

CRESCIMENTO E REPARTIÇÃO DE BIOMASSA EM PLÂNTULAS DE *Copaifera langsdorffii* DESF. SUBMETIDAS A DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO EM VIVEIRO

Marco Antonio de Souza Salgado¹; Alba Valéria Rezende¹;
Jeanini Maria Felfili¹; Augusto Cesar Franco²; Jose Carlos Sousa-Silva³

RESUMO

Copaifera langsdorffii Desf. (Leguminosae) é uma espécie arbórea emergente com ampla distribuição, ocorrendo nas matas de galeria, matas mesofíticas de afloramento calcáreo, cerrados e cerradões do Brasil central. O objetivo deste trabalho foi testar em viveiro o desenvolvimento de plântulas desta espécie em diferentes condições de sombreamento: 0, 50, 70 e 90%. Estas situações foram escolhidas para representar diferentes condições de luminosidade em uma mata, ou seja, uma condição de área totalmente degradada, uma clareira pequena, um dossel em estágio de fechamento e um dossel fechado. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 25 repetições por tratamento. O desenvolvimento em altura, diâmetro do coleto e número de folhas foi monitorado dos 6 aos 17 meses de idade, enquanto que o peso seco total e de partes das plantas foi avaliado aos 20 meses. As melhores condições para o desenvolvimento de plântulas com relação aos parâmetros altura, diâmetro do coleto e peso seco foram de 50% (clareira) e 0% (pleno sol) de sombreamento. Aos 17 meses, as médias das alturas das plântulas variaram de 23,20 cm para aquelas sob pleno sol, até 34,25 cm para aquelas em condição de clareira. A variação do diâmetro do coleto foi de 5,10 mm (dossel fechado) a 6,54 mm (clareira). O peso seco total aos 20 meses variou de 9,65 g (dossel fechado) a 24,38 g (clareira). Os resultados indicam ser esta uma espécie heliófila não pioneira, que poderia ser utilizada nos vários estágios de sucessão em um programa de recuperação de matas destruídas, ou seja, desde áreas totalmente degradadas até aquelas com dossel em fechamento.

Palavras-chave: mata de galeria, plântulas, ecofisiologia

GROWTH AND BIOMASS ACCUMULATION OF SEEDLINGS OF *Copaifera langsdorffii* Desf. UNDER DIFFERENT LIGHT CONDITIONS IN THE NURSERY

ABSTRACT

Copaifera langsdorffii Desf. (Leguminosae) is a widespread emergent tree species occurring in gallery forests, dry mesophitic forests, open and closed canopy savanna woodland (cerrado and cerradão respectively) in central Brazil. In order to evaluate the light requirements for growth, seedlings were grown during 20 months under full sunlight, 50, 70 and 90% of shade in nursery conditions. These conditions were chosen to represent different sun exposed conditions in the forest: A totally degraded area, a small gap, a canopy formation and a closed canopy stage. The experimental design was randomized with 25 replicates per treatment. The gap simulation (50%) offered the best conditions for seedlings development in height, stem diameter and biomass accumulation. After 17 months, average seedlings height ranged from 23.20cm (full sun) to 34.25 cm (gap condition), while average stem base diameter ranged from 5.10 mm to 6.54 mm (gap condition). Total dry weight of these seedlings ranged from 9.65 g (closed canopy) to 24.38 g (gap condition). *Copaifera* is a non-pioneer light demanding species and could be planted in the canopy formation stage, or even under full sun in reclamation of degraded gallery forests.

Key-words: gallery forest, seedlings, ecophysiology

¹ Departamento de Engenharia Florestal, CEP 04357, 70900-900 Universidade de Brasília-DF.

² Departamento de Botânica, 70900-900 Universidade de Brasília-DF.

³ EMBRAPA-Cerrados, Rod. BR 070 KM 18 Brasília-DF.

INTRODUÇÃO

A mata de galeria é uma fitofisionomia do cerrado que se destaca pela alta riqueza genética (Felfili & Silva Júnior 1992, Felfili 1995), tendo grande importância na regulação dos mananciais hídricos. Apesar de protegidas pela legislação, as matas de galeria são freqüentemente devastadas, resultando no assoreamento do leito dos rios, poluição e no desaparecimento da fauna silvestre e aquática, com a consequente perda do seu patrimônio genético. Assim é de fundamental importância a realização de estudos que possibilitem o estabelecimento de critérios para a recuperação deste ecossistema com utilização de espécies nativas.

As diferentes condições de luminosidade, umidade e solo que ocorrem neste ecossistema propiciam uma grande variedade de microsítios e uma elevada diversidade de espécies com requerimentos ecológicos distintos (Felfili 1997), que ainda precisam ser estudados para que se possa estabelecer modelos ou estratégias de recuperação.

As plantas, desde a germinação, são influenciadas por uma série de fatores ambientais, dentre os quais a luz exerce um papel de destaque por interferir sobre todos os estágios do desenvolvimento (Gomes et al. 1978; Inoue et al., 1979; Felipe 1979; Augspurger, 1984; Osunkoya et al., 1984). Swaine & Whitmore (1988), propuseram separar as espécies florestais em espécies pioneiras ou heliófilas, que necessitam de níveis moderados ou altos de radiação solar para germinação e crescimento, e em espécies clímax ou umbrófilas, que são consideradas tolerantes ao sombreamento, podendo germinar, sobreviver e se desenvolver sob dossel fechado, onde os níveis de radiação solar são baixos.

A altura e o diâmetro do coleto, por serem de fácil medição, são comumente os parâmetros mais utilizados para avaliar o desenvolvimento das mudas. Poggiani et al. (1992) demonstraram que as espécies *Piptadenia rigida*, *Schizolobium parayba* e *Albizia lebeck* apresentaram maior crescimento em altura quando submetidas a sombreamento de 80%. Por outro lado, Ferreira et al. (1977) observaram que o diâmetro do coleto, para *Schizolobium parayba* (guapuruvu) e o *Hymenea stigonocarpa*

(jatobá-do-cerrado), foi maior em pleno sol, tendo o guapuruvu maior área foliar a 70% e o jatobá maior produção de matéria seca a 0% de sombreamento. Reis et al. (1991), estudando o jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra*), verificaram que as mudas desta espécie apresentaram máximo diâmetro do coleto sob 30 a 50% de sombreamento. *Goupia glabra*, uma espécie amazônica com potencial carbonífero, apresentou uma tendência positiva para o desenvolvimento em altura e diâmetro do coleto, com um sombreamento de até 50% (Daniel et al. 1994). Rezende et al. (1997) e Mazzei et al. (1997) constataram um melhor desenvolvimento de *Cryptocarya aschersoniana* e de *Ormosia stipularis*, duas espécies típicas de mata-de-galeria, em condições intermediárias de luz. Augspurger (1984) chegou a conclusão semelhante, em um estudo em viveiro, com várias espécies características de uma mata semi-decídua no Panamá.

Copaifera langsdorffii Desf. (Caesalpinaceae), conhecida vulgarmente por copaíba, pau-d'óleo, bálsamo e óleo-de-pau, é uma espécie de ampla dispersão geográfica e característica das diversas fisionomias florestais do planalto central (Felfili et al. 1994). No Distrito Federal as árvores desta espécie atingem alturas superiores a 20 m (Felfili 1993; Walter 1995).

Machado (1989) testou populações de *Copaifera* de mata de galeria, mata mesofítica de afloramento calcáreo e cerradão, em diferentes tipos de solo em condições de viveiro. Constatou que as populações não diferiram significativamente na produção de matéria seca, porém, as populações de matas de galeria apresentaram melhores resultados quanto ao desenvolvimento em altura e ao número de folhas. Concluiu também que a espécie não tolera inundação. Felfili (1993) também constatou que a distribuição espacial da espécie está relacionada aos ambientes mais bem drenados na mata de galeria. Gandolfi (1991) considerou a espécie *Copaifera langsdorffii* como secundária tardia e Davide (1994), como clímax exigente de luz, que cresce em solos de baixa fertilidade em fundos de vale, em encostas e topos de morros.

Esse estudo tem como objetivo avaliar o crescimento e a repartição de biomassa em plântulas de *Copaifera langsdorffii* submetidas a diferentes níveis de sombreamento em vivei-

ro, que simulam algumas das condições de luminosidade geralmente encontradas nos microambientes característicos de uma mata de galeria do planalto central.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro florestal localizado na Fazenda Água Limpa, de propriedade da Universidade de Brasília, entre 01 de agosto de 1994 e 16 de abril de 1996. A Fazenda Água Limpa localiza-se a 15° 56' 14" S e 47° 46' 08" W, com altitude aproximada de 1100 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Aw, com precipitação média de 1600 mm.

As sementes de *Copaifera langsdorffii* foram coletadas e em seguida semeadas (01/09/94) a pleno sol, em sacos de polietileno preto-opaco, com perfurações laterais para facilitar a drenagem do excesso de água. Como substrato, foi utilizado terra de subsolo de matas de galeria que apresentou nas análises, textura franco argilosa, baixa fertilidade e pH ácido (ver resultados da análise química do solo na Tabela 1). Foi deitada uma semente por saco plástico. O tempo médio para a emergência das plântulas foi de dez dias. Irrigações por aspersão foram realizadas durante todo o período experimental, pela manhã e pela tarde. Um mês após a germinação, as plântulas foram submetidas aos seguintes tratamentos:

Tratamento 1 - Pleno sol, representando uma condição extrema de área totalmente degradada, 0% de sombreamento;

Tratamento 2 - Cobertura lateral e superior com telado preto, representando uma condição próxima do estágio em que o dossel da mata esteja se fechando, onde incida apenas radiação solar indireta; Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) de, em média, 30% em relação ao pleno sol (70% de sombreamento);

Tratamento 3 - Cobertura lateral com telado verde e superior com plástico transparente com dimensões de 4m x 2m, representando uma condição de clareira, com RFA de, em média, 50% (50% de sombreamento);

Tratamento 4 - Cobertura lateral com telado verde e superior com madeira, simulando uma condição de dossel fechado, RFA de, em média 10% (90% de sombreamento).

Os níveis de sombreamento foram medidos no viveiro através de um sensor quantum Li-1909S da Li-COR Inc., USA, conectado a um data-logger, Li-1000 da Li-COR Inc., USA. O sensor foi calibrado para medir a densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (comprimento de onda de 400 a 700 nm), em $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. O padrão de variação diária da intensidade luminosa nas diferentes condições está publicado em Mazzei et al. (1997).

O experimento foi inteiramente casualizado, com 25 repetições por tratamento. Os parâmetros, altura das plântulas, diâmetro do coleto e número de folhas foram monitorados aos 6, 9, 11, 13, 15, e 17 meses de idade a partir de 14/02/95. O diâmetro do coleto foi medido com paquímetro digital em um ponto a 0,5 cm do nível do solo, e a altura, com régua milimetrada partindo-se do nível do solo até a gema apical.

Foram selecionadas dez plântulas que apresentaram crescimento uniforme no decorrer do experimento para a quantificação da produção de matéria seca da parte aérea e subterrânea. Em 16/04/96 estas foram destorroadas, lavadas, separadas em folhas, caule e raiz e acondicionadas em estufa com circulação forçada, a 70°C até que atingissem peso constante, sendo em seguida pesadas em balança de precisão de 0,01g.

O teste de Tukey foi aplicado para comparar as médias dos tratamentos que apresentaram diferenças significativas a 5%

Tabela1. Características químicas do substrato utilizado na produção de mudas.

Table 1. Chemical characteristics of the soil used to produce the seedlings.

Parâmetros	Unidades	Níveis
pH (H ₂ O)	—	4,6
pH (KCl)	—	4,2
Al	meq/100g	2,3
Zn	ppm	0,95
Mn	ppm	0,57
Fe	ppm	12,46
Mg	ppm	1,07
Ca	ppm	19,16

pelo teste F. Os testes de Kolmogorov-Smirnov e Bartlett foram utilizados para testar a normalidade e homogeneidade das variâncias (Sokal & Rohlf, 1981). Quando esta condição não foi encontrada, as transformações raiz quadrada de X , $\log X+1$ e $1/X$ foram aplicadas, visando atingir a normalização. Apenas a média aritmética por tratamento foi calculada para os parâmetros que não atingiram a normalidade, mesmo após transformação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças significativas para as variáveis altura e diâmetro do coleto em todas as avaliações, com exceção para o diâmetro do coleto aos 13 meses. A variável número de folhas só apresentou distribuição normal aos 17 meses, após aplicação da transformação raiz quadrada em seus valores, quando foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos, (Tabelas 2 e 3). Nas ocasiões anteriores não foi possível a normalização dos dados.

Aos 17 meses, as maiores médias das alturas foram encontradas nas condições que simulavam uma clareira (50% sombreamento), e um dossel fechado (90% de sombreamento), que não diferiram significativamente do sombreamento de 70%. O desenvolvimento em altura foi menor para as plântulas crescendo a pleno sol no decorrer do experimento.

As maiores médias dos diâmetros do coleto, aos 17 meses, foram encontradas nas condições que simulavam uma clareira (50% de sombreamento) e a pleno sol (0% de sombreamento), em que não diferiram significativamente do sombreamento de 70%. Em toda a fase de avaliação do experimento, o desenvolvimento em diâmetro foi menor para as plântulas crescendo nas condições que simulavam um dossel fechado (90% de sombreamento).

Aos 17 meses, a média do número de folhas foi maior para as plântulas sob 90% de sombreamento, não diferindo daquelas encontradas para as condições intermediárias de luz. Nas avaliações anteriores não se efetuou a análise de variância para número de folhas, uma vez que não foi possível a normalização dos dados.

Foi verificada uma diferença significativa entre os tratamentos quando se analisou a produção de biomassa total das plântulas e de suas partes: raiz, caule e folhas. Em todos os tratamentos houve um maior investimento em

biomassa do sistema radicular. Para plântulas expostas a 90% de sombreamento, cerca de 51% da biomassa total está contida no sistema radicular. Este valor atinge 73 a 75% da biomassa total para os outros três tratamentos. Plântulas sob condições que simulam uma clareira, apresentaram maior acúmulo de biomassa em estruturas subterrâneas, quando comparadas com as plântulas expostas a um sombreamento de 70 e 90%. Entretanto, estes valores medidos de biomassa total não diferiram daqueles obtidos para plântulas, sob condições de clareira, e pleno sol. A biomassa foliar das plântulas, em condições de clareira, não diferiu daquelas a pleno sol e a 90% de sombreamento.

Aos 17 meses, as médias das alturas das plântulas variaram de 23,20 cm para aquelas sob pleno sol, até 34,25 cm para aquelas em condição de clareira. A variação do diâmetro do coleto foi de 5,10 mm (dossel fechado) a 6,54 mm (clareira). O peso seco total aos 20 meses variou de 9,65 g (dossel fechado) a 24,38 g (clareira).

De acordo com os resultados apresentados, nota-se o caráter heliófilo da espécie, uma vez que a mesma apresentou maiores valores de peso seco nas condições de pleno sol e clareira. Os resultados indicam que plântulas submetidas a um maior regime de luz apresentam um ganho de matéria seca da ordem de 100 a 140%, superior às plântulas sob 90% de sombreamento. Ademais a representação deste percentual no acúmulo de peso no sistema radicular é da ordem de 300%.

Schiavini (1992), trabalhando com matas de galeria de Minas Gerais, verificou que indivíduos pequenos de *Copaifera langsdorffii* apresentavam-se lenhosos ou seja, com crescimento succumbido a espera de melhores condições de crescimento. Felfili (1993, 1997), estudando a regeneração desta espécie ao longo de cinco anos, constatou que suas plântulas podem permanecer por longo tempo com um desenvolvimento mínimo, formando um banco de plântulas sob dossel fechado, passando a crescer quando surgem clareiras, ou seja, apresentam desenvolvimento retardado, sensu Brown & Whitmore (1991), em função de déficit lumínico. Segundo Felfili (1993), a *Copaifera langsdorffii* possui grandes árvores emergentes, cuja classificação ecológica parece ser de

espécie não pioneira, exigente de luz concordando com Davide (1994), que sugeriu ser esta espécie clímax exigente de luz. A espécie apresenta um alto índice de recrutamento, sendo encontrada grande quantidade de indivíduos jovens sob a planta mãe (Felfili 1993) e em ambientes de clareira (Schiavini 1992). Os resultados deste experimento mostram a sua capacidade de sobreviver e de se desenvolver em condições de baixa luminosidade, sendo tolerante a níveis relativamente baixos de luz (90% de sombreamento). Porém, desenvolve-se melhor quando a incidência de luz é elevada.

Pode-se observar no campo e no viveiro que *Copaifera langsdorffii* rebrota com facilidade e é imune a ataques de formigas, fatores que ajudam a assegurar o su-

cesso da espécie na recuperação de ambientes perturbados.

CONCLUSÃO

A *Copaifera langsdorffii* apresentou características ecológicas de espécie heliófila com um certo grau de tolerância à sombra.

Dentro da dinâmica de sucessão, recomenda-se a utilização das plântulas de *Copaifera langsdorffii* em ambientes de clareira. Nestas condições há maior ganho de matéria seca total e de sistema radicular. Todavia, parece possível a utilização da *Copaifera langsdorffii*, em conjunto com espécies pioneiras de rápido crescimento, nas fases iniciais de recuperação de matas totalmente degradadas.

Tabela 2. Análise de Variância dos valores de altura em cm, diâmetro do coleto em mm e número de folhas da espécie *Copaifera langsdorffii*. Os dados de número de folhas foram transformados em raiz quadrada da variável.

Table 2. Analysis of Variance of height in cm, stem diameter in mm and number of leaves of seedlings of *Copaifera langsdorffii*. Square root transformation was used for the variable of leaves.

Idade	Variáveis	F	Médias	CV %
6 meses	Altura	7,954*	13,30	24,52
	Coleto	4,736*	0,34	13,20
	Nº Folhas	-	-	-
9 meses	Altura	2,870*	14,26	27,37
	Coleto	9,330*	3,78	17,02
	Nº Folhas	-	-	-
11 meses	Altura	5,680*	16,11	27,71
	Coleto	5,112*	4,11	17,65
	Nº Folhas	-	-	-
13 meses	Altura	4,323*	19,74	28,19
	Coleto	1,999 ns	4,14	20,09
	Nº Folhas	-	-	-
15 meses	Altura	8,386*	26,01	35,56
	Coleto	9,770*	5,74	18,51
	Nº Folhas	-	-	-
17 meses	Altura	8,709*	28,61	33,75
	Coleto	7,405*	5,90	18,31
	Nº Folhas	7,477*	2,41	9,45
20 meses	Peso Seco			
	Raiz	21,23*	12,30	31,90
	Caule	4,51*	1,99	40,85
	Folhas	4,16*	3,03	34,38
	Total	15,21*	17,32	30,65

* = Significativo em nível de 5% de probabilidade; ns = Não Significativo

Tabela 3. Efeito dos diferentes níveis de sombreamento sobre as variáveis altura em cm, diâmetro do coleto em mm e número de folhas da espécie *Copaifera langsdorffii* em diferentes idades.Table 3. Influence of different light conditions in the values of height in cm, stem diameter in mm and number of leaves in seedlings of *Copaifera langsdorffii* at different ages.

Características			
Idade	Altura	Coleto	Nº de Folhas
6 meses	(70%) 10,82 a	(90%) 3,23 a **	(70%) 4,72
	(0%) 13,12 ab	(50%) 3,36 ab	(0%) 4,80
	(90%) 14,26 b	(70%) 3,45 ab	(50%) 5,58
	(50%) 15,08 b	(0%) 3,70 b	(90%) 6,20
9 meses	(70%) 12,56 a	(90%) 3,40 a **	(70%) 6,63
	(0%) 13,78 a	(70%) 3,50 a	(50%) 6,95
	(50%) 15,16 a	(0%) 4,04 b	(0%) 7,56
	(90%) 15,48 a	(50%) 4,22 b	(90%) 7,80
11 meses	(0%) 13,47 a	(90%) 3,70 a **	(50%) 3,70
	(70%) 15,25 ab	(0%) 4,07 ab	(70%) 7,04
	(50%) 17,43 b	(70%) 4,18 ab	(0%) 7,16
	(90%) 18,26 b	(50%) 4,52 b	(90%) 8,00
13 meses	(0%) 17,00 a	(90%) 3,83 a **	(70%) 9,08
	(70%) 18,68 ab	(70%) 4,16 a	(0%) 9,16
	(50%) 20,93 ab	(0%) 4,19 a	(50%) 9,52
	(90%) 22,28 b	(50%) 4,39 a	(90%) 9,76
15 meses	(0%) 21,35 a	(90%) 4,91 a **	(0%) 10,54
	(70%) 21,52 a	(70%) 5,50 ab	(70%) 11,04
	(90%) 29,16 b	(50%) 6,25 bc	(90%) 11,88
	(50%) 32,40 b	(0%) 6,34 c	(50%) 12,59
17 meses	(0%) 23,20 a	(90%) 5,10 a	(0%) 9,08 a
	(70%) 24,04 a	(70%) 5,92 b	(70%) 10,41 b
	(90%) 33,23 b	(0%) 6,11 b	(50%) 12,63 b
	(50%) 34,25 b	(50%) 6,54 b	(90%) 13,00 b

** Valores das médias. Os dados coletados aos 17 meses foram transformados em raiz quadrada para atingir a normalidade (Sokal & Rolf 1981).

(0%) - Pleno sol; (50%) - Clareira; (70%) - Dossel se fechando; (90%) - Dossel fechado. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Tabela 4. Efeito dos diferentes níveis de sombreamento sobre as variáveis de peso seco para a espécie *Copaifera langsdorffii* aos 20 meses de idade.Table 4. Influence of different light conditions in the values of dry weight variables in seedlings of *Copaifera langsdorffii* 20 months old.

Variáveis	Tratamentos	Médias
Raiz	90%	4,94 a
	70%	10,79 b
	0%	5,59 c
	50%	17,85 c
Caule	70%	1,55 a
	90%	1,64 a
	0%	2,03 a b
	50%	2,75 b
Folhas	70%	2,14 a
	90%	3,06 a b
	0%	3,14 a b
	50%	3,77 b
Total	90%	9,65 a
	70%	14,49 a b
	0%	20,77 b c
	50%	24,38 c

(0%) - Pleno Sol; (50%) - Clareira; (70%) - Dossel se fechando; (90%) - Dossel fechado. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

AGRADECIMENTOS

À Giovanni Cornachia, Newton Rodrigues e Marco Aurélio Silva. Ao CNPq pela concessão de bolsa do programa PIBIC ao primeiro autor e de bolsa de produtividade em pesquisa aos professores

Augusto Franco e Jeanine Maria Felfili. Ao FNMA pelo apoio ao projeto Biogeografia do Bioma Cerrado, que proveu recursos para a montagem das casas de vegetação.

BIBLIOGRAFIA

- AUGSPURGER, C.K. Light requirements of neotropical tree seedlings: a comparative study of growth and survival. *Journal of Ecology*, n.77, p.777-795, 1984.
- BROWN, N.D. & WHITMORE, T.C. Do dipterocarp seedlings really partition rain forest gaps? In: MARSHALL, G. & SWAINE, M.D. *Tropical rain forest: Disturbance and recovery*. London: The Royal Society. 1991. p.369-378.

- DANIEL, O.; OHASHI, S.T. & SANTOS, R.A. Produção de mudas de *Goupia glabra* (cupiúba): Efeitos de níveis de sombreamento e tamanho de embalagens. *Revista Árvore*, v.18, n.1, p.1-13, 1994.
- DAVIDE, A.C. Seleção de espécies vegetais para recuperação de áreas degradadas. In: I SIMPÓSIO SUL-AMERICANO E II SIMPÓSIO NACIONAL RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, Foz do Iguaçu, 1994. Anais. Foz do Iguaçu: 1994. p.111-122.
- FELFILI, J.M. & SILVA JÚNIOR, M.C. Floristic composition, phytosociology and comparison of cerrado and gallery forests at Fazenda Água Limpa, Federal District, Brazil. In: FURLEY, P.A.; PROCTOR, J.A AND RATTER, J.A. Nature and dynamics of forest-savanna boundaries. London: Chapman & Hall, 1992. p.393-415.
- FELFILI, J.M. Structure and dynamics of a gallery forest in central Brazil. Oxford, 1993. Thesis (Ph.D.) - University of Oxford.
- FELFILI, J. M.; FILGEIRAS, T.S.; HARIDASAN, M.; SILVA JÚNIOR, M.C.; MENDONÇA, R. & REZENDE, A. V. Projeto Biogeografia do Bioma Cerrado: Vegetação e solos. Caderno de Geociências do IBGE, v.12, p.75-166, 1994.
- FELFILI, J.M. Diversity, struture and dynamics of a gallery forest in central Brazil. *Vegetation*, v.117, p.1-15, 1995.
- FELFILI, J.M. Dynamics of the natural regeneration in the Gama gallery forest in central Brazil. *Forest Ecology and Management*, v.91, p.235-245, 1997.
- FELIPPE, G.M. Fotomorfogenese. In: FERRI, M.G. *Fisiologia Vegetal*. São Paulo: EPU, 1979.
- FERREIRA, M.G.M.; CÂNDIDO, J.F.; CANO, M.A.O. & CONDÉ, A.R. Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas. *Revista Árvore*, v.1, n.2, p.121-134, 1977.
- GANDOLFI, S. Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta residual na área do aeroporto internacional de São Paulo, município de Guarulhos, SP. Campinas, 1991. Tese (M.S.) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.
- GOMES, J. M.; FERREIRA, M. G. M.; BRANDI, R. M. & NETO, F.P. Influência do sombreamento no desenvolvimento de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. *Revista Árvore*, v.2, n.1, p.68-75, 1978.
- INOUE, M.T.; GALVÃO, F. & TORRE, D.V. Estudo ecofisiológico sobre *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KTZE. Fotossíntese em dependência da luz no estado juvenil. *Revista Floresta*, v.10, n.1, p.5-9, 1979.
- MACHADO, J.W.B. Relação origem / solo e tolerância à saturação hídrica de *Copaifera langsdorffii* Desf. Campinas, 1989. Tese (Ph. D.) - Universidade Estadual de Campinas, SP.
- MAZZEI, L.J.; REZENDE, A.V.; FELFILI, J. M.; FRANCO, A.C.; SOUSA-SILVA, J.C.; CORNACHIA, G. & SILVA, M.A. Comportamento de plântulas de *Ormosia stipularis* Ducke submetidas à diferentes níveis de sombreamento em viveiro. In: LEITE, L.L. & SAITO, C.H. Contribuição ao conhecimento ecológico do Cerrado. Brasília: Editora da UnB, 1997. p. 64-70

- OSUNKOYA, O.O.; AHS, J.E.; HOPKINS, M.S. & GRAHAM, A.W. Influence of seed size and seedling ecological attributes on shade-tolerance of rain-forest tree species in northern Queensland. *Journal of Ecology*, v.82, p.149-163, 1984.
- POGGIANI, F.; BRUNI, S.; BARBOSA, E.S.O. Efeito do sombreamento sobre o crescimento das mudas de três espécies florestais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. Anais. São Paulo: 1992. p.564-569.
- REIS, M.G.F.; REIS, G.G. REGAZZI, A.J. & LELES, P.S.S. Crescimento e forma do fuste de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* Fr. Allem), sob diferentes níveis de sombreamento e tempo de cobertura. *Revista Árvore*, v.15, n.1, p.23-32, 1991.
- REZENDE, A.V.; SALGADO, M.A.S.; FELFILI, J. M.; FRANCO, A.C.; SOUSA-SILVA, J.C.; CORNACHIA, G. & SILVA, M.A. Crescimento e repartição de biomassa de *Cryptocharya aschersoniana* Mez. submetidas à diferentes condições de luz em viveiro. *Boletim do Herbário Ezequias-Heringer*, 1997.
- SCHIAVINI, I. Estrutura das comunidades arbóreas de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). Campinas, 1992. Tese (Ph.D.) - Universidade Estadual de Campinas.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. *Biometry: The principles and practice of statistics in Biological research*. New York: Freeman, 1981.
- SWAINE, M. & WHITMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests vegetation. 1988. v.75, p.81-86.
- WALTER, B.M.T. Distribuição espacial de espécies perenes em uma Mata de Galeria Inundável no Distrito Federal; florística e fitossociologia. Brasília, 1995. Tese (M.S.) – Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília.