água, sendo a irrigação monitorada pelas pressões (-0,07 MPa e -0,05 MPa), para maior e menor lâmina de água, respectivamente, corroborando com os resultados encontrados na lâmina L₁, de maior disponibilidade hídrica.

Quanto às demais variáveis, dentro do esperado no experimento II, houve resultados significativos para o número de espigas por metro quadrado (Tabela 3.5) e número de grãos por espiga (Tabela 3.6), ou seja, quanto menor a lâmina de água, menor o número de espigas por metro quadrado e o número de grãos.

Para o número de espigas houve uma redução de 52,9% entre a primeira lâmina e a última (Tabela 3.5), enquanto que para a média de grãos por espiga houve um decréscimo de 28,9% (Tabela 3.6).

Tabela 3.5. Número médio de espigas (unidade.m⁻²) de cinco genótipos de trigo, nas diferentes lâminas de água.

Lâminas de Água	Número de espigas
L _A	248,95 a
L _B	204,97 b
L _C	147,20 c
L _D	117,25 d

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

Com relação ao número de espigas por metro quadrado, Silva et al. (2008) encontraram números superiores a 350 espigas por m² de vários genótipos de trigo, independente da lâmina de água aplicada. Apesar do resultado superior, vale ressaltar que a densidade de plantio no trabalho citado foi de 400 sementes por metro linear, também superior à densidade de plantio deste trabalho (300 sementes por metro linear).

Quanto ao número de grãos por espiga, Silva et al. (2008) encontraram valores significativos acima de 30 grãos por espiga, independente do manejo de água e solo.

A diferença entre os dados obtidos no presente trabalho e dos autores citados acima pode estar relacionada aos diferentes genótipos estudados, pois no trabalho citado foram estudados três genótipos adaptados às condições de plantio, enquanto no presente trabalho houve variação quanto a adaptação às características da época e local de plantio.

Tabela 3.6. GE em cinco genótipos de trigo, nas diferentes lâminas de água.

Lâminas de Água	Grãos por espiga
L _A	28,53 a
L _B	26,50 a
L _C	22,70 b
L _D	20,28 b

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

iii. Manejo de solo

Quanto ao manejo de solo, independente dos genótipos e níveis de água, houve efeito positivo da cobertura de solo sobre a produtividade, apenas no experimento II (Tabela 3.7). Por outro lado, no experimento I, o manejo com revolvimento e sem cobertura de solo resultou em maior produtividade.

Para a influência do manejo com manutenção de palhada sobre o solo e não revolvimento, Cunha et al. (2011) avaliaram resultados significativos como efeito do plantio direto sobre solos do cerrado apenas após quatro anos de cultivos e sobre os atributos físicos e biológicos, sendo que consideraram características físicas como mais sensíveis à mudança de manejo.

Zambrosi et al. (2007) salientam que a prática do sistema de plantio direto (manutenção do solo coberto e não revolvimento mecânico) contribuem para o incremento de matéria orgânica do solo, o que influi nas características químicas e físicas do solo.

De forma conclusiva, Lana et al. (2007), após três anos de análises sobre efeitos do plantio direto e adubação fosfatada em solos de cerrado através do rendimento de grãos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), asseguram que essa variável responde significativamente, de forma quadrática, com a evolução do tempo em cultivos sucessivos.

Outro fator que contribui para o efeito cumulativo e crescente com cultivos sucessivos e a adoção do sistema de plantio direto para solos do cerrado é a rápida mineralização da palhada, conforme afirmam Virginia et al. (2009), Bernardes et al. (2010), Fiorentin et al. (2011) e Ribeiro et al. (2011).

Tabela 3.7. Produtividade (kg ha⁻¹) média de cinco genótipos de trigo nos dois experimentos.

Manejo	Experimento 1	Experimento 2
Sem Cobertura	1643,49 a	1311,09 b
Com Cobertura	1383,24 b	1450,69 a

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

Quanto aos demais parâmetros avaliados, somente no peso de mil grãos houve diferença significativa no experimento II (Tabela 3.8). Apesar de ser o primeiro ano de

plantio direto, o tratamento com cobertura e sem revolvimento do solo, apresentou valor significativo para o peso médio de mil grãos.

Tabela 3.8. PMG (g) de cinco genótipos de trigo, sob dois manejos de solo.

Manejo de solo	Médias
Sem cobertura	29,71b
Com cobertura	32,90a

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

iv. Genótipo x Água

Com o resultado da variável produtividade para a interação genótipo e água é possível avaliar a eficiência do uso de água, a partir da relação entre produtividade média alcançada por genótipo e a lâmina média de água aplicada nas subparcelas. Com a curva de regressão é possível comparar os genótipos.

Alberto et al. (2006) asseguram que ao comparar as culturas de milho e soja (cultivos de verão) e a cultura do trigo (cultivo de inverno) para o sul do país, o trigo foi a espécie mais eficiente no uso de água respondendo à maior disponibilidade hídrica. Da mesma forma, anos de cultivo com menor disponibilidade hídrica foram mais severos para produção das culturas de verão.

Essa interação entre genótipo e ambiente para o trigo foi estudada por Cargnin et al. (2006) que revelaram a alta adaptabilidade de diferentes genótipos às fontes de variação como precipitação e calor.

Quanto à interação genótipo e água (Tabela 3.9) no experimento 1, independente do manejo, é possível observar que o nível de água no qual houve a melhor relação, entre quantidade produzida e lâmina aplicada, foi a lâmina L₉, na qual, em média, para cada milímetro aplicado ocorreu uma produtividade, para todos os genótipos, 22,83 vezes maior que a lâmina de água aplicada. A eficiência do uso da água é calculada pela relação entre a produtividade e a lâmina de água aplicada.

O genótipo mais eficiente no uso da água, com base na mesma relação (produtividade/lâmina de água), foi o PF37 que obteve maior rendimento entre todas as lâminas de água aplicadas. Na interação genótipo e água, o melhor resultado foi para o

genótipo PF37 na lâmina L₅, onde a produtividade alcançou aproximadamente 26,3 vezes o volume de água aplicado.

Esse fator acima de 20 kg por lâmina de água aplicada corrobora com os resultados publicados por Passioura (2004) que ao estudar resultados obtidos pelo investimento feito e avaliando a eficiência de utilização dos insumos, nesse caso a água, ressalta que o fator de correção para cereais é de 7 kg por milímetro de água aplicado.

Entretanto, o genótipo BRS 254, na L₂, foi o genótipo que alcançou maior produtividade (4328,38 kg ha⁻¹).

Tabela 3.9. Produtividade de cinco genótipos de trigo, sob 14 diferentes lâminas de água.

Lâminas de água	Genótipos				
	BRS 254	Brilhante	PF02200337	PF0220062	Aliança
L ₁	4328,38 Aa	3551,63 Aab	3146,77 Aba	3373,85 Aba	3004,43 Aa
L ₂	3832,78 Aab	3208,62 Bab	2943,07 Ba	3199,28 Ba	2992,51 Ba
L ₃	3268,71 Ac	2928,41 Ab	2180,87 Cb	2789,20 Aba	2520,70 Bca
L ₄	2232,25 Ad	1949,97 Abc	1555,74 Bc	1841,96 Abb	1660,41 Bb
L ₅	1754,98 Ade	1698,44 Acd	1371,53 Acd	1608,62 Abc	1588,02 Ab
L ₆	1566,39 Aef	1505,45 Acde	1197,99 Acd	1540,70 Abcd	1465,57 Abc
L ₇	1440,36 Aef	1305,18 Adef	1337,95 Acde	1387,60 Abcd	1438,98 Abcd
L ₈	1360,49 Aef	1267,86 Adef	1188,65 Acde	1253,78 Abcde	1279,20 Abcde
L ₉	1175,05 Aef	1050,46 Aefg	1042,69 Acdef	1154,87 Acdef	1254,65 Abcde
L ₁₀	1041,88 Afgh	820,91 Afgh	875,72 Adefg	1005,61 Adefg	959,83 Acdef
L ₁₁	739,47 Aghi	607,68 Agh	662,94 Aefgh	751,89 Aefg	846,71 Adef
L ₁₂	576,24 Ahi	469,27 Agh	462,81 Afgh	778,61 Aefg	693,Aef
L ₁₃	570,91 Ai	355,17 Ah	322,36 Agh	570,91 Afg	576,63 Af
L ₁₄	256,74 Ai	269,32 Ah	232,12 Ah	463,92 Ag	409,86 Af

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A partir da Tabela 3.9, é possível inferir que desde a lâmina L₅ até a lâmina L₁₄ não houve variação significativa entre os genótipos avaliados, pois a redução na produtividade foi semelhante após a referida lâmina.

Percebe-se que a produtividade revela alta variação para as lâminas dentro dos genótipos. É possível fazer uma classificação conforme a redução da produtividade. O genótipo menos sensível à redução das lâminas de água foi o Aliança, seguido pelo PF62, Brilhante, PF37 e BRS254, sugerindo uma sequencia do genótipo mais tolerante à seca para o genótipo mais sensível ao *déficit* hídrico.

Estes resultados são confirmados no experimento II, onde o genótipo Aliança também foi o mais resistente à seca com a redução da lâmina de água, enquanto o BRS

254 foi o mais suscetível à deficiência hídrica. Quanto às lâminas de água, a lâmina L_D, apresentou maior variação significativa entre os genótipos dentro da lâmina.

A interação genótipo e água na produtividade dos diferentes genótipos (Tabela 3.10), no experimento dois, independente do manejo de solo adotado, mostra que todos os genótipos tiveram o mesmo comportamento dentro das diferentes lâminas de água. Dentro de cada lâmina, o Brilhante apresentou a maior produtividade na L_A e o genótipo Aliança na L_D, seguido do Brilhante.

Tabela 3.10. Produtividade (kg ha⁻¹) de diferentes genótipos de trigo, sob quatro lâminas de água.

Genótipo	Lâminas de água			
	L _A	L _B	L _C	L _D
Aliança	2138,33Ab	1542,26Ba	1091,16Ca	880,57Ca
Brilhante	2471,80Aa	1659,85Ba	973,32Ca	847,34Cab
BRS 254	2248,37Aab	1642,58Ba	923,43Ca	621,29Dbc
PF 37	2166,57Ab	1470,34Ba	377,38Ca	401,34Dc
PF 62	2056,67Ab	1683,29Ba	1055,67Ca	766,27Dab

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

Para o número de espigas por área (Tabela 3.11), houve decréscimo do número de espigas m⁻² seguindo a redução da lâmina de água, principalmente nos genótipos Aliança, BRS 254 e PF 37, mas o genótipo PF 62 foi o único que diminuiu o número de espigas por área somente a partir da lâmina L_C. O cultivar Brilhante foi o genótipo que menos reduziu o número de espigas quando se comparam a maior e a menor lâmina.

Condé et al. (2011) ressaltam que este genótipo se destacou apenas em ambiente desfavorável quanto à disponibilidade hídrica em um experimento com linhagens e cultivares no cerrado mineiro.

Tabela 3.11. Número de espigas (nº m⁻²) de diferentes genótipos de trigo, sob quatro lâminas de água.

Genótipo	Nível de água			
	L _A	L _B	L _C	L _D
Aliança	511,17Abc	422,00Bb	329,16Ca	265,83Dab
Brilhante	512,50Ab	352,17Bc	304,833Cab	294,16Ca
BRS 254	434,67Ad	381,83Bc	289,67Cb	253,17Db
PF 37	555,67Aa	425,83Bb	323,17Cab	239,00Dd
PF 62	475,50Ac	465,33Aa	225,17Bc	120,67Bc

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

Para o número de grãos por espiga (Tabela 3.12), os genótipos tiveram comportamento diferente, comparado ao número de espiga m⁻² (Tabela 3.11). O cultivar Aliança apresentou número de grãos/espiga semelhante em todas as lâminas de água; os outros genótipos, em geral, diminuíram o número de grãos/espiga a partir da lâmina L_c.

A comparação entre os genótipos dentro de uma mesma lâmina mostrou que na lâmina L_A, o cultivar Brilhante apresentou a maior quantidade de grãos, já na lâmina L_c, o genótipo PF 37 apresentou menor quantidade de grãos que o PF 62 e na lâmina L_d, o PF 37 apresentou maior quantidade de grãos que o BRS 264.

Tabela 3.12. GE dos cinco genótipos de trigo, em quatro lâminas de água.

Genótipo	Nível de água			
	L _A	L _B	L _C	L _D
Aliança	25,75Ab	26,91Aa	22,60Aab	20,16Aab
Brilhante	38,23Aa	30,41ABa	24,83BCab	20,88Cab
BRS 254	25,08Ab	39,50ABa	20,62BCab	14,41Cb
PF 37	25,81Ab	22,46Aa	16,56ABb	26,05Ca
PF 62	27,78Ab	23,21ABa	28,87ABa	19,88Cab

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

v. Manejo e água

Para a interação entre manejo do solo e lâminas de água, independente dos genótipos, a variável que demonstrou resultados significativos foi produtividade média no experimento II (Tabela 3.13). Na qual a lâmina L_A, no tratamento de solo com cobertura alcançou a média acima de 2,3 ton ha⁻¹.

Nos tratamentos com cobertura e sem revolvimento, foi observada uma queda mais acentuada da produtividade do que naqueles sem cobertura. Esse resultado é consequência provável do manejo ser plantio direto de primeiro ano, pois há possibilidade de não haver efeitos positivos dessa prática sobre a biologia e fertilidade do solo. Dentro de cada lâmina de água, nos tratamentos com e sem cobertura de solo, houve diferença estatística entre todas as lâminas de água.

As parcelas com cobertura de solo e sem revolvimento, com lâminas de água L_A e L_B apresentaram produtividade superior às demais parcelas, revelando a influência

positiva da irrigação e da cobertura de solo para a variável produtividade, apesar de ser o primeiro ano de cultivo no sistema de plantio direto.

Tabela 3.13. Produtividade média (kg ha^{-1}) de cinco genótipos de trigo, sob quatro diferentes lâminas de água e dois manejos de solo.

Lâminas de água	Manejo de solo	
	Sem Cobertura	Com Cobertura
L _A	2082,31Ba	2350,38Aa
L _B	1514,25Bb	1685,08Ab
L _C	962,97Ac	1045,41Ac
L _D	684,84Ad	721,89Ad

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

vi. Genótipo e Manejo

Independente dos níveis de água, considerando apenas o efeito de manejo do solo e dos genótipos sobre as variáveis dependentes, houve resultado significativo para a produtividade do experimento II (Tabela 3.14) e para o peso de mil grãos (PMG) (Tabela 3.15).

Quanto ao manejo de solo a produtividade foi maior no solo sem incorporação apresentou maior produtividade para os genótipos Aliança, PF02200337 e PF0220062. Por outro lado, para os cultivares Brilhante e BRS 254 não houve diferença estatística entre os dois manejos de solo.

Entre os genótipos, para o manejo com incorporação o único genótipo que apresentou desempenho inferior foi a PF37. Por outro lado, no tratamento sem incorporação, o cultivar Aliança apresentou desempenho superior ao BRS 254, porém não diferindo dos demais.

Tabela 3.14. Produtividade (kg ha^{-1}) dos cinco genótipos de trigo, sob dois manejos de solo.

4. Genótipo	5. Manejos de solo	
	Sem Cobertura	Com Cobertura
Aliança	1294,41Ba	1531,77Aa
Brilhante	1467,16Aa	1509,00Aab
BRS 254	1371,43Aa	1346,40Ab
PF 37	1100,19Bb	1407,63Aab
PF 62	1322,29Ba	1458,66Aab

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para o peso de mil grãos (PMG), o genótipo PF37, no manejo com incorporação em relação ao sem incorporação, apresentou menores valores. Para os demais genótipos não houve diferença significativa entre os manejos de solo. Dentro de cada manejo (com ou sem cobertura), não houve diferença no peso de mil grãos entre os genótipos estudados.

Tabela 3.15. PMG (g) de cinco genótipos de trigo, sob dois manejos de solo.

6. Genótipo	7. Manejos de solo	
	Sem Cobertura	Com cobertura
Aliança	29,76Aa	33,90Aa
Brilhante	29,42Aa	30,07Aa
BRS 254	31,22Aa	32,18Aa
PF 37	27,10Ba	35,17Aa
PF 62	30,07Aa	34,07Aa

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 3.16. Correlação de Pearson entre os componentes de produção, para cada genótipo de trigo.

Aliança				
	P4	NE	PMG	GE
P4	1	0,873**	0,184 ns	0,315 ns
NE	-	1	0,074 ns	0,140 ns
PMG	-	-	1	-0,659**
GE	-	-	-	1
Brilhante				
P4	1	0,868**	0,572**	0,690**
NE	-	1	0,380 ns	0,380 ns
PMG	-	-	1	0,082 ns
GE	-	-	-	1
BRS264				
P4	1	0,928**	0,144 ns	0,843**
NE	-	1	-0,39 ns	0,803**
PMG	-	-	1	0,385 ns
GE	-	-	-	1
PF 37				
P4	1	0,939**	0,279 ns	0,134 ns
NE	-	1	0,152 ns	-0,01 ns
PMG	-	-	1	-0,571**
GE	-	-	-	1
PF 62				
P4	1	0,896**	-0,070 ns	-0,423*
NE	-	1	-0,282 ns	0,066 ns
PMG	-	-	1	-0,079 ns
GE	-	-	-	1

** Valores significativos ao nível de 1%, * valores significativos ao nível de 5%. ns- valores não significativos. P4 – Produtividade do experimento dois em quatro níveis de água; NE – número de espigas por metro quadrado; PMG – Peso de mil grãos; GE- número de grãos por espiga.

A correlação de Pearson entre os componentes de produção para cada genótipo confirma os resultados anteriores. Como esperado, o componente de rendimento que apresentou correlação positiva e significativa ao nível de 1% para todos os genótipos foi o número de espigas por metro quadrado, indicando que para o cultivo desses genótipos o número de espigas por área tem relação direta com o valor final da produtividade.

Para o genótipo Aliança que foi o mais eficiente no uso de água nas parcelas com menor disponibilidade hídrica, além do número de espigas, a análise estatística demonstra que existe correlação negativa e significativa entre o número de grãos por espiga e o peso de mil grãos. Indicando que quanto maior a quantidade de grãos por espiga menor a densidade do grão para esse genótipo.

Para o BRS254 que demonstrou maior eficiência no uso de água nas parcelas com maiores lâminas de irrigação, além do número de espigas por metro quadrado, existe correlação positiva entre o número de grãos por espiga e a produtividade e o número de grãos por espiga e o número de espigas. Indicando que para esse genótipo, o número de grãos por espiga contribui significativamente para o aumento da produção, confirmando a tabela 3.1, onde também foi o único genótipo que mostrou resultado para esse componente.

Quanto ao cultivar Brilhante, todos os componentes de produção apresentaram correlação positiva com a produtividade. Demonstrando que para esse genótipo contribuem para a produção tanto o número de espigas por metro quadrado, quanto o peso de mil grãos e o número de grãos por espiga.

Quanto ao genótipo PF37, existe correlação negativa entre o número de grãos por espiga e a densidade dos grãos (peso de mil grãos), além da correlação positiva entre número de espigas por metro quadrado e produtividade.

No que se refere à linhagem PF62, há correlação significativa no nível de 5% entre o número de grãos por espiga e a produtividade. Demonstrando que nem sempre a produtividade crescerá proporcionalmente a este componente de rendimento.

Para discussão de tolerância à seca e resposta à irrigação, foram elaborados dois gráficos, para o manejo de solo com cobertura (Figura 3.1) e para o manejo de solo sem

cobertura (Figura 3.2). Com o objetivo de comparar o comportamento dos genótipos em três níveis de água.

Na figura 3.1, onde foi analisado o desempenho dos genótipos no sistema de manejo sem incorporação, para as parcelas que ficaram com lâminas entre 0 e 100 mm de água aplicada, os genótipos PF62 e aliança demonstraram maior eficiência no uso de água, o que significa melhor tolerância à seca.

Ainda na figura 3.1, considerando as respostas de produtividade às lâminas de água entre 300 e 400 mm, os genótipos que possuem maior eficiência no uso de água em sistema com irrigação são o Brilhante e o BRS 254.

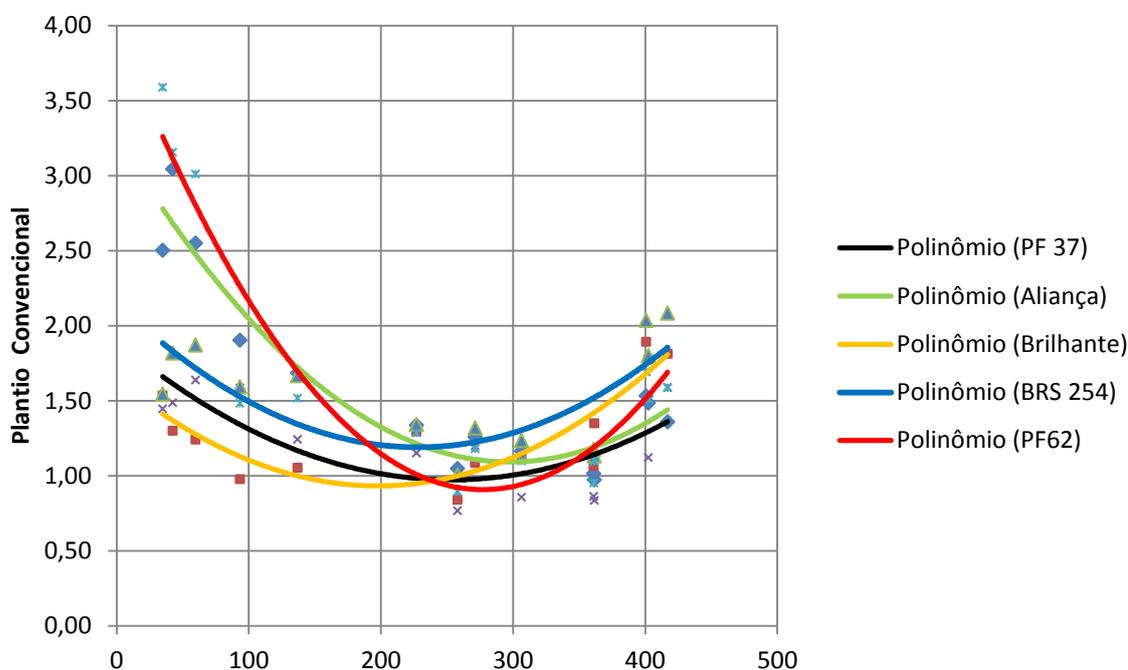


Figura 3.1. Relação entre produtividade média dos genótipos e lâmina de água aplicada na subparcela (em mm) – eficiência no uso de água -, sob manejo sem cobertura e com revolvimento.

Tabela 3.17. Equações do gráfico representado na figura 3.1

Genótipos	Equações
Aliança	$y = 3E-05x^2 - 0,0153x + 2,8665$ $R^2 = 0,9278$
Brilhante	$y = 2E-05x^2 - 0,0113x + 2,3537$ $R^2 = 0,8185$
BRS 254	$y = 3E-05x^2 - 0,0139x + 2,526$ $R^2 = 0,6731$
PF 37	$y = 1E-05x^2 - 0,0071x + 1,7611$ $R^2 = 0,6356$
PF62	$y = 2E-05x^2 - 0,013x + 2,6348$ $R^2 = 0,8391$

Na figura 3.2, o genótipo que se destacou para as parcelas com maior nível de deficiência hídrica foi o genótipo Aliança, seguido pelo PF62. Enquanto o cultivar BRS 254, se destacou nas parcelas com maior nível de irrigação, confirmando sua característica de selecionado pra plantio irrigado, no inverno.

Porém, o resultado mais interessante é a percepção da influência da cobertura de solo sobre o desempenho geral dos genótipos ao longo dos níveis de água. Pois é possível perceber a homogeneização das curvas de produtividade.

Nas tabelas 3.17 e 3.18, estão listadas as equações relacionadas aos gráficos das figuras 3.1 e 3.2, respectivamente.

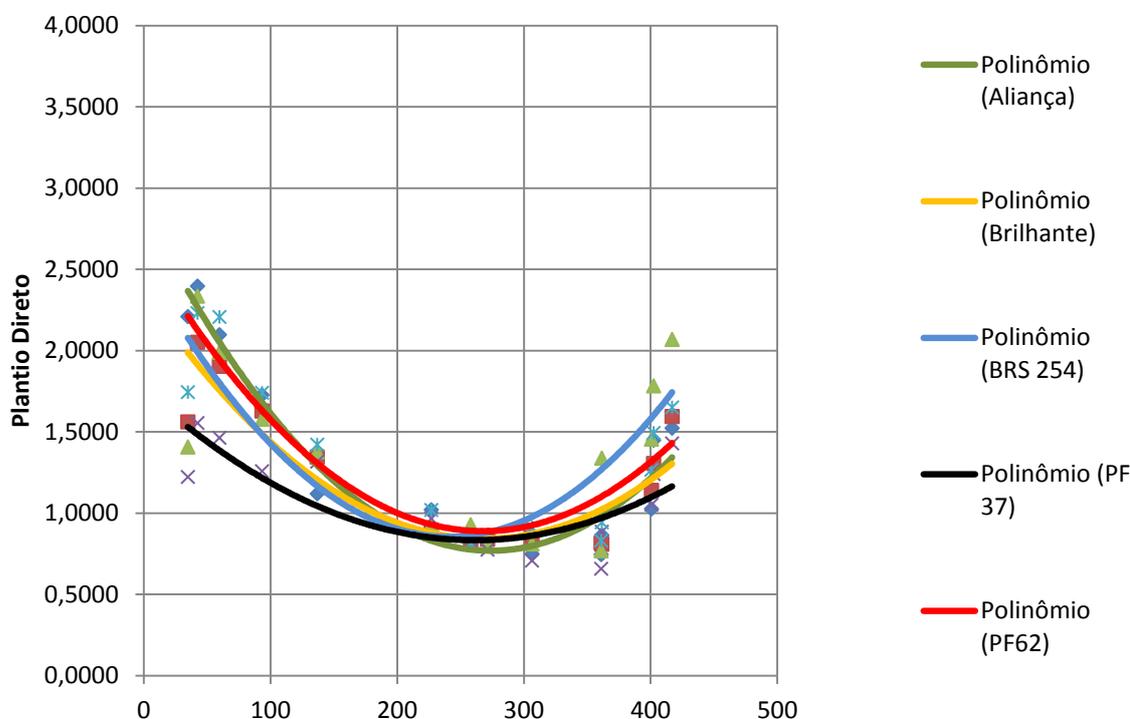


Figura 3.2. Relação entre produtividade média dos genótipos e lâmina de água aplicada na subparcela (em mm) – eficiência no uso de água -, sob manejo com cobertura e sem revolvimento.

Tabela 3.18. Equações do gráfico representado na figura 3.1

Genótipos	Equações
Aliança	$y = 0,0431x^2 - 9,2103x + 1568,1$ $R^2 = 0,8367$
Brilhante	$y = 0,0413x^2 - 7,8551x + 1382,1$ $R^2 = 0,8596$
BRS 254	$y = 0,0716x^2 - 17,474x + 1873,4$ $R^2 = 0,8595$
PF 37	$y = 0,0328x^2 - 4,532x + 1018,1$ $R^2 = 0,8557$
PF62	$y = 0,047x^2 - 9,5217x + 1564,8$ $R^2 = 0,8718$

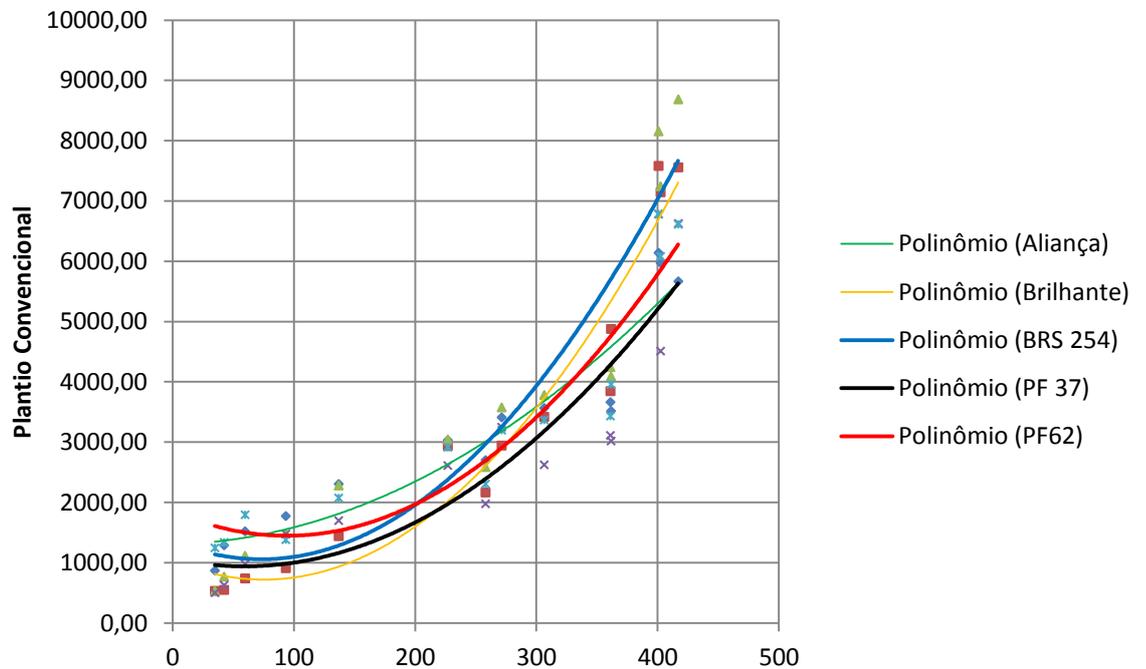


Figura 3.3. Gráfico representativo das médias de produtividade de cada genótipo ao longo de 14 níveis de irrigação, para o manejo sem cobertura e com revolvimento do solo.

Tabela 3.19. Equações do gráfico representado na figura 3.3

Genótipos	Equações
Aliança	$y = 4E-05x^2 - 0,0222x + 3,9857$ $R^2 = 0,8915$
Brilhante	$y = 1E-05x^2 - 0,0073x + 1,8978$ $R^2 = 0,4988$
BRS 254	$y = 2E-05x^2 - 0,0085x + 2,1564$ $R^2 = 0,5357$
PF 37	$y = 2E-05x^2 - 0,0072x + 1,64$ $R^2 = 0,7333$
PF62	$y = 2E-05x^2 - 0,0145x + 3,2561$ $R^2 = 0,9183$

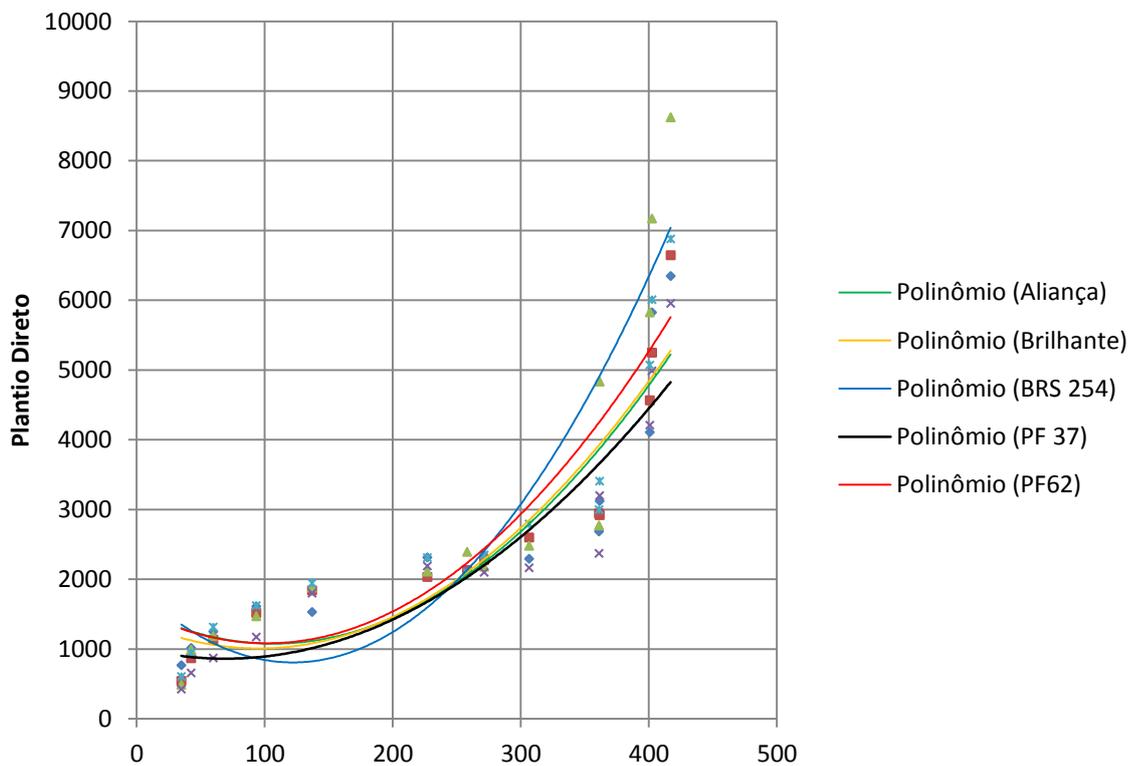


Figura 3.4. Gráfico representativo das médias de produtividade de cada genótipo ao longo de 14 níveis de irrigação, para o manejo com cobertura e sem revolvimento o solo.

Tabela 3.20. Equações do gráfico representado na figura 3.4

Genótipos	Equações
Aliança	$y = 0,0431x^2 - 9,2103x + 1568,1$ $R^2 = 0,8367$
Brilhante	$y = 0,0413x^2 - 7,8551x + 1382,1$ $R^2 = 0,8596$
BRS 254	$y = 0,0716x^2 - 17,474x + 1873,4$ $R^2 = 0,8595$
PF 37	$y = 0,0328x^2 - 4,532x + 1018,1$ $R^2 = 0,8557$
PF62	$y = 0,047x^2 - 9,5217x + 1564,8$ $R^2 = 0,8718$

Nas figuras 3.3 e 3.4, representou-se a tendência de evolução da produtividade ao longo de 14 lâminas de água para o manejo sem cobertura e com cobertura, respectivamente. Enquanto nas tabelas 3.19 e 3.20, estão listadas as equações relativas aos respectivos gráficos.

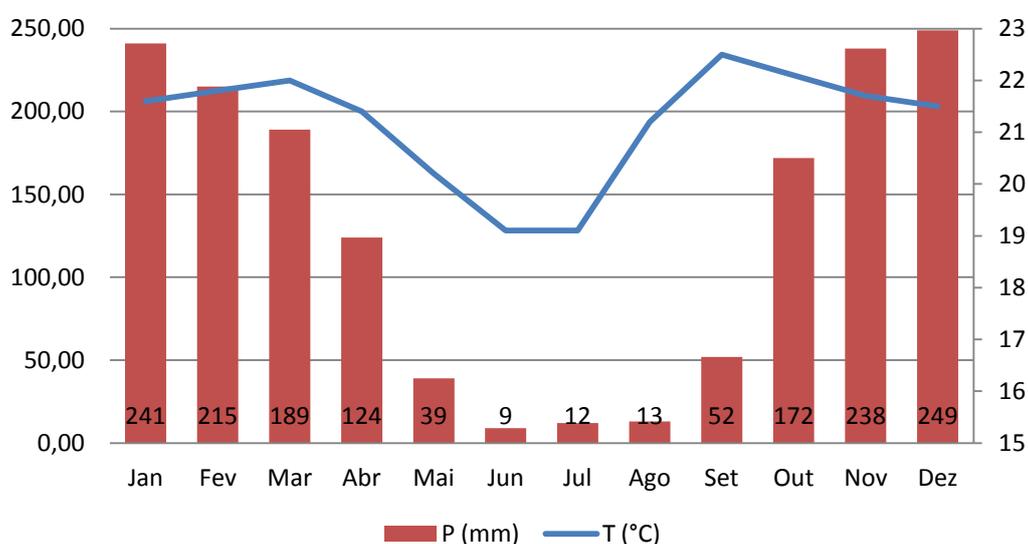


Figura 3.5. Série histórica de precipitações pluviométricas (em mm) e temperatura média mensal (°C) para a região do Distrito Federal. Fonte: INMET, 2012.

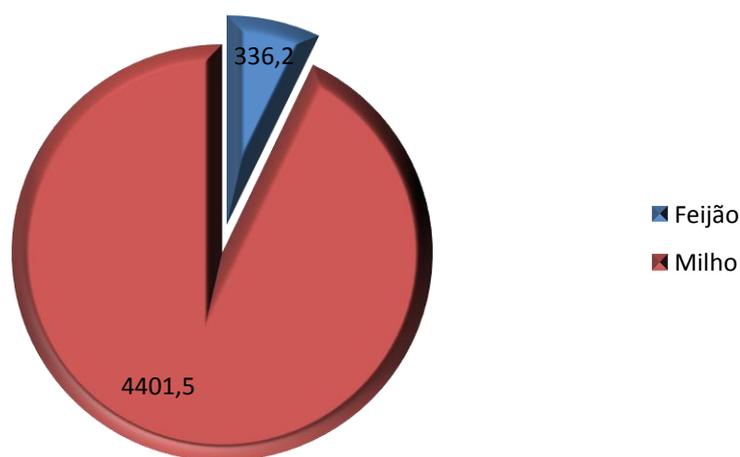


Figura 3.6. Área plantada (em mil hectares), em segunda safra agrícola (ano agrícola 2011/2012), mês de março/12, na região centro-oeste mais Minas Gerais. Fonte: Conab (2012).

Com base na série histórica de precipitações pluviométricas (Figura 3.5) e na área plantada durante a segunda safra no ano agrícola em curso no estado de Minas Gerais e na região Centro-oeste (Figura 3.6), é possível discutir a aplicabilidade dos resultados. Corroborando com Marcuzzo et al. (2011) quando afirmam que o comportamento das chuvas a longo prazo é importante para detectar tendências no clima em escala local, regional e global. Destacando ainda dentre seus resultados a característica de clima seco do cerrado brasileiro.

Considerando que a primeira safra termina, por mais tardio que tenha sido o plantio, em fevereiro, restariam 352 milímetros de precipitação pluviométrica média na região, considerando o gráfico para o Distrito Federal, distribuída nos meses de março, abril e maio (segunda safra agrícola).

No mês de março de 2012, com base em dados do sexto levantamento agrícola do ano, segundo a Conab existem na região considerada 4737,7 mil hectares cultivados em segunda safra.

Para efeito de cálculo considera-se a lâmina L_6 do experimento um equivalente a coluna de 306,4 mm, por ser a mais próxima da realidade apresentada pela série histórica de precipitações. Nessa lâmina, a produtividade média atingiu 1455,22 toneladas por hectare.

Considerando uma necessidade de sete mil toneladas de trigo, a partir do crescente *déficit* da balança comercial do setor exposto na justificativa e a produtividade média obtida na L₆ seriam necessários aproximadamente 4,8 mil hectares de trigo cultivado em segunda safra para atender a demanda. Entretanto, considerando o pior desempenho entre os genótipos na L₆, a linhagem PF37, haveria necessidade de uso de 5,8 mil hectares. Correspondentes a aproximadamente 1,01% e 1,22% da área cultivada em segunda safra com feijão e milho na região centro-oeste mais o estado de Minas Gerais.

Existe a adesão crescente ao cultivo da soja superprecoce pela agricultura brasileira, com ciclo de aproximadamente 90 dias. Fato que antecipa a janela de plantio para segunda safra agrícola. Em situação hipotética, se o plantio da soja ocorrer no dia 20 de novembro, a colheita deverá ocorrer próxima ao dia 18 de fevereiro. Permitindo uma disponibilidade hídrica acima de 420 mm, com a precipitação pluviométrica da série histórica para o Distrito Federal.

Nesse caso, seria possível usar a produtividade média obtida com a L₁ (417 mm), igual a 3481,01 kg ha⁻¹. A partir da mesma necessidade de trigo (7 milhões toneladas), seriam necessários aproximadamente 2,01 mil hectares para o período na região central do Brasil. Além desse cenário se considerar o menor desempenho para a mesma lâmina, a necessidade de área sobre para aproximadamente 2,3 mil hectares, significando no máximo aproximadamente 0,05% da área cultivada na região Centro-Oeste e no estado de Minas Gerais.

8. Conclusões

- O cultivar aliança foi o mais resistente à seca no sistema sem incorporação e o genótipo PF62 foi mais tolerante no sistema com incorporação.
- O cultivar BRS 254 obteve o melhor desempenho para resposta à irrigação em ambos os sistemas de manejo de solo.
- Há tendência de maior estabilidade da produção no sistema sem incorporação.
- O componente de rendimento número de espigas por metro quadrado correlacionou com a produtividade em todos os genótipos.

9. Referências bibliográficas

ALBERTO, C.M. & STRECK, N.A. Simulação do impacto da mudança climática sobre a água disponível do solo em agroecossistemas de trigo, soja e milho em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.2, p.424-433, 2006.

BERNARDES, T.G.; SILVEIRA, P.M.DA; MESQUITA, M.A.M.; AGUIAR, R.A.DEA. & MESQUITA, G.M. Decomposição da biomassa e liberação de nutrientes dos capins braquiária e mombaça, em condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, n.3, 2010.

BOSCHINI, A.P.M.; SILVA, C.L. DA; OLIVEIRA, C.A.DAS.; OLIVEIRA JÚNIOR, M.P.DE; MIRANDA, M.Z.DE & FAGIOLI, M. Aspectos quantitativos e qualitativos do grão de trigo influenciados por nitrogênio e lâminas de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p 450-457, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras de análises para sementes**. Brasília: Editora do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 1992. 1p.

CARGNIN, A.; SOUZA, M.A.DE; CARNEIRO, P.C.S. & SOFIATTI, V. Interação entre genótipos e ambientes e implicações em ganhos com seleção em trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.6, p.987-993, 2006.

COELHO, M.A. DE O.; CONDÉ, A.B.T.; YAMANAKA, C.H. & CORTE, H.R. Evaluated oh wheat (*Triticum aestivum* L.) productivity in rainfed conditions in Minas Gerais state. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 717-723, 2010

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Safras, grãos**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131>> Acesso em: 03 fev. 2012.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: CONAB, 2012. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 09 abr. 2012.

CONDÉ, A.B.; MARTINS, F.A.D.; ANDRADE, A.T. & COELHO, A. de O. Avaliação de genótipos de trigo em ambiente contrastantes quanto a disponibilidade hídrica. **Revista Agrarian Dourados**, v.4, n.14, p.280-285, 2011

CUNHA, E. de Q.; STONE, L.F.; FERREIRA, E.E. de B.; DIDONET, A.D. & MOREIRA, J.A.A. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo sob produção orgânica impactados por sistemas de cultivos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, B.16, n.1, p.56-63, 2012.

DAMIN, V.; TRIVELIN, P.C.O. & BARBOSA, T.de G. Mineralização da palhada de milho dessecado com herbicidas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, p. 925-934, 2009.

EMBRAPA. **Programa de Monitoramento da Irrigação**. Brasília: EMBRAPA, 2012. Disponível em: <<http://hidro.cpac.embrapa.br/index.php>>. Acesso em: 10 abr. 2012.

FERREIRA, D. F. **Sisvar versão 4.3**. Lavras: DEX-UFLA, 2003.

FIORENTIN, C.F.; LEMOS, L.B.; JARDIM, C.A. & FILHO, D.F. Formação e manutenção de palhada de gramíneas concomitante à influência da adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro irrigado em sistema de semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.4, p.917-924, 2011.

FRIZZONE, J. A.; MELLO JÚNIOR, A. V.; FOLEGATTI, M. V. & BOTREL, T. A. Efeito de diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada sobre componentes de produtividade da cultura do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, p.425-434, 1996.

HANKS, R. J.; KELLER, J.; RASMUSSEM, V. P. & WILSON, G. A. Line source sprinkler for continuous variable irrigation-crop production studies. **Soil Science Society of America Journal**, v.40, p.426-429, 1976 – A.

HANKS, R.J.; SISSON, D.V.; HURST, R.L. & HUBBARD, K.G. Statistical analysis of results from irrigation experiments using the line-source sprinkler system.. **Soil Science Society of America Journal**, v. 44, n.44, p886-888, 1976 – B.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Brasília: INMET, 2012. Disponível em: <www.inmet.gov.br>. Acesso em: 09 abr. 2012.

KLEIN, V.A.; VIEIRA, M.L.; DURIGON, F.F.; MASSING, J.P. & FÁVERO, F. Porosidade de aeração de um latossolo vermelho e rendimento de trigo em plantio direto escarificado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, 2008.

LANA, R.M.Q.; BUCK, G.B.; LANA, A.M.Q., & PEREIRA, R.P. Doses de multifosfato magnésiano aplicados a lanço em pré-semeadura, sob sistema plantiodireto – cultura da soja. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.31, n.6, p.1654-1660, 2007.

LUPATINI, G.C.; MACCARI, M; ZANETTE, S.; PIACENTINI, E. & NEUMANN, M. Avaliação do desempenho agrônômico de milho (*Zea mays*, L.) para a produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.2, p.193-203, 2004

MARCUZZO, F.F.N.; ROCHA, H.M. & MELO, D.C. de R.M. Mapeamento da precipitação pluviométrica no bioma cerrado do estado do Mato Grosso. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 31, n.1, p. 83-97, 2011.

PASSIOURA, J. Increasing crop productivity when water is scarce – from breeding to Field management. In: **Anais 4th International Crop Science Congress**, Brisbane, Australia, 2004. Publicado em cd room

RIBEIRO, P.H.; SANTOS, J.V.M.dos; COSER, S.M.; NOGUEIRA, N.O.; MARTINS, C.A da S. Adubação verde, os estoques de carbono e nitrogênio e a qualidade da matéria orgânica do solo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.6, n.1, p.43-50, 2011.

ROSOLEM, C.A; FURLANI JÚNIOR, E.; BICUDO, S.J.; MOURA, E.G. & BULHÕES, L.H. Preparo do solo e sistema radicular do trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.16, p115-120, 1992.

SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S.; CAIERÃO, E.; SPERA, S.T. & VARGAS, L. Desempenho agrônômico de trigo cultivado para grãos e duplo propósito em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n. 10, p 1206-1213, 2011.

SCALCO, M. S.; FARIA, M. A. de; GERMANI, R. & MORAIS, A. R. de. Produtividade e qualidade industrial do trigo sob diferentes níveis de irrigação e adubação. **Ciência Agrotécnica**, v.26, p.400-410, 2002.

SILVA, M.R.R.D. da; ARF, O. & RODRIGUES, R.A.F. Cultivares de trigo sob manejos de solo e água na região do cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, V.38, n.4, p.921-927, 2008.

TRINDADE, M.G.; STONE, L.F.; HEINEMANN, A.B., ABELARDO, D.C. & MOREIRA, J.A.A. Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p24-29, 2006.

ZAMBROSI, F.C.B.; ALLEONI, L.R.F. & CAIRES, E.F. Aplicação de gesso agrícola e especiação iônica da solução de um latossolo sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n;1, p.110-117, 2007.