



Universidade de Brasília  
Instituto de Ciências Biológicas  
Departamento de Ecologia

INFLUÊNCIA DA FERTILIDADE DE SOLO E NÍVEIS DE  
SOMBREAMENTO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL  
DE ESPÉCIES NATIVAS DE ACÁCIA  
E SUA DISTRIBUIÇÃO NO CERRADO

CHRISTOPHER WILLIAM FAGG

Brasília - 2001



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA**

**INFLUÊNCIA DA FERTILIDADE DE SOLO E NÍVEIS DE  
SOMBREAMENTO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES  
NATIVAS DE ACACIA E SUA DISTRIBUIÇÃO NO CERRADO**

**CHRISTOPHER WILLIAM FAGG**

Tese apresentada e defendida como requerimento parcial para obtenção do título de Doutor, junto ao programa de Pós-Graduação em Ecologia, do Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília, sob a orientação do professor Mundayatan Haridasan.

Brasília  
Novembro/2001

Trabalho realizado junto ao Departamento de Ecologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, sob orientação do Professor Mundayatan Haridasan, com recursos financeiros do CNPq/FINATEC no âmbito do projeto PRONEX-2. e do projeto "Conservação e Manejo de Florestas Estacionais" – GEF-PROBIO-MMA-CENARGEN-EMBRAPA.

Aprovado por



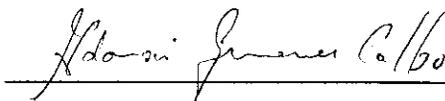
Professor Mundayatan Haridasan  
Orientador



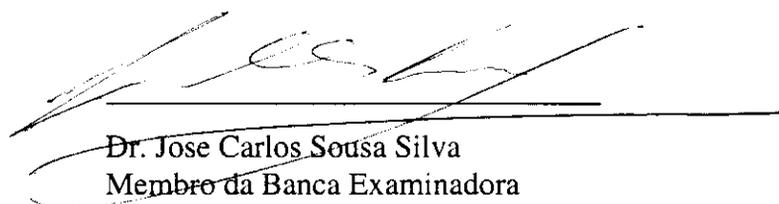
Professor William Hoffmann  
Membro da Banca Examinadora



Professor Augusto Cesar Franco  
Membro da Banca Examinadora



Dr. Adonai Gimenes Calbo  
Membro da Banca Examinadora



Dr. Jose Carlos Sousa Silva  
Membro da Banca Examinadora

## AGRADECIMENTOS

A todas as pessoas e instituições que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

Ao Prof. M. Haridasan pela orientação, e apoio durante a realização deste trabalho.

Ao Professores Augusto César Franco, William Hoffman, Paulo Ernane Nogueira da Silva, Helena Castanheira, Jeanine Felfili pelas sugestões, e João Roberto Correia da EMBRAPA-Cerrados pela descrição de perfil na Serra da Laranjeira e Carmen Regina Correia pelas coletas conjuntas de solo.

A Mara R.B. Chaves pelo apoio no Laboratório de Solos do Departamento de Ecologia.

A funcionários e alunos do Departamento de Engenharia Florestal pelo auxílio nas excursões de campo e na instalação do Experimento no viveiro Florestal na Fazenda Água Limpa, especialmente Newton Rodrigues de Oliveira, Kennya Mara Ramos, Edson Cardoso.

A Diretoria da Reserva Ecológica do IBGE e da Fazenda Água Limpa e Fazenda Sabonete pela permissão para a realização do estudo. Ao CNPq pela concessão da bolsa de doutoramento.

Este projeto contou com apoio da infraestrutura dos projetos “Ecofisiologia de plantas lenhosas nativas do Cerrado”- PRONEX-2 e do projeto “Conservação e Manejo de Florestas Estacionais” – GEF-PROBIO-MMA-CENARGEN-EMBRAPA.

A Jeanine, a quem dedico este trabalho, pela paciência, amor, dedicação, e apoio durante todo esse trabalho e nossas filhas Juliana e Emma *who stoically put up with it all*.

A todos os Colegas e Amigos.

## RESUMO

O gênero *Acacia* tem uma distribuição ampla nas Américas desde os Estados Unidos até a Argentina. No Brasil, espécies deste gênero ocorrem em todos os biomas. Na região do Cerrado, estas parecem ser restritas às fisionomias florestais, matas de galeria e florestas estacionais. Neste estudo partiu-se das seguintes hipóteses: 1. A disponibilidade de nutrientes nos solos distróficos do Cerrado limita o crescimento e o desenvolvimento de espécies de *Acacia tenuifolia* Willd. e *Acacia martiusiana* (Steud.) Burkart; 2. O sombreamento limita o estabelecimento e desenvolvimento destas espécies de *Acacia*. Este trabalho está dividido em capítulos, nos quais são investigadas as questões propostas. Nos Capítulos II e III é analisado o comportamento de *Acacia tenuifolia* e *Acacia martiusiana* sob diferentes solos nativos do Bioma Cerrado. Nos Capítulos IV e V é analisado o comportamento de *Acacia tenuifolia*, uma espécie arbórea aparentemente restrita a florestas estacionais, e *Acacia martiusiana*, uma espécie de trepadeira que ocorre em Mata de Galeria e em mata estacional, sob diferentes níveis de sombreamento. No Capítulo VI e VII são analisadas as distribuições espaciais e estrutura de uma população de *Acacia tenuifolia* em floresta estacional e de uma população de *Acacia martiusiana* em mata de galeria. Da integração dos resultados dos estudos experimentais em viveiro e das características das populações naturais, procurou-se caracterizar as espécies quanto a sua tolerância a fatores nutricionais e de luz que poderiam limitar a sua ocorrência nas diferentes formações do bioma. Os experimentos foram conduzidos no viveiro florestal da Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília no Distrito Federal que se localiza a 15°56'56" S e 47°55'56" W. Para cada espécie foi montado um experimento onde cada solo representou um tratamento e cada tratamento conteve 40 repetições. Foram selecionados dois solos pobres em Ca: solo de Cerrado *sensu stricto* (Latossolo Vermelho Amarelo) (15°58'02"S 47°55'28"W) e solo de Mata de Galeria (15°58'01"S 47°56'42"W), ambos na Fazenda Água Limpa-DF; dois solos ricos em Ca: solo de floresta decídua em Alto Paraíso de Goiás (14°03'59"S 47°20'32"W) e solo de Mata de Galeria na Reserva Ecológica do IBGE (15°55'52"S 47°53'04"W); e um solo intermediário: solo de floresta decídua na FERCAL-DF (15°31'00"S 47°58'23"W). Para cada espécie foi montado um experimento de sombreamento no qual os níveis de sombreamento utilizados foram, em média; 0%, 50%,

70% e 90%, e cada tratamento também conteve 40 repetições. As plântulas foram monitoradas e, a cada avaliação, dez foram utilizadas para avaliação de biomassa. Quanto aos gradientes de fertilidade do solo representados pelos solos nativos, verificou-se nos solos intermediário e ricos em Ca um maior acúmulo de biomassa nas plântulas de *A. tenuifolia*, com até 15,2 g/planta no solo da FERCAL aos 679 dias de idade enquanto que no solo de cerrado s.s. da FAL estas acumularam apenas 1,62 g, o que diferiu significativamente dos demais tratamentos nesta e em todas as outras ocasiões de avaliação. Para *A. martiusiana*, a tendência foi similar com a maior produtividade no solo rico em Ca da mata do Escondido, com 9,8 g/planta contrastando com a média de 1,2 g/planta no solo de cerrado s.s. da FAL. Foi verificado para as duas espécies que, quanto maior o conteúdo de nutrientes no solo maior o acúmulo nos tecidos da plantas. Ambas tiveram seu crescimento limitado por nutrientes. Quanto aos níveis de sombreamento, elas não se desenvolveram satisfatoriamente em locais sombreados. O comportamento de *A. tenuifolia* evidenciou sua característica heliófila com a menor produção de biomassa sob 90% de sombreamento e uma tendência ao estiolamento, comum em espécies intolerantes à sombra. Até os 372 dias, as maiores médias de biomassa total foram encontradas sob 50% (10,54 g). Aos 500 dias, a maior média foi encontrada sob pleno sol (13,37 g), seguida de 50% (13,02 g) enquanto as menores médias foram encontradas sob 90% de sombreamento. O acúmulo de biomassa sob pleno sol foi 25% superior ao encontrado nas plantas sob 90% de sombreamento. A biomassa radicular sob pleno sol foi 55% superior a encontrada sob 90% de sombreamento. A taxa relativa de crescimento encontrada para esta espécie foi de 0,017  $d^{-1}$  comparável com espécies de Leguminosae nativas do cerrado. Para *A. martiusiana*, o estresse causado pelo excesso de luz no pleno sol assim como pelo intenso sombreamento de 90% desfavoreceu a sua produção de biomassa. Aos 385 dias de idade o maior acúmulo de biomassa total ocorreu sob 50% de sombreamento (17,4 g/planta) que diferiu significativamente de 90% e do pleno sol com 9,9 g/planta. A biomassa da parte aérea foi maior sob 50% de sombreamento (9,7 g) e diferiu das demais. O acúmulo de biomassa na condição de clareira (50%) foi 85% superior ao encontrado nas plantas sob pleno sol e 51% maior do que sob dossel fechado (90% de sombreamento). A taxa relativa de crescimento variou entre 0,017-0,018  $d^{-1}$  aos 270 dias de idade. O estudo de estrutura de populações das espécies sugere populações pioneiras com grande número de indivíduos jovens em relação

aos maduros e distribuição espacial agregada em função de clareiras e bordas de mata. Os estudos experimentais e de populações naturais reforçam as hipóteses de que fertilidade do solo e sombreamento são limitantes ao crescimento dessas espécies e provavelmente previnem a sua expansão nas fisionomias savânicas do bioma cerrado.

## ABSTRACT

The genus *Acacia* is widely distributed in the Americas, from the United States to Argentina. In Brazil, species of this genus occur in all the biomes. In the cerrado region, they appear to be restricted to the gallery and seasonally dry forest formations. This study tested the following hypotheses: 1. The availability of nutrients in the dystrophic cerrado soils limits the establishment and growth of *Acacia tenuifolia* Willd. and *Acacia martiusiana* (Steud.) Burkart; 2. shading limits the establishment and growth of these *Acacia* species. This work is divided into chapters in which the hypotheses are investigated. Chapters 2 and 3 report on the growth of *Acacia tenuifolia* and *Acacia martiusiana* in different native soils from the cerrado biome. Chapters 4 and 5 analyse the growth of *Acacia tenuifolia*, a tree species apparently restricted to seasonally dry forests and *Acacia martiusiana*, a climber that occurs in gallery and seasonally dry forests, under different shading levels. The final two chapters, 6 and 7, study the structure and spacial distribution of a population of *Acacia tenuifolia* in a seasonally dry forest and *Acacia martiusiana* in a gallery forest. With the integration of the results of the experiments undertaken in the nursery and the characteristics of the natural populations, I try to characterize whether factors such as low nutrients and light levels could limit the species in the different formations of this biome. The experiments were undertaken in the Forestry Department nursery at the University of Brasília farm, Fazenda Água Limpa, located in the Federal district at 15°56'56" S e 47°55'56" W. For each species, the nutrient experiments had different native soils as treatments and each treatment had 40 replications. Two soils were poor in Ca: a cerrado *sensu stricto* soil (15°58'02"S 47°55'28"W); and a gallery forest soil (15°58'01"S 47°56'42"W), both from Fazenda Água Limpa-DF; two soils rich in Ca from: a seasonal dry forest in Alto Paraíso de Goiás (14°03'59"S 47°20'32"W).; and a gallery forest in the IBGE ecological reserve (15°55'52"S 47°53'04"W); and one soil intermediate between the two groups in levels of Ca from a seasonally dry forest soil from Fercal (15°31'00"S 47°58'23"W). For the shading experiments, treatments were mean shade levels of 50%, 70% and 90% and 0% for the plants grown outside, with 40 plants randomly arranged per treatment. The seedlings were monitored periodically for growth (height, diameter, leaf and pinnae numbers) until 372 days old. Ten plants were harvested each

period for biomass evaluation. In the *A. tenuifolia* nutrient experiment, the growth response was greatest in the soils with higher Ca levels than the two soils poor in Ca. The greatest biomass was accumulated in the FERCAL soil with 15.2 g/plant after 679 days, whereas the plants in the cerrado s.s. soil barely grew and only accumulated 1.6 g, significantly less than the other treatments. For *A. martiusiana*, a similar tendency was found, with the greatest biomass accumulated in the Escondido soil (rich in Ca) with 9.8 g/plant in contrast with a mean value of 1.2 g/plant in the cerrado s.s. soil. The plants that grew in soils with higher nutrient concentrations had higher nutrient concentrations. Both species do not develop well under dense shading (90%). *A. tenuifolia* appeared to be light demanding, with the lowest biomass accumulated under 90% shading. At 372 days, the greatest mean biomass was found under 50% shading (10.54g). At 500 days, the greatest mean was found in direct sunlight (13.37 g) followed by 50% (13.02 g) significantly higher than the lowest means encountered in plants grown under 90% shading. Biomass accumulation in direct sun was 25% greater than that found under 90%. The root biomass was even greater, 55% more than that found under 90% shading. The relative growth rate for the first period (0-176 days) was  $0.017 \text{ d}^{-1}$  comparable with other rates recorded for woody legumes native to the cerrado. For *A. martiusiana*, direct sunlight or 90% shading significantly reduced biomass production. At 385 days, the greatest mean biomass was found in plants growing under 50% shade (17.4 g), which differed significantly from 90% and the direct sun with 9.9 g. The shoot biomass was also greatest under 50% shade levels accumulating 9.7 g, more than the others. Biomass accumulation under 50% shading, equivalent to a gap in the forest canopy, was 85% more than that encountered in the plants grown under direct sun, and 51% greater than that encountered at 90%, equivalent to a closed canopy in a gallery forest. The relative growth rate was  $0.017\text{-}0.018 \text{ d}^{-1}$  for the period 0-270 days. The structure of the populations encountered in the gallery and dry deciduous forest, suggests pioneer characteristics, with many young individuals in relation to adults, and a spatial distribution aggregated around gaps and forest edges. The experimental studies and the studies of the natural populations give weight to the hypotheses that fertility of the soil and shading are limiting factors which contribute to preventing the natural spread of these species into the savanna formations of the cerrado biome.

## ÍNDICE

|   | Página    |
|---|-----------|
| Agradecimentos  | ii        |
| Resumo  | iii       |
| Abstract  | vi        |
| Lista de Tabelas  | xi        |
| Lista de Figuras  | xii       |
| <b>Capítulo 1. Introdução</b>   | <b>1</b>  |
| Revisão Bibliográfica   | 5         |
| O gênero <i>Acacia</i>  | 5         |
| Influência da fertilidade do solo em plantas nativas  | 9         |
| Desenvolvimento inicial de plantas nativas em relação a níveis de sombreamento  | 11        |
| <b>Capítulo 2. Influência da fertilidade do solo sobre o desenvolvimento inicial de plântulas de <i>Acacia tenuifolia</i></b> | <b>15</b> |
| Abstract  | 15        |
| Resumo  | 16        |
| Introdução  | 17        |
| Materiais e Métodos   | 20        |
| Coleta de sementes e de solos   | 20        |
| Implantação de experimento  | 21        |
| Análise de nutrientes dos solos   | 23        |
| Análise de nutrientes dos tecidos das plantas   | 25        |
| Análise estatística   | 25        |
| Taxa relativa de crescimento  | 25        |
| Resultados  | 26        |
| Solos   | 26        |
| Crescimento em altura e em diâmetro   | 28        |
| Número de folhas e de pinas   | 30        |
| Acumulação de biomassa  | 32        |
| Biomassa total  | 32        |
| Biomassa radicular  | 34        |
| Biomassa caulinar   | 34        |
| Biomassa foliar   | 34        |
| Relação raiz/parte aérea  | 35        |
| Taxa relativa de crescimento  | 36        |
| Acumulação de nutrientes nos tecidos vegetais   | 36        |
| Macronutrientes   | 36        |
| Nitrogênio  | 38        |
| Potássio  | 39        |
| Fósforo   | 39        |
| Cálcio e Magnésio   | 41        |
| Micronutrientes e Alumínio  | 42        |
| Alumínio  | 42        |
| Ferro   | 43        |
| Manganês  | 44        |
| Zinco   | 44        |
| Cobre   | 44        |
| Discussão   | 45        |
| Conclusões  | 49        |
| <b>Capítulo 3. Influência da fertilidade do solo sobre o desenvolvimento inicial de plântulas de</b>                          |           |

|   |    |
|---|----|
| <i>Acacia martiusiana.</i>  | 50 |
| Abstract  | 50 |
| Resumo  | 51 |
| Introdução  | 52 |
| Materiais e Métodos   | 54 |
| Resultados  | 55 |
| Solos   | 55 |
| Crescimento em altura e em diâmetro   | 56 |
| Número de folhas e de pinas   | 59 |
| Acumulação de Biomassa  | 60 |
| Biomassa total  | 60 |
| Biomassa radicular  | 60 |
| Biomassa caulinar   | 61 |
| Biomassa foliar   | 62 |
| Relação raiz/parte aérea  | 63 |
| Taxa relativa de crescimento  | 64 |
| Acumulação de nutrientes nos tecidos vegetais   | 65 |
| Macronutrientes   | 65 |
| Nitrogênio  | 66 |
| Potássio  | 67 |
| Fósforo   | 67 |
| Cálcio e Magnésio   | 69 |
| Micronutrientes e Alumínio  | 70 |
| Alumínio  | 70 |
| Ferro   | 71 |
| Manganês  | 72 |
| Zinco   | 73 |
| Cobre   | 73 |
| Discussão   | 73 |
| Conclusão   | 76 |
| <b>Capítulo 4. Repartição de biomassa em plântulas de <i>Acacia tenuifolia</i> (L.) Willd. em diferentes condições de sombreamento.</b> | 77 |
| Abstract  | 77 |
| Resumo  | 78 |
| Introdução  | 79 |
| Materiais e Métodos   | 81 |
| Coleta das sementes e do substrato  | 81 |
| Instalação do experimento   | 82 |
| Análise estatística   | 84 |
| Taxa relativa de crescimento  | 84 |
| Resultados  | 85 |
| Avaliação de crescimento  | 85 |
| Altura e Diâmetro   | 85 |
| Número de folhas  | 87 |
| Número de pinas   | 88 |
| Acumulação e repartição de biomassa   | 90 |
| Biomassa total  | 90 |
| Biomassa radicular  | 92 |
| Biomassa caulinar   | 92 |
| Biomassa foliar   | 93 |
| Relação raiz/parte aérea  | 93 |

|   |     |
|---|-----|
| Repartição de biomassa  | 94  |
| Taxa relativa de crescimento  | 95  |
| Discussão   | 96  |
| Conclusão   | 99  |
| <b>Capítulo 5. Repartição de biomassa de plântulas em <i>Acacia martiusiana</i> em diferentes condições de sombreamento.</b>  | 101 |
| Abstract  | 101 |
| Resumo  | 102 |
| Introdução  | 103 |
| Materiais e Métodos   | 105 |
| Coleta das sementes e do substrato  | 105 |
| Implantação de experimento  | 106 |
| Análise estatística   | 108 |
| Resultados  | 108 |
| Análise da predação de sementes   | 108 |
| Predadores e parasitos  | 109 |
| Avaliação de crescimento  | 111 |
| Altura e Diâmetro   | 111 |
| Número de folhas e de pinas   | 112 |
| Biomassa  | 114 |
| Repartição de biomassa  | 116 |
| Taxa relativa de crescimento  | 117 |
| Discussão   | 118 |
| Conclusões  | 120 |
| <b>Capítulo 6. Estrutura e distribuição espacial de população de <i>Acacia tenuifolia</i> na floresta estacional da Fazenda Sabonete no Vale do Paranã em Iaciara-GO.</b> | 121 |
| Abstract  | 121 |
| Resumo  | 121 |
| Introdução  | 122 |
| Materiais e Métodos   | 124 |
| Resultados e Discussão  | 125 |
| <b>Capítulo 7. Estrutura e distribuição espacial de população de <i>Acacia martiusiana</i> na mata de galeria do Córrego Escondido no Distrito Federal.</b>               | 129 |
| Abstract  | 129 |
| Resumo  | 130 |
| Introdução  | 131 |
| Material e Métodos  | 133 |
| Resultados e Discussão  | 134 |
| Estrutura   | 134 |
| Distribuição espacial   | 135 |
| <b>Considerações finais</b>   | 138 |
| <b>Referências</b>  | 140 |
| <b>Anexo I. Notas sobre a taxonomia das espécies</b>  | 159 |
| <i>Acacia tenuifolia</i> (L.) Willd   | 159 |
| História taxonômica   | 159 |
| Descrição   | 160 |
| Variação em características da vagem dentro de população  | 162 |
| <i>Acacia martiusiana</i> (Steud.) Burk.  | 163 |
| História taxonômica   | 163 |
| Descrição   | 163 |
| Variação em características da vagem dentro de população  | 165 |

## LISTA DE TABELAS

| Tabela | Título  | Página |
|--------|---|--------|
| 2.1.   | Propriedades químicas dos solos utilizados no experimento   | 27     |
| 2.2.   | Influência da fertilidade do solo sobre altura, diâmetro do coleto e número de folhas e pinas em plântulas de <i>Acacia tenuifolia</i> .          | 30     |
| 2.3.   | Influência da fertilidade do solo sobre a acumulação de biomassa em plântulas de <i>Acacia tenuifolia</i> .                                       | 33     |
| 2.4.   | Influência da fertilidade do solo sobre as concentrações de macro nutrientes em mudas de <i>Acacia tenuifolia</i> aos 679 dias após a semeadura.  | 40     |
| 2.5.   | Influência da fertilidade do solo sobre as concentrações de micro nutrientes em mudas de <i>Acacia tenuifolia</i> aos 447 dias após a semeadura.  | 42     |
| 2.6.   | Influência da fertilidade do solo sobre as concentrações de micro nutrientes em mudas de <i>Acacia tenuifolia</i> aos 679 dias após a semeadura.  | 43     |
| 3.1.   | Influência da fertilidade do solo sobre altura, diâmetro do coleto e número de folhas e pinas em plântulas de <i>Acacia martiusiana</i> .         | 58     |
| 3.2.   | Influência da fertilidade do solo sobre a acumulação de biomassa em plântulas de <i>Acacia martiusiana</i> .                                      | 62     |
| 3.3.   | Influência da fertilidade do solo sobre as concentrações de macro nutrientes em mudas de <i>Acacia martiusiana</i> aos 459 dias após a semeadura. | 65     |
| 3.4.   | Influência da fertilidade do solo sobre as concentrações de macro nutrientes em mudas de <i>Acacia martiusiana</i> aos 693 dias após a semeadura. | 66     |
| 3.5.   | Influência da fertilidade do solo sobre a concentração de micro nutrientes em mudas de <i>Acacia martiusiana</i> aos 459 dias após a semeadura.   | 71     |
| 3.6.   | Influência da fertilidade do solo sobre as concentrações de micro nutrientes em mudas de <i>Acacia martiusiana</i> aos 693 dias após a semeadura. | 72     |
| 4.1.   | Efeito de predação na produção de sementes.   | 85     |
| 4.2.   | Efeito do sombreamento sobre o crescimento de plântulas de <i>Acacia tenuifolia</i> .   | 87     |
| 4.3.   | Efeito do sombreamento sobre a produção de folhas e a perda de pinas em mudas de <i>Acacia tenuifolia</i> .                                       | 88     |
| 4.4.   | Efeito do sombreamento sobre a produção de biomassa em plântulas de <i>Acacia tenuifolia</i> .  | 92     |
| 4.5.   | Efeito de sombreamento sobre a TRC (d-1) em raízes e parte aérea de <i>Acacia tenuifolia</i> .  | 96     |
| 5.1.   | Efeito do ambiente sobre a fecundidade das plantas de <i>Acacia martiusiana</i>   | 109    |
| 5.2.   | Identificação do parasitos encontrados nas sementes de <i>Acacia martiusiana</i>  | 109    |
| 5.3.   | Efeito de sombreamento sobre o crescimento de plântulas de <i>Acacia martiusiana</i> .  | 112    |
| 5.4.   | Efeito de sombreamento sobre a produção de folhas e a perda de pinas em mudas de <i>Acacia martiusiana</i> .                                      | 114    |
| 5.5.   | Efeito de sombreamento sobre a produção de biomassa em plântulas de <i>Acacia martiusiana</i> .   | 117    |
| 6.1.   | Densidades absolutas (número de indivíduos por ha) e relativas (%) na floresta estacional da Fazenda Sabonete no Vale do Paranã-GO.               | 126    |

## LISTA DE FIGURAS

| Figura | Título  | Página |
|--------|---|--------|
| 2.1.   | Precipitação e temperatura mínima absoluta durante no experimento de 1998 a 2000.   | 22     |
| 2.2.   | Características químicas dos solos dos locais de ocorrência de <i>Acacia tenuifolia</i> e <i>A. martiusiana</i> na região dos cerrados.   | 24     |
| 2.3.   | Disponibilidade de Ca e Mg do solos utilizados no experimento   | 26     |
| 2.4.   | Influência de fertilidade do solo sobre o crescimento (diâmetro) em plântulas de <i>A. cacia tenuifolia</i> .                             | 29     |
| 2.5.   | Influência da fertilidade do solo sobre o número média de pina em plântulas de <i>Acacia tenuifolia</i> .                                 | 31     |
| 2.6.   | Influência da fertilidade do solo sobre a acumulação de biomassa total em plântulas de <i>Acacia tenuifolia</i> .                         | 32     |
| 2.7.   | Influência da fertilidade do solo sobre o razão raiz/parte aérea em plântulas de <i>Acacia tenuifolia</i> .                               | 35     |
| 2.8.   | Efeito da fertilidade do solo sobre a taxa de crescimento relativa em plântulas de <i>Acacia tenuifolia</i> .                             | 36     |
| 2.9.   | Influência da fertilidade do solo sobre as concentrações de N, P e K em mudas de <i>Acacia tenuifolia</i> aos 447 dias após a semeadura.  | 37     |
| 2.10.  | Influência da fertilidade do solo sobre as concentrações de Ca e Mg em mudas de <i>Acacia tenuifolia</i> aos 447 dias após a semeadura.   | 38     |
| 3.1.   | Influência de fertilidade do solo sobre o crescimento (diâmetro) em plântulas de <i>Acacia martiusiana</i> .                              | 57     |
| 3.2.   | Influência de fertilidade do solo sobre o número média de pinas/plântula em plântulas de <i>Acacia martiusiana</i> .                      | 59     |
| 3.3.   | Influência de fertilidade do solo sobre a acumulação de biomassa total em plântulas de <i>Acacia martiusiana</i> .                        | 61     |
| 3.4.   | Influência de fertilidade do solo sobre a relação raiz/parte aérea em plântulas de <i>Acacia martiusiana</i> .                            | 63     |
| 3.5.   | Efeito de fertilidade do solo sobre o taxa de crescimento relativa em plântulas de <i>Acacia martiusiana</i> .                            | 64     |
| 3.6.   | Influência da fertilidade do solo sobre as concentrações de N, P e K em mudas de <i>Acacia martiusiana</i> aos 459 dias após a semeadura. | 68     |
| 3.7.   | Influência da fertilidade do solo sobre as concentrações de Ca e Mg em mudas de <i>Acacia tenuifolia</i> aos 459 dias após a semeadura.   | 69     |
| 4.1.   | Precipitação e temperatura mínima absoluta durante no experimento de 1998 a 2000.   | 82     |
| 4.2.   | Efeito do sombreamento sobre o crescimento (altura) de plântulas de <i>Acacia tenuifolia</i> .  | 86     |
| 4.3.   | Efeito de sombreamento sobre o número media de pinas/plântula em <i>Acacia tenuifolia</i> .   | 89     |
| 4.4.   | Efeito de sombreamento sobre o numero média de pinas perdidas/plântula por intervalo de avaliação em <i>Acacia tenuifolia</i> .           | 90     |
| 4.5.   | Efeito do sombreamento sobre a produção de biomassa em plântulas de <i>Acacia tenuifolia</i> .  | 91     |
| 4.6.   | Efeito de sombreamento sobre a relação biomassa raiz/parte aérea em plântulas de <i>Acacia tenuifolia</i> .                               | 94     |
| 4.7.   | Efeito do sombreamento sobre a Taxa relativa de crescimento de plântulas de <i>Acacia tenuifolia</i> .                                    | 95     |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 5.1. | Predação de sementes de <i>Acacia martiusiana</i> aparentemente saudáveis quando colhido de 9 plantas na borda e 9 plantas dentro na mata de galeria do Escondido | 110 |
| 5.2. | Efeito de sombreamento sobre o crescimento (altura) de plântulas de <i>Acacia martiusiana</i> .   | 111 |
| 5.3. | Efeito de sombreamento sobre o número médio de pinas/plântula de <i>Acacia martiusiana</i> .  | 113 |
| 5.4. | Efeito de sombreamento sobre a produção de biomassa total em plântulas de <i>Acacia martiusiana</i> .   | 115 |
| 5.5. | Efeito de sombreamento sobre a relação raiz/parte aérea em plântulas de <i>Acacia martiusiana</i> .   | 116 |
| 5.6. | Efeito de sombreamento sobre a taxa relativa de crescimento em plântulas de <i>Acacia martiusiana</i> .   | 117 |
| 6.1  | Distribuição de frequência diâmetros <i>Acacia tenuifolia</i> na Fazenda Sabonete no Vale do Paranã-GO.   | 127 |
| 6.2  | Distribuição de frequência de altura de <i>Acacia tenuifolia</i> na Fazenda Sabonete no Vale do Paranã-GO.  | 128 |
| 7.1. | Distribuição de frequência de área basal de <i>Acacia martiusiana</i> dentro de mata de galeria do Córrego Escondido.   | 135 |
| 7.2. | Distribuição espacial dos indivíduos de <i>A. martiusiana</i> dentro de mata de galeria do Córrego Escondido.   | 136 |
| I.1. | Medidas das vagens amostradas de dez árvores de uma população de <i>Acacia tenuifolia</i> na Serra da Laranjeira.   | 162 |
| I.2. | Medidas das vagens amostradas de dez árvores de uma população de <i>Acacia martiusiana</i> no mata de galeria do córrego Escondido.                               | 166 |

## 1. Introdução

*Acacia* Mill. é o segundo maior gênero da família Leguminosae, compreendendo cerca de 1.340 espécies (Timberlake *et al.* 1999). Suas espécies têm origem em Gondwana e são particularmente diversas nas regiões áridas. Pouco se sabe sobre a sua diversificação na América tropical porém, na África as florestas tropicais úmidas são consideradas como o local de origem, acreditando-se que houve expansão para as savanas, onde se diversificaram (Ross 1981).

As Acácias são economicamente importantes fornecendo um grande número de produtos para o homem e para os animais domésticos e silvestres (Fagg & Stewart 1994). Na África, muitas espécies, particularmente as savânicas, evoluíram com os grandes herbívoros fornecendo folhas e vagens nutritivas para os animais que por seu turno, dispersaram as sementes. Outros produtos incluem goma arábica de *Acacia senegal* (L.) Willd., que é largamente comercializada nos mercados mundiais e utilizada na fabricação de alimentos, cerveja, e outros. Na Índia, algumas espécies como *A. tortilis* (Forssk.) Hayne e *A. nilotica* (L.) Willd. Ex Del. são plantadas para recuperação de áreas degradadas e salinizadas (Fagg & Greaves 1990, Fagg 1991). Varias espécies, inclusive as do Brasil Central, tem uso econômico como plantas forrageiras, apícolas, medicinais, produtoras de taninos, cercas vivas e como ornamentais (Anonis 1988, Paula & Alves 1997).

O gênero *Acacia* tem uma distribuição ampla nas Américas desde os Estados Unidos até a Argentina. No Brasil, espécies deste gênero ocorrem em todos os biomas com excessão das áreas muito alagadas. Na região do Cerrado, as espécies de *Acacia* parecem ser restritas às fisionomias florestais, matas de galeria e florestas estacionais de encosta e de afloramento calcário. As informações sobre sua ocorrência são escassas (Felfili *et al.* 1994). Registros de herbário indicam que estas são mais abundantes nas florestas em solos mesotróficos, sendo que várias espécies são encontradas em áreas degradadas da região. Possivelmente, a distribuição das Acácias é determinada por gradientes na fertilidade do solo e radiação solar. O papel das espécies de *Acacia* nos ecossistemas do Cerrado ainda é pouco conhecido. Quanto às espécies savânicas, sabe-se que o fogo estimula a germinação daquelas que ocorrem na África e que os indivíduos adultos são bastante resistentes ao fogo (Sabatini & Wein 1987). *Acacia borlae* Burtt Davy e *A. xanthophloea* Benth. são espécies restritas a solos argilosos no

Zimbabwe enquanto *A. eriocarpa* Brenan ocorre apenas em solos distróficos e arenosos (Timberlake *et al.* 1999), indicando que as características edáficas também influenciam na distribuição dessas espécies.

Investigações realizadas por Haridasan e colaboradores nos últimos anos procuraram comparar o estado nutricional das espécies nativas do Cerrado em diferentes fisionomias (cerrado, cerradão e matas de galeria) em diferentes solos. Haridasan (1982) encontrou níveis de alumínio e de manganês no solo de cerrado em níveis considerados tóxicos para espécies cultivadas. Nas plantas acumuladoras de alumínio, as altas concentrações foliares deste elemento não estão associadas com baixas concentrações de nutrientes essenciais, portanto não se constituem em fatores restritivos a sua ocorrência. Porém, mais estudos são necessários para verificar se estes níveis restringem a ocorrência de espécies não acumuladoras no Cerrado. Em uma comparação entre cerradões ocorrendo em solos distróficos e mesotróficos, Araújo & Haridasan (1988) encontraram várias espécies exclusivas á cada formação, concluindo que níveis de cálcio podem restringir algumas espécies aos solos mesotróficos. Nogueira & Haridasan (1997) encontraram maiores concentrações de Mg e P em folhas de espécies de mata de galeria do que os níveis citados na literatura para espécies de cerrado e cerradão sugerindo que estes nutrientes podem ser limitantes para o desenvolvimento das espécies florestais nos ambientes savânicos. Quanto aos níveis de alumínio, somente seis das 62 espécies podem ser consideradas como acumuladoras permanentes enquanto que 25 podem ser consideradas como acumuladoras estacionais pois apresentam níveis elevados apenas no final da estação seca. Quanto ao manganês, 15 espécies apresentaram concentrações elevadas podendo ser consideradas acumuladoras.

Haridasan (2001) sugere que o relacionamento entre comunidades vegetais e solos ainda não está propriamente estudado mas considera que os solos calcáreos, que ocorrem em algumas porções do Bioma Cerrado, apresentam suficiente disponibilidade de nutrientes que são transferidos em largas quantidades às plantas das matas estacionais na estação chuvosa permitindo um maior acúmulo de biomassa nesses ambientes do que no cerrado *sensu stricto*, que ocorre sobre solos pobres em nutrientes e acumula níveis de biomassa aérea muito menores que os ambientes florestais (Batmanian & Haridasan 1985, Abdala *et al.* 1997, Vale 2000).

Alguns experimentos têm sido conduzidos, visando determinar o efeito de nutrientes no

desenvolvimento e distribuição de espécies. Haridasan (1985) procurou determinar os nutrientes limitantes ao desenvolvimento de espécies de eucaliptos nos diferentes ambientes de cerrado. Dentre os solos testados, latossolo distrófico e dois outros solos férteis apenas o primeiro foi limitante. Machado (1989) estudou o desenvolvimento inicial de plântulas de *Copaifera langsdorffi* Desf. oriundas de populações de cerrado, mata de galeria e de floresta mesotrófica nos três tipos de solo, concluindo que os solos das formações florestais foram os mais propícios ao desenvolvimento da espécie. Estes resultados apontam na direção das conclusões de Ernst & Tolsma (1989) que, trabalhando nas savanas de Botswana, onde predominam espécies de *Acacia*, concluíram que a acumulação e alocação de nutrientes nas plantas variaram com as espécies e foram modificadas pelas propriedades do solo e exposição à luz. Felipe & Dale (1990) analisaram o crescimento de *Qualea grandiflora*, uma espécie de ampla distribuição no cerrado *sensu stricto*, e concluíram que o suprimento de fósforo não acelera o crescimento inicial da espécie. Já Reno *et al.* (1997) trabalhando com espécies florestais em Latossolo Vermelho-Amarelo verificou que N, P e S foram limitantes ao desenvolvimento das plantas.

Variações no aporte de radiação solar nas florestas, especialmente pela formação de clareiras, têm sido utilizadas para explicar a dinâmica das florestas tropicais. As espécies apresentam respostas diferenciadas à radiação solar em uma escala de grande tolerância à sombra até a intolerância total para o seu pleno desenvolvimento. Gilbert *et al.* (2001) sugerem a existência de diferenças evolucionárias entre espécies tolerantes e intolerantes a sombra na morfologia, arquitetura e padrão de crescimento da planta. Aceita-se, atualmente, que grande parte das espécies tem comportamento intermediário entre os dois extremos. Alguns estudos com espécies neotropicais (Augspurger 1984, Kennedy & Swaine 1992, Brown & Whitmore 1992, Veira 1996) demonstram que a maioria dessas espécies são generalistas.

A maioria das espécies de mata de galeria já estudadas no Distrito Federal desenvolveu-se melhor em condições intermediárias de luz apresentando, porém, crescimento em condições mais extremas, indicando plasticidade (Rezende *et al.* 1998, Mazzei *et al.* 1997, 1998, Salgado *et al.* 1998).

Experimentos sobre o comportamento de espécies nativas em diferentes tipos de solo e níveis de sombreamento poderão subsidiar programas para recuperação de áreas

degradadas que são especialmente necessários nas matas de galeria e florestas de afloramento calcário que tem sido alvo de intensa pressão antrópica. As espécies de *Acacia* tem um grande potencial para recuperação em áreas rurais devido ao seu aproveitamento pelo gado além de serem melíferas.

As hipóteses testadas neste trabalho foram:

1. A disponibilidade de nutrientes nos solos distróficos do cerrado limita o crescimento e o desenvolvimento de espécies de *Acacia tenuifolia* Willd. e *Acacia martiusiana* (Steud.) Burkart.
2. O sombreamento limita o estabelecimento e o desenvolvimento destas espécies.

Os principais objetivos do trabalho foram:

1. Estudar o comportamento de mudas de *Acacia tenuifolia* Willd. e *Acacia martiusiana* (Steud.) Burkart em solos nativos de diferentes fertilidades, para determinar se a fertilidade é um fator limitante para a distribuição destas espécies no Bioma Cerrado.
2. Estudar o comportamento de *Acacia tenuifolia* Willd. e *Acacia martiusiana* (Steud.) Burkart (duas formas de vida distintas) em diferentes condições de sombreamento, para determinar se os níveis de radiação solar que atingem as mudas são fatores limitantes para a distribuição destas espécies no Bioma Cerrado.

Este trabalho está dividido em capítulos, nos quais foram investigadas as questões propostas. Nos Capítulos II e III é analisado o comportamento de *Acacia tenuifolia* e *Acacia martiusiana* sob diferentes solos nativos do Bioma Cerrado. Nos Capítulos IV e V é analisado o comportamento de *Acacia tenuifolia* e *Acacia martiusiana* sob diferentes níveis de sombreamento.. No Capítulo VI e VII são analisadas as distribuições espaciais e estrutura de uma população de *Acacia tenuifolia* e de uma população de *Acacia martiusiana*. Da integração dos resultados dos estudos experimentais em viveiro e das características das populações naturais, procurou-se caracterizar as espécies quanto a sua tolerância a fatores nutricionais e de luz que poderiam limitar a sua ocorrência nas diferentes formações do bioma.

## Revisão Bibliográfica

### O gênero *Acacia*

O gênero *Acacia* Mill. pertence à família Leguminosae subfamília Mimosoideae, compreendendo cerca de 1.340 espécies no mundo (954 na Austrália; 230 nas Américas; 129 na África; 18 na Índia; várias espécies na Ásia e algumas endêmicas em ilhas oceânicas) (Timberlake *et al.* 1999). Bentham (1875) reconheceu seis séries dentro do gênero mas mais recentemente (Guinet & Vassal 1978), elas foram amalgamadas em três subgêneros: *Acacia*, *Aculeiferum* e *Phyllodineae* e sete seções; estes estão distribuídos pelas regiões tropicais do mundo e são particularmente diversos nas regiões áridas. *Phyllodineae* está virtualmente restrito ao continente Australiano, a maioria das espécies (exceto secção *Botrycephalae* e *Pulchellae*) possuem folhas simples e longas e não tem espinhos. Os subgêneros *Acacia* (todas as espécies com espinhos) e *Aculeiferum* (alguns com acúleos) têm folhas bipinadas e ocorrem em todos os continentes.

Nas últimas décadas, alguns pesquisadores procuraram esclarecer a classificação infragenérica, mas a maioria concorda que são necessários mais dados sobre as espécies americanas antes que os relacionamentos evolucionários e taxonômicos sejam esclarecidos. Os estudos mais recentes demonstraram que este gênero é polifilético (Miller & Bayer 2001, Chapill & Maslin 1995, Robinson & Harris 2000) embora a amostragem não seja suficiente para distinguir interrelacionamentos. Evidências apontam para o amálgama das tribos Ingeae e Acaceae. Verificou-se que o subgênero *Aculeiferum* é polifilético (Miller & Bayer 2001) com o uso de dados de cloroplasto de DNA enquanto os subgêneros *Acacia* e *Phyllodineae* são monofiléticos.

As espécies americanas e africanas pertencem aos subgêneros *Acacia* e *Aculeiferum*. A maioria dos estudos têm se concentrado no subgênero *Acacia*, tais como as doze *Acacias* simbióticas com formigas (Janzen 1974). Siegler & Ebinger (1988) estudou outro grupo com ênfase especial na sua química, e Aronson & Ovale (1989), Aronson (1992) estudaram o complexo *Acacia caven* (Molina) Molina no sul da América do Sul com vistas ao melhoramento genético. Recentemente Ebinger *et al.* (2000) completaram uma revisão do subgênero *Acacia* na América do Sul. O subgênero *Aculeiferum* é

menos conhecido, particularmente as secções *Filicinae* e *Monacantha*. As Acácias sem espinhos da secção *Filicinae* têm seu centro de diversidade no México, mas muito pouco é conhecido sobre as espécies sul americanas da secção *Monacantha*. Este grupo, com espinhos abundantes, contém principalmente trepadeiras encontradas em florestas tropicais úmidas. Porém, há também espécies arbóreas encontradas nas savanas brasileiras e africanas.

As espécies do gênero *Acacia* provavelmente tiveram origem em Gondwana. Pouco se sabe sobre a sua diversificação na América tropical. Porém, na África, as florestas tropicais úmidas são consideradas como o local de origem das Acácias, acreditando-se que houve expansão para as savanas, onde se diversificaram (Ross 1981).

O gênero *Acacia* tem uma distribuição ampla nas Américas desde os Estados Unidos até a Argentina. No Brasil, espécies deste gênero ocorrem em todos os biomas com exceção das áreas muito alagadas. Entre as espécies que ocorrem no bioma cerrado, *Acacia martiusiana* ocorre também na maioria dos estados brasileiros além da Bolívia e do Paraguai. É uma trepadeira das florestas mata atlântica, amazônica, mata de galerias e floresta de encosta (Burkhardt 1979, Lima & Guedes-Bruni 1994, Mendonça Filho 1996). *Acacia paniculata (tenuifolia)* ocorre em quase todos os países da América do sul (Lewis & Owen 1989, Bentham 1876, Madsen 1990, Angely 1969). É uma árvore que ocorre em matas decíduas e de encosta especialmente com solo calcáreo no Planalto Central mas, está citada também como uma trepadeira em florestas mais úmidas como a floresta amazônica e a atlântica (Mendonça Filho 1996, Lewis 1987, Silva 1990). Nos registros de herbários (CENARGEN, CPATU, IBGE, UB, K, MO e outros) consta principalmente a ocorrência de espécies de *Acacia* em ambientes florestais, bordas de mata e áreas degradadas, alguns coletores citam a ocorrência no cerrado mas, esta terminologia pode indicar apenas o bioma no sentido genérico. Na compilação da flora vascular do bioma cerrado, Mendonça *et al.* (1998, 2000) citam espécies de *Acacia* para os ambientes florestais, para o cerrado *latu senso*, cerrado e cerradão. *Acacia paniculata* é citada para florestas mesofíticas neste trabalho e por Munhoz & Proença (1998), é também citada para florestas ciliares do Sudeste (Rodrigues & Nave 2000). Porém, nos diversos levantamentos fitossociológicos realizados no bioma não se verificam registros de espécies de *Acacia* no cerrado típico (Nascimento & Saddi 1992, Ratter 1986, Ratter *et al.* 1996, Felfili & Silva Júnior 1992, Felfili *et al.* 1994, 1997,

1998, Rossi *et al.* 1998, Marimon *et al.* 1998, Pires *et al.* 1999, Silva Júnior 1987, Silva & Nogueira 1999 dentre outros).

As *Acacias* são economicamente importantes, fornecendo um grande número de produtos para o homem e para os animais domésticos e silvestres (Fagg & Stewart 1994). Na África, muitas espécies, particularmente as savânicas, evoluíram com os grandes herbívoros, fornecendo folhas e vagens nutritivas para os animais que, por seu turno, dispersam as sementes. Outros produtos incluem goma arábica de *Acacia senegal* (L.) Willd. (subgênero *Aculeiferum*), que é largamente comercializada nos mercados mundiais e utilizada na fabricação de alimentos, cerveja, remédios, corantes e outros.

Na América do Sul são citados alguns usos para as espécies nativas (Silva 1990). *Acacia caven* (Molina) Molina, que ocorre no sul do Brasil, Uruguai, Argentina e Chile, tem usos forrageiros importantes, comparáveis com as espécies da savana africana. Pio Correa (1984) cita que *A. bonariensis* Gill. é usada como cerca viva, e os frutos contêm saponinas e peroxidases. *A. paniculata* Willd. e outras tem uso medicinal; as folhas são usadas como anti-reumáticas e suas árvores são plantadas como ornamentais, além de serem apícolas. *Acacia farnesiana* (L.) Willd. é bem conhecida como ornamental e a sua casca como adstringente, produtora de tanino e como medicinal. Suas flores são usadas na França para a extração de óleo "fleur de Cassie" usados em perfumes delicados (Anonis 1988). Paula & Alves (1997) citam que fora a sua madeira densa propícia para carvão e lenha, o pericarpo dos seus frutos produz um corante azul usado para colorir tecido de algodão. Sua copa larga, densa e achatada, produz um bom sombreamento para rebanhos de gado e outros animais. Algumas das árvores grandes como *A. glomerosa* Benth. e *A. polyphylla* Willd., que ocorrem no cerradão, mata de galeria e floresta estacional em afloramento calcáreo, no Brasil Central, tem potencial como fontes de forragem e parecem ser, também, pioneiras de crescimento rápido. A madeira da trepadeira *Acacia martiusiana* (sin. *Acacia adhaerens*) Benth. também é boa para carvão e lenha, além de ser uma boa planta apícola. A australiana *Acacia decurrens* Willd. (sin. *Acacia mollissima* Willd.), conhecida como *Acacia* negra, é plantada abundantemente para produção de tanino no sul do Brasil. *Acacia mangium* Willd. está sendo experimentada para produção de madeira (Silva *et al.* 1996). Esta é uma das principais espécies usadas em reflorestamentos na Malásia para produção de polpa e papel (Awang & Taylor 1993).

No Brasil não há um tratamento taxonômico global do gênero *Acacia* desde Bentham (1876) na Flora Brasiliense com 25 espécies registradas. Burkart (1979) registrou 13 espécies no Estado de Santa Catarina. Silva (1990) registrou 12 espécies para a região amazônica mas ele sugeriu a existência de 120 espécies no Brasil. Porém, Madsen (1990), trabalhando com espécies equatorianas estimou que, dos 300 nomes existentes, apenas 50 seriam espécies verdadeiramente distintas no continente americano. No herbário da UnB, cerca da metade dos 220 espécimens de *Acacia* não estão identificados ao nível de espécie, e há dúvidas sobre algumas determinações.

Existe uma confusão taxonômica entre as Acacias brasileiras. Há necessidade de esclarecer os problemas quanto aos complexos tais como os de *A. glomerosa/A. polyphylla* (Lewis 1987), que são amplamente distribuídas no continente ocorrendo, inclusive, no Distrito Federal. A confusão taxonômica é possivelmente complicada por hibridização e introgressão. Falta coleta sistemática de germoplasma como efetuado pelo autor para as espécies africanas de *Acacia*, (Fagg 1992, Fagg & Barnes 1995), para avaliar o seu potencial de desenvolvimento e, para conservação de algumas espécies ameaçadas de extinção com a destruição de seus ambientes de ocorrência natural.

Algumas espécies de *Acacia* têm características pioneiras, produzindo sementes em grande número e apresentando abundante floração (Cházaro Bazánez 1977). As Acacias são pouco abundantes nas matas de galeria do Distrito Federal (Felfili 1994, Felfili *et al.* 1994, Silva Júnior 1995, Silva Júnior *et al.* 1998). Há registros de herbário de vários espécimens encontrados em áreas degradadas no Bioma Cerrado, reforçando a idéia de que as Acacias do Brasil Central são também pioneiras. A ocorrência destas espécies em baixas densidades nas matas de galeria pode ser um indicativo de comportamento pioneiro. Vários autores têm registrado a ocorrência de espécies pioneiras em baixas densidades em diversos tipos florestais (Whitmore 1990, Felfili 1995). As pioneiras são muito importantes nos processos de sucessão mesmo permanecendo raras nas florestas tendendo ao estágio clímax. Estas são as primeiras espécies a serem incluídas nos modelos de recuperação de áreas degradadas (Felfili *et al.* 2000, Rodrigues & Gandolfi 2000, Kageyama & Gandara 2000).

Registros de herbário e observações de campo indicam que as espécies de *Acacia* são mais abundantes nas florestas estacionais do Bioma Cerrado do que nas matas de

galeria. Porém, não existem publicações sobre o assunto pois as matas estacionais do Brasil Central são muito pouco estudadas. Prado (2000) mostrou que as florestas estacionais da América do Sul, inclusive as do Bioma Cerrado são caracterizadas por espécies dos gêneros *Acacia*, *Anadenanthera*, *Torresia*, *Myracruodruon*, *Combretum*, *Commiphora*, *Zizyphus* além de outros com forte ligação florística, ressaltou a carência de estudos comparativos entre elas e propôs tratá-las como uma nova unidade fitogeográfica. Pennington *et al.* (2000) sugerem que estas florestas foram largamente distribuídas no quaternário.

O papel das espécies de *Acacia* nos ecossistemas do bioma Cerrado ainda é pouco conhecido. Como pioneiras, estas são iniciadoras de sucessão, contribuindo para a criação de condições apropriadas às espécies clímax em ambientes florestais. Há indicações pelas notas em excicatas de herbário que, além de ocorrer em áreas degradadas, estas também ocorrem em zonas de transição entre florestas e cerrado, reforçando a idéia de que as espécies locais são colonizadoras em áreas abertas. Quanto às espécies savânicas, sabe-se que o fogo estimula a germinação daquelas que ocorrem na África e que os indivíduos adultos são bastante resistentes ao mesmo (Sabatii & Wein 1987, 1988) mas não há publicações para o Brasil.

As espécies de *Acacia* apresentam potencial para recuperação de áreas degradadas e salinizadas. Na Índia, algumas espécies como *A. tortilis* (Forssk.) Hayne e *A. nilotica* (L.) Willd. ex Del. são frequentemente plantadas por esta razão (Fagg & Greaves 1990, Fagg 1991). As espécies arbóreas do bioma Cerrado parecem ter potencial para reflorestamento para produção de carvão e lenha, e em sistemas agrosilvopastoris como as espécies australianas e africanas. Elas podem ser uma boa alternativa ao reflorestamento com espécies exóticas.

#### Influência da fertilidade do solo em plantas nativas

No Bioma Cerrado há um mosaico de vegetação, com formações savânicas e florestais, ocorrendo sob condições climáticas relativamente semelhantes (Eiten 1972). As condições edáficas variam bastante (Haridasan 1982, 1985, 1990, 1994, 2001) desde solos bastante intemperizados e lixiviados, muito pobres em nutrientes, com pH médio de 4 a 5 e teor de cálcio da ordem de 0,05 meq/100 g de solo sobre os quais podem

ocorrer várias fisionomias de cerrado, matas de galeria e florestas de encosta. Até solos com pH médio de 6, níveis de cálcio da ordem de 5 meq/100 g de solo sobre os quais geralmente ocorrem florestas decíduas (Reatto *et al.* 1998). Matas de galeria podem ocorrer em ambos, solos pobres e ricos em nutrientes (Silva Júnior *et al.* 1996, Haridasan *et al.* 1997). Toxidez de alumínio e manganês são problemas encontrados para o estabelecimento de culturas agrícolas nos solos distróficos desta região (Cochrane 1989).

Tanto as diferenças na disponibilidade de nutrientes quanto na toxidez de alguns elementos nos diferentes solos podem ser determinantes da distribuição de espécies no mosaico vegetacional do Bioma Cerrado (Haridasan & Araújo 1987, Haridasan 2000). Existem poucos estudos comparativos entre as diferentes fitofisionomias. Em uma comparação entre cerradões ocorrendo em solos distróficos e mesotróficos, Araújo & Haridasan (1988) encontraram várias espécies exclusivas à cada formação, concluindo que níveis de cálcio podem restringir algumas espécies aos solos mesotróficos. Felfili & Silva Júnior (1992) compararam a composição florística do cerrado, cerradão e matas de galeria em solos bem drenados e distróficos, concluindo que a similaridade florística entre o cerrado e as florestas é muito baixa.

Haridasan *et al.* (1997) compararam características de solo e de vegetação em matas de galeria da Chapada dos Veadeiros concluindo que as diferenciações fitossociológicas podem ser atribuídas a classes do solo. Silva Júnior *et al.* (1996) sugeriram que variações de propriedades físicas e químicas em matas de galeria são correlacionadas com posição no declive e a distribuição de espécies arbóreas é influenciada por esses fatores.

Alguns experimentos têm sido conduzidos, visando determinar o efeito de nutrientes no desenvolvimento e distribuição de espécies. Haridasan (1985) procurou determinar os nutrientes limitantes ao desenvolvimento inicial de espécies de *Eucalyptus* nos diferentes ambientes de cerrado assim como os problemas de toxidade dos solos e concluiu que apenas nutrientes foram limitantes nos latossolos distróficos. Machado (1989) estudou o desenvolvimento inicial de plântulas de *Copaifera langsdorffi* Desf. oriundas de populações de cerrado, mata de galeria e de floresta mesotrófica nos três solos, concluindo que os solos das formações florestais foram os mais propícios ao

desenvolvimento da espécie. Melo (1999) em um ensaio de fertilização com N, P, K, Ca e Mg de solo de cerrado para a produção de mudas de espécies florestais em viveiro verificou que as quatro espécies, *Sclerolobium paniculatum*, *Dipteryx alata*, *Eugenia dysenterica* e *Hancornia speciosa*, foram capazes de absorver mais nutrientes quando adubadas, sugerindo que a deficiência destes pode ser um fator limitante para o desenvolvimento das espécies no cerrado. Furtini Neto *et al.* (1999) estudaram os efeitos de calagem em 15 espécies nativas, especialmente em formações florestais do bioma cerrado concluindo que as espécies pioneiras apresentaram resposta positiva a calagem enquanto as espécies climax foram menos eficientes em aproveitar o Ca e o Mg. A baixa resposta à calagem de espécies como *Copaifera langsdorffi* e *Hymenaea courbaril* foi atribuída a sua baixa exigência nutricional.

Estudos em campo têm procurado elucidar a correlação entre nutrientes no solo, na serapilheira e nos tecidos foliares das espécies florestais nos ambientes ripários. Silva (1991) estudou o estado nutricional de espécies nativas em diferentes matas de galeria do Distrito Federal e concluiu que a absorção de nutrientes por uma mesma espécie variou com a fertilidade de solo nas florestas. Pagano & Durigan (2000) constataram que as concentrações de macronutrientes na serapilheira de matas ciliares sob o domínio de florestas estacionais semidecíduas foram, em geral, mais altas, do que aquelas encontradas em matas ciliares sob o domínio da vegetação do cerrado ressaltando a importância da fertilidade do solo no retorno de nutrientes no processo de ciclagem.

Estes resultados apontam na direção das conclusões de Ernst & Tolsma (1989), que trabalhando nas savanas de Botswana, onde predominam espécies de *Acacia*, concluíram que a acumulação e alocação de nutrientes nas plantas variaram com as espécies e foram modificados pelas propriedades do solo.

#### Desenvolvimento inicial de plantas nativas em relação a níveis de sombreamento

Condições de luz e temperatura estão entre os fatores mais importantes na dinâmica florestal (Fenner 1985, Spurr & Barnes 1992, Dai 1996, Chazdon *et al.* 1996). Vários estudos indicam que há uma gradação de condições luminosas a que espécies que compõe as comunidades florestais estão expostas (Pinard *et al.* 1996, Vieira 1996). As intensidades luminosas tem sido mensurada com base na Densidade de fluxo de fótons

que inclui comprimentos de onda entre 400 e 700 nm (Mitchell & Whitmore 1993, Lüttge 1997). A intensidade de luz afeta o crescimento vegetativo por exercer efeitos diretos sobre a fotossíntese, abertura estomática e síntese de clorofila (Kozlowski *et al.* 1991). O desenvolvimento de plântulas é especialmente dependente dos níveis de radiação solar no subbosque da floresta (Denslow 1980, Hartshorn 1989, Runkle 1989, Whitmore 1990).

Swaine & Whitmore (1988) propuseram separar as espécies florestais em dois grandes grupos: espécies pioneiras e não pioneiras ou clímax. O grupo de espécies pioneiras ou heliófilas, que apresentam baixos níveis de germinação sob dossel fechado (Kennedy & Swaine 1992), necessita radiação solar plena para o estabelecimento e crescimento de suas plântulas. As espécies pertencentes ao grupo das clímax ou umbrófilas, podem germinar, sobreviver e desenvolver-se sob dossel fechado recebendo quantidades reduzidas de radiação solar. Ficam incluídas neste grupo, aquelas espécies consideradas tolerantes ao sombreamento. Entre estas, algumas não sobrevivem por longo tempo na sombra, enquanto que outras podem sobreviver com crescimento nulo ou reduzido por longo tempo até que haja uma abertura no dossel e conseqüentemente um aumento na disponibilidade de luz (Whitmore 1990, Kennedy & Swaine 1992, Brown & Whitmore 1992). Entretanto, toda uma gradação nas exigências de radiação solar entre os dois grupos tem sido reconhecido por diversos autores (Swaine & Whitmore 1988, Kennedy & Swaine 1992, Brown & Whitmore 1992, Vieira 1996). Gilbert *et al.* (2001) classificaram as plantas em tolerantes a sombra e evitadoras de sombra. Segundo os autores estas estratégias resultam de percepção via fitocromo do Vermelho-Longo (700-800 nm) difuso pelas folhagem das plantas vizinhas que funciona como um sinal do avanço no sombreamento na área e estimula o crescimento para escapar ao sombreamento. O sombreamento das plantas tolerantes é denso e o das evitadoras de sombra é ralo de modo que as mudas têm uma maior probabilidade de sobrevivência sob a intensidade de sombreamento proporcionada por uma planta adulta da mesma espécie.

O crescimento inicial das mudas pode ser avaliado por meio de análise de certas características, como: altura, diâmetro do colo, acumulação de biomassa e sua relação raiz / parte aérea. O diâmetro do colo é uma característica de fácil determinação, pois não implica destruição da planta e é importante para avaliação do potencial da muda para

sobrevivência e crescimento após o plantio (Ferreira *et al.* 1977). Walters e Kozac (1965) observaram que, quando se classificam as mudas conforme a altura da parte aérea, há padrões variados de resposta quanto a seu posterior crescimento e sobrevivência, não sendo portanto um bom indicador. Dada a importância dos órgãos fotossintetizantes na produção biológica, a área foliar tem sido considerada por muitos pesquisadores como índice de produtividade (Ferreira *et al.* 1977). Blackman e Wilson (1951) observaram aumento da área foliar com sombreamento para dez espécies. A produção da matéria seca tem sido considerada como o melhor índice de crescimento e pode ser útil para avaliar as condições requeridas pelas espécies. King (1991) encontrou uma plasticidade diferencial na alocação de biomassa em folhas em relação ao caule em mudas de espécies tropicais em função do sombreamento. Espécies tolerantes à sombra incrementam a produção de folhas quando são muito sombreadas, em detrimento do crescimento do caule. Porém, as heliófilas direcionam a maior parte do crescimento da parte aérea para o caule independentemente da condição de sombreamento.

Augsburger (1984), em um estudo de desenvolvimento inicial de 18 espécies arbóreas de uma floresta semi-decídua em Barro Colorado no Panamá, encontrou um melhor desenvolvimento para todas as espécies em condições intermediárias de luz e concluiu que a formação de clareiras nas florestas é essencial para o crescimento inicial. Até mesmo as espécies tolerantes a baixas intensidades luminosas não apresentam crescimento significativo sob intenso sombreamento. Nos estudos sobre comportamento de plântulas de espécies florestais brasileiras, têm-se constatado uma gradação de comportamento em relação a diferentes níveis de sombreamento.

Ferreira *et al.* (1977) observaram que o diâmetro do colo de *Schizolobium parayba* (Guapuruvu) e *Hymenaea stigonocarpa* (Jatobá-do-cerrado), foi maior em pleno sol, tendo o guapuruvú 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 dessa espécie apresentaram o máximo diâmetro do colo sob 30 a 50% de sombreamento.

Quanto a oito espécies de mata de galeria do Distrito Federal, estudadas sob os níveis de sombreamento de 0, 50, 70 e 90%, (Mazzei *et al.* 1997, 1998, 1999, Rezende *et al.* 1998, Salgado *et al.* 1998, 2001, Felfili *et al.* 1999, Sousa-Silva *et al.* 1999) constatou-se que as

condições intermediárias de luz foram também, as mais favoráveis para produção de biomassa da maioria das espécies, com os menores acúmulos de biomassa constatados para as plantas sob 90% de sombreamento. Espécies pioneiras como *Shefflera morototoni* apresentaram um crescimento destacado em altura nesta última condição de sombreamento comparada às demais.

Uchida *et al.* (1998) avaliaram o desenvolvimento de *Dipteryx odorata* a 0%, 30%, 50 e 70% de sombreamento constatando uma tendência para o aumento da produção de matéria seca nos menores níveis de sombreamento. O melhor desenvolvimento aos cinco meses de idade foi obtido sob pleno sol.

Paulilo & Felipe (1998) mostraram que as espécies lenhosas das fisionomias savânicas do Bioma Cerrado apresentam elevada relação biomassa de raiz/parte-aérea, de 0,7 a 4 no cerrado e de 0,18 a 0,36 nas florestas. As taxas de crescimento relativo compiladas pelos autores para espécies de cerrado assim como aquelas encontradas por Moreira & Klink (2000), de até  $0,035 \text{ mg mg}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , são comparáveis com aquelas citados por Kitajima (1996) para espécies de floresta tropical de crescimento lento e tolerantes a sombra e abaixo das taxas de espécies heliófitas daqueles ambientes.

## 2. Influência da fertilidade do solo sobre o desenvolvimento inicial de plântulas de *Acacia tenuifolia*.

### Abstract

*A. tenuifolia* is a small tree which appears to be restricted in central Brazil to deciduous dry forests, on richer soils usually above pH (H<sub>2</sub>O) 6. To test whether soil fertility is one of the major factors restricting this species from expanding into savanna formations, seedlings of this species were raised in a nursery in five different native soils from the major forest formations in the cerrado biome. These soils had a range of fertilities from two acid Ca poor soils (cerrado *sensu stricto* and Capetinga gallery forest) until the two Ca rich soils (Escondido gallery forest and Serra da Laranjeira seasonally dry forest) and one soil intermediate between the two groups (FERCAL seasonally dry forest). All soils except the cerrado *sensu stricto* had native *Acacia* species growing in them, although *A. tenuifolia* was only found growing in the Laranjeira soil. The growth response of the seedlings to the different soils was significant early on, with the ones in the two Ca poor soils growing much slower than the others after 127 days, especially in the soil of cerrado *sensu stricto*. This growth response continued throughout the experimental period of 679 days, when the mean biomass accumulation for the plants growing in the most productive FERCAL soil was 15.2 g/plant whereas those growing in the cerrado *sensu stricto* soil only achieved 1.6 g/plant. The differences in growth between the two Ca poor soils could be due to much higher levels of phosphorus and organic carbon in the gallery forest Capetinga soil compared with the cerrado soil. The root/shoot ratios were significantly higher for the cerrado *sensu stricto* (13) and Capetinga (7) soils compared with the richer soils (3-4), possibly due the low availability of cations (K, Ca & Mg). Higher concentrations of macro nutrients (P, K, Ca, Mg) found in the plants was often correlated with the higher soil concentrations, and these concentrations were usually higher in the stems and leaves compared with the roots. The concentrations of these macro nutrients also increased in the plants with age (447 to 679 days). Significantly higher concentrations of N in the plants were found in the acid soils, reflecting their poor growth. Aluminium concentrations were greater in the roots than in the shoots, which increased with age, but the levels in the shoots were

generally less than those found in aluminium accumulator species. Al and Fe concentrations were significantly higher in the plants growing in the cerrado *sensu stricto* soil at 447 days old compared with the Ca rich soils. Mn concentrations significantly increased in the shoots of the Ca poor soils compared with the Ca rich soils, but still less than the levels found in Mn accumulator species. Soil fertility seems to be a major factor restricting the spread of this species into Ca poor soils such as those found under savanna.

**Key-words:** soil fertility, biomass, growth, savanna, seasonal forest, gallery forest, *Acacia tenuifolia*.

### Resumo

*A. tenuifolia* é uma espécie arbórea de pequeno porte que no Brasil Central parece ser restrita a florestas estacionais decíduas, sobre solos ricos em Ca, com pH (H<sub>2</sub>O) geralmente superior a 6. Para testar se a fertilidade do solo é um dos maiores fatores restringindo a sua expansão nas formações savânicas, plântulas desta espécie foram cultivadas em viveiro em cinco diferentes tipos de solos nativos das maiores formações lenhosas do Bioma Cerrado. Estes solos apresentaram uma escala de fertilidade indo de dois solos ácidos e pobres em Ca (cerrado *sensu stricto* e mata de Galeria do Capetinga) até dois solos ricos em Ca (mata de galeria do Escondido e floresta estacional Serra da Laranjeira) e um solo intermediário entre os dois grupos (floresta estacional da FERCAL). Todos os solos, com exceção do cerrado *sensu stricto* contiveram espécies de *Acacia*, embora, *A. tenuifolia* tenha sido encontrada apenas no solo da Serra da Laranjeira. Desde o início do experimento, foram detectadas diferenças significativas no crescimento, com as plântulas crescendo bem menos nos dois solos pobres em Ca após 127 dias, especialmente no solo de cerrado. Esta resposta continuou ao longo dos 679 dias do experimento, quando o acúmulo médio de biomassa nas plantas crescendo no solo mais produtivo, o da FERCAL, foi de 15,2 g/planta. As diferenças em crescimento entre os dois solos pobres em Ca podem ser devidas aos níveis bem mais elevados de P e de carbono orgânico na mata do Capetinga. As relações raiz/parte aérea foram significativamente mais elevadas para as plântulas nos solos de cerrado *sensu stricto*

(13) e Capetinga (7) do que nos solos ricos (3-4), provavelmente devido à baixa disponibilidade de cátions (K, Ca & Mg). Altas concentrações de macro nutrientes (P, K, Ca, Mg) encontradas nas plantas foram relacionadas com concentrações mais elevadas nos solos. As concentrações significativamente mais elevadas de N em plantas de cerrado *sensu stricto* foram provavelmente devidas a seu crescimento lento. Concentrações de Al foram maiores nas raízes do que no caule, aumentando com a idade, mas os níveis nos caules foram inferiores àqueles encontrados para espécies acumuladoras. Concentrações de Al e Fe foram significativamente maiores nas plantas crescendo no solo de cerrado *sensu stricto* aos 447 dias comparadas com os solos ricos em Ca. Concentrações de Mn foram maiores nos solos pobres em Ca comparadas aos ricos, mas foram inferiores àquelas encontradas em plantas acumuladoras. Fertilidade do solo parece ser um dos principais fatores restringindo a ocorrência desta espécie nos solos pobres de cerrado.

**Palavras-chave:** solo, biomassa, crescimento, cerrado, mata de galeria, floresta estacional, *Acacia tenuifolia*.

## Introdução

Diversos trabalhos tratam do estado nutricional de espécies arbóreas e arbustivas em cerrados, cerradões e florestas de galeria na região central do Brasil visando compreender os requisitos e a adaptabilidade de algumas espécies em solos distintos (Haridasan 1982, Araújo & Haridasan 1988, Silva 1991). Estes estudos aliados a levantamentos florísticos, fitossociológicos e das propriedades físicas e químicas dos solos nas comunidades naturais (Ratter *et al.* 1973, 1977, 1978, Haridasan & Araújo 1987, Haridasan *et al.* 1997) levaram a classificação de espécies nativas em calcícolas, que ocorrem preferencialmente em solos mesotróficos, e calcífugas, praticamente restritas a solos distróficos (Haridasan 2000), além de espécies indiferentes que ocorrem em ambos.

Conforme Olivares & Medina (1992), existem poucos estudos sobre a ecofisiologia das espécies de matas estacionais, incluindo-se os aspectos nutricionais. Estes autores

estudaram dez espécies de mata seca na Venezuela, incluindo-se *Astronium graveolens* que também ocorre nas matas estacionais (secas) do Bioma Cerrado e concluíram que estas espécies não sofrem qualquer restrição nutricional para a produção fotossintética em solos com baixa acidez ( $\text{pH} > 8$ ) ricas em Ca mais com níveis baixos de N, P e K. Enquanto Reno *et al.* (1997) analisaram os requerimentos e limitações nutricionais de *Cedrela fissilis* e *Piptadenia gonoacantha*, espécies de mata estacional, dentre outras, pela técnica de diagnose por subtração verificando que os teores mais baixos de macro nutrientes nos tecidos vegetais estiveram associados com os tratamentos com a omissão desses elementos.

Leguminosae é a família mais dominante no neotropicos e também a principal família de trepadeiras delgadas (Gentry 1993). *Acacia* é o segundo maior gênero de Leguminosae com cerca de 1.340 espécies, distribuídas nos trópicos. Na África, estas são comumente encontradas nos solos eutróficos com poucas espécies penetrando nos solos distróficos (Timberlake *et al.* 1999). De modo similar, no Brasil, a maioria das espécies de *Acacia* não se estabelece nas fisionomias savânicas (Mendonça *et al.* 1998) onde os antigos solos oligotróficos do Planalto Central são, em geral, muito pobres em nutrientes (Arens 1963). No bioma Cerrado *Acacia tenuifolia* parece estar restrita em áreas cobertas por florestas estacionais sobre solos ricos (Scariot & Sevilha 2000). Na Austrália, porém, espécies de *Acacia* mostraram uma resposta variada a solos ácidos, havendo desde espécies sensíveis a extremamente tolerantes (Ashwath *et al.* 1995).

A capacidade de espécies de Leguminosae, para nodulação e formação de associações micorrízicas no seu sistema radicular, é considerada uma das maiores razões para a sua grande capacidade de colonização de solos pobres em nutrientes. Associações micorrízicas (ambas ecto e vesicular-arbuscular) desempenham um papel importante auxiliando a absorção de nutrientes e reduzindo o efeito de secas nas acácias Australianas em solos pobres enquanto as micorrizas vesicular arbuscular são as mais importantes para as acácias Africanas (Reddell & Warren 1987, Diem *et al.* 1981).

Tanto as diferenças na disponibilidade de nutrientes quanto à toxidez de alguns elementos podem ser determinantes da distribuição de espécies no mosaico vegetacional

do Bioma Cerrado. Existem poucos estudos comparativos entre as diferentes fitofisionomias. Felfili & Silva Júnior (1992) compararam a composição florística do cerrado, cerradão e matas de galeria em solos bem drenados e distróficos, concluindo que a similaridade florística entre o cerrado e as matas é muito baixa. Haridasan *et al.* (1997) compararam características de solo e de vegetação em matas de galeria da Chapada dos Veadeiros concluindo que as diferenciações podem ser atribuídas a classes do solo. Silva Júnior *et al.* (1996) sugeriram que variações de propriedades físicas e químicas em matas de galeria são correlacionadas com posição no declive e a distribuição de espécies arbóreas é influenciada por esses fatores.

A acumulação e alocação de nutrientes nas acácias africanas nas savanas de Botswana variaram com as espécies e foram modificadas pelas propriedades do solo e pela exposição à luz (Ernst & Tolsma 1989).

*Acacia tenuifolia* é uma espécie típica de matas estacionais, no Bioma Cerrado, sendo inclusive encontrada sobre solos com afloramentos calcáreos. Esta parece ser uma espécie heliófila, com potencial para a recuperação de áreas degradadas sendo necessária a confirmação por meio de experimentos que verifiquem, entre outras características, as suas exigências nutricionais de modo que possam ser estabelecidos protocolos para a sua propagação.

Hipótese:

*Acacia tenuifolia* é uma espécie exigente em nutrientes, restrita às florestas estacionais no Brasil Central.

Objetivo:

O objetivo deste trabalho foi estudar o desenvolvimento de plântulas de *Acacia tenuifolia* em solos com diferentes níveis de fertilidade para testar se deficiência em nutrientes limita o seu desenvolvimento em solos distróficos do Cerrado.

## Materiais e Métodos

### Coleta de sementes e de solos

As sementes de *Acacia tenuifolia* foram coletadas na mata decídua na serra da Laranjeira em Alto Paraíso de Goiás (14°03'59"S 47°20'32"W). Mais do que 30 indivíduos foram identificados aleatoriamente em toda a população e sementes foram coletadas em toda a copa em julho de 1998. Estas sementes foram extraídas de suas vagens e as sementes brocadas por espécies de *Bruchidae* separadas das sementes inteiras. As sementes foram guardadas em sacos de papel em um lugar seco. Depois da coleta ainda saíam brocadores de sementes aparentemente boas sendo periodicamente necessário limpar o estoque de sementes.

Foram efetuadas cerca de 30 expedições no Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais e Bahia no decorrer de um ano, tanto na época úmida como na seca, buscando populações de Acácia. *Acacia tenuifolia* só foi encontrada na Serra da Laranjeira e outros locais no Vale do Paranã em Goiás. No Distrito Federal, foram encontradas populações de *Acacia martiusiana* nas matas de galeria do Córrego Capetinga e do Gama na Fazenda Água Limpa além do Córrego Escondido e Taquara na Reserva Ecológica do IBGE. Na FERCAL na região dos solos mesotróficos no DF (Haridasan 1992) havia *Acacia polyphylla* e *A. martiusiana*. Há registros de herbário desta espécie coletada na FERCAL mas, durante este trabalho não foi encontrado nenhum indivíduo provavelmente porque muitas áreas foram urbanizadas e outras foram usadas pela indústria de cimento.

Amostras de solos foram coletados da superfície (0-20 cm) onde existiram populações de *Acacia spp.* em áreas de vegetação nativa, sem distúrbio. Foi efetuada uma análise preliminar de pH e Ca e Mg desses solos e com base nestes parâmetros, selecionou-se solos que representassem um gradiente de fertilidade. Além destes foi selecionado um Latossolo de cerrado *sensu stricto* onde não existiam populações de Acacia.

Como tratamentos, foram selecionados dois solos pobres em Ca na Fazenda Água Limpa: um de cerrado *sensu stricto* (15°58'02"S 47°55'28"W), e outro de Mata de Galeria do Córrego Capetinga (15°58'01"S 47°56'42"W); e dois ricos em Ca, um de floresta estacional na Serra da Laranjeira em Alto Paraíso de Goiás (14°03'59"S 47°20'32"W), e um de mata de galeria do Córrego Escondido na Reserva Ecológica do IBGE (15°55'52"S 47°53'04"W); e um intermediário em Ca, na floresta estacional do FERCAL-DF (15°31'00"S 47°58'23"W).

Conforme o Levantamento de Solos do Distrito Federal (EMBRAPA 1978) o solo de cerrado *sensu stricto* da FAL é Latossolo Vermelho Amarelo sobre relevo plano. O solo da mata do Capetinga foi classificado como Hidromórfico Indiscriminado fase Floresta. Foi observado em campo que é um solo bem drenado e de coloração escura e as coletas foram realizadas a 20m do córrego no aclave 10 m acima da calha do córrego que é bastante encaixada no relevo acidentado. A mata de galeria do Escondido foi enquadrada na mesma classificação, o solo foi coletado na borda da mata no aclave que contém uma comunidade de espécies denominada como seca (Silva Júnior 1995). O solo da FERCAL foi classificado como Cambissolo Raso Textura Média Cascalhenta com relevo fortemente ondulado. Na Serra da Laranjeira o solo foi classificado como Podzólico Vermelho Amarelo (João Roberto Correia, comunicação pessoal), com relevo fortemente ondulado e montanhoso.

Um total de 250 - 300 kg de solo da superfície (0-20 cm) foram coletados de cada local para a montagem do experimento. O local selecionado para a coleta de solos foi representativo da área, sem distúrbios e onde não corre muita água na época das chuvas.

#### Implantação do experimento

O viveiro florestal da Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília no Distrito Federal, onde este estudo foi realizado, localiza-se a 15°56'56" de latitude sul e 47°55'56" de longitude oeste, com altitude aproximada de 1.100 metros. O clima da região corresponde ao tipo Cwa da classificação de Köppen. Este é marcadamente sazonal, com uma estação seca de maio até setembro, a precipitação média anual foi de

1.351 mm nos últimos quatro anos (1996-1999) conforme a estação meteorológica do RECOR, IBGE (15°56'41"S 47°53'07" W, 1100 m). A Figura 2.1 mostra a precipitação e a temperatura mínima durante o experimento.

O delineamento experimental consistiu de cinco tratamentos representados pelos tipos de solo acima descritos com 40 repetições (plântulas) distribuídas aleatoriamente por tratamento. A altura e o diâmetro do coleto foram mensuradas e o número de folhas e de pinas foi contado. Para medir o diâmetro, foi usado um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. e as alturas foram medidas com uma régua milimetrada com o ponto zero ao nível do solo. Avaliou-se também, a matéria seca aérea e subterrânea em dez plantas em cada coleta.

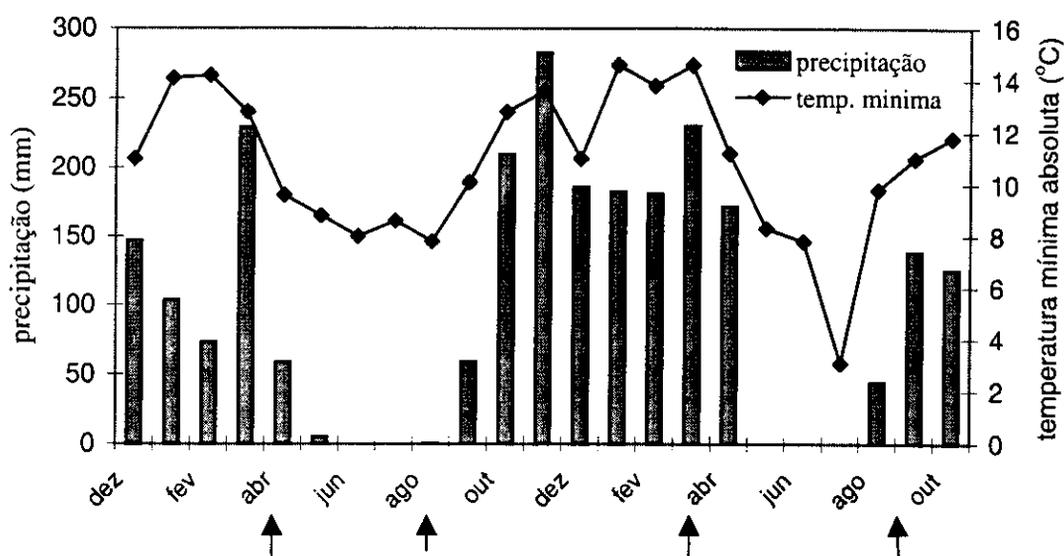


Figura 2.1. Precipitação e temperatura mínima absoluta durante no experimento de 1998 a 2000. Flechas correspondem à época das avaliações (dados da estação meteorológica de RECOR, IBGE.)

O solo foi transportado para a Fazenda Água Limpa, onde ficou armazenado na sombra de um galpão. Além de conterem muitas raízes, característica comum aos solos sob mata nativa, nas matas secas decíduas estes contém muito cascalho. Cada solo foi peneirado (4 mm) e o cascalho e as raízes foram separados. Na ocasião do enchimento dos sacos plásticos as pedras (com menos de 1-2 cm de diâmetro), separadas

anteriormente, foram novamente misturadas com o solo para reduzir a compactação. As dimensões dos sacos de plástico foram de 15 cm x 25 cm com perfurações laterais e estes, quando cheios, contiveram aproximadamente 1,2 kg de solo úmido.

As sementes escarificadas pelo corte do tegumento na área oposta ao micrópilo, foram semeadas em sacos plásticos, a uma profundidade de 1 a 2 vezes o seu tamanho. Em cada saco plástico foram semeadas duas sementes, e os sacos foram colocados em uma casa de vegetação com 30% de sombreamento, procurando imitar uma condição pouco sombreada sob o dossel aberto das florestas estacionais.

As sementes foram semeadas na primeira semana de dezembro de 1998 e a primeira avaliação de crescimento em diâmetro, altura, número de folhas e pinas foi efetuada em 17/4/1999 (127 dias) seguida por outras em 2/8/1999 (234 dias), em 2/3/2000 (447 dias) e em 20/9/2000 (679 dias). As avaliações de biomassa foram realizadas em 26/4/1999 (136 dias), 3/8/1999 (235 dias), 2/3/2000 (447 dias) e 20/9/2000 (679 dias) com 10 plântulas/tratamento.

Nas amostragens destrutivas, as raízes das plantas foram lavadas com água destilada antes de separar e colocar em sacos de papel. O peso de matéria seca foi determinado após a secagem do material em uma estufa a 70° C por um mínimo de dois dias até atingir peso constante. Uma balança analítica com precisão de 0,001 g foi usada para determinar o peso da matéria seca. Depois de separar as amostras de plantas secas em raiz, caule e folhas (incluindo o pecíolo), a biomassa foi avaliada.

#### Análise de nutrientes dos solos

A secagem das amostras do solo retiradas para análise química foi efetuada ao ar livre, na sombra. No Laboratório de Solos do Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília procedeu-se então, a peneiração em peneira de 2mm.

Foram determinados o pH em água e em KCl, e P, K, Ca, Mg, Al, Fe, Mn, Zn e Cu disponíveis, conforme EMBRAPA (1979). O pH foi determinado a partir de uma

solução solo-água e solo-KCl 1:2,5 adicionadas à sub-amostras de 10g de solo, misturadas e deixadas em repouso por 1 hora antes de proceder-se à leitura em potenciômetro.

Os elementos Ca, Mg e Al foram extraídos com KCl 1M onde, o Al foi determinado por titulação com NaOH e, Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica. P, K, Fe, Mn, Cu e Zn foram extraídos com uma mistura de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,025M + HCl, 0,05M (Extrator de Mehlich) e determinados em espectrofotômetro de absorção atômica. O teor de P foi determinado por colorimetria utilizando-se molibdato de amônia e ácido ascórbico. O nitrogênio foi determinado por digestão de micro-kjeldahl e destilação (Allen 1974).

Após a obtenção dos resultados das análises químicas foram selecionados solos de diferentes fitofisionomias para os experimentos de adaptação. A Figura 2.2 mostra características químicas de solos de alguns locais de ocorrência de *Acacia*.

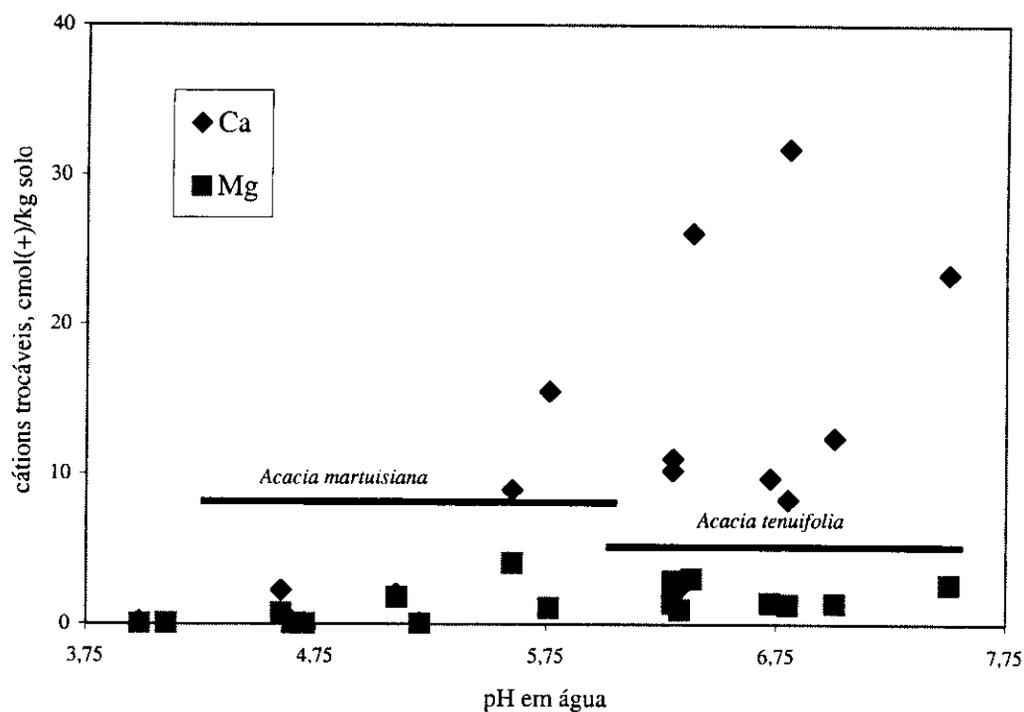


Figura 2.2. Características químicas dos solos dos locais de ocorrência de *Acacia tenuifolia* e *A. martusiana* na região dos cerrados.

## Análise de nutrientes dos tecidos das plantas

A matéria seca de raiz, caule e folhas de cada planta foi moída separadamente para análise de nutrientes quando houve quantidade suficiente (100 mg para N e 400 mg para os outros elementos). Nas coletas em que o material foi insuficiente o caule e as folhas foram analisados em conjunto. As amostras de plantas foram moídas e digeridas por via úmida, em uma mistura de ácido nítrico, perclórico e sulfúrico na proporção de 10:2:1. Os cátions K, Ca e Mg e Al e micronutrientes (Fe, Mn, Zn e Cu) nos extratos foram determinados através de espectrofotômetro de absorção atômica. A determinação do conteúdo de fósforo foi efetuada pelo método colorimétrico, utilizando-se vanádio molibdato de amônia. O nitrogênio foi determinado por digestão de micro-kjeldahl e destilação (Allen 1974).

## Análise estatística

Foi efetuada a análise de variância para as variáveis de altura, diâmetro do colo, número de folhas e de pinas e peso de matéria seca da porção radicular, caulinar, foliar e biomassa total a cada coleta. Foram aplicados os testes F e de Tuckey a 5%. A normalidade foi checada pelo teste de Bartlett e quando esta não foi atingida, os dados foram transformados pelo método Box-Cox (Sokal & Rolf 1981).

## Taxa Relativa de Crescimento

A Taxa Relativa de Crescimento (TRC) foi calculada usando

$$TRC = \frac{\overline{\ln(M_2)} - \overline{\ln(M_1)}}{t_2 - t_1}$$

onde  $\overline{\ln(M_1)}$  e  $\overline{\ln(M_2)}$  são as médias de matéria seca por planta transformada logarimamente (ln) nos tempos  $t_1$  e  $t_2$  (Venus & Causton 1979).

## Resultados

### Solos

Dentre as propriedades químicas analisadas para as áreas (Tabela 2.1) verifica-se que os níveis de cátions essenciais (Ca, Mg e K) aumentam do solo pobre do cerrado *sensu stricto* da FAL para os solos das matas estacionais e de mata de galeria do Escondido, ficando a mata de estacional da FERCAL, em situação intermediária (Tabela 2.1 e Figura 2.3). Os solos do Capetinga e do cerrado *s.s* da FAL foram ácidos, teores de pH em água inferiores a 5 enquanto os solos do Escondido e das matas da Serra da Laranjeira e da FERCAL apresentaram valores a partir deste limite.

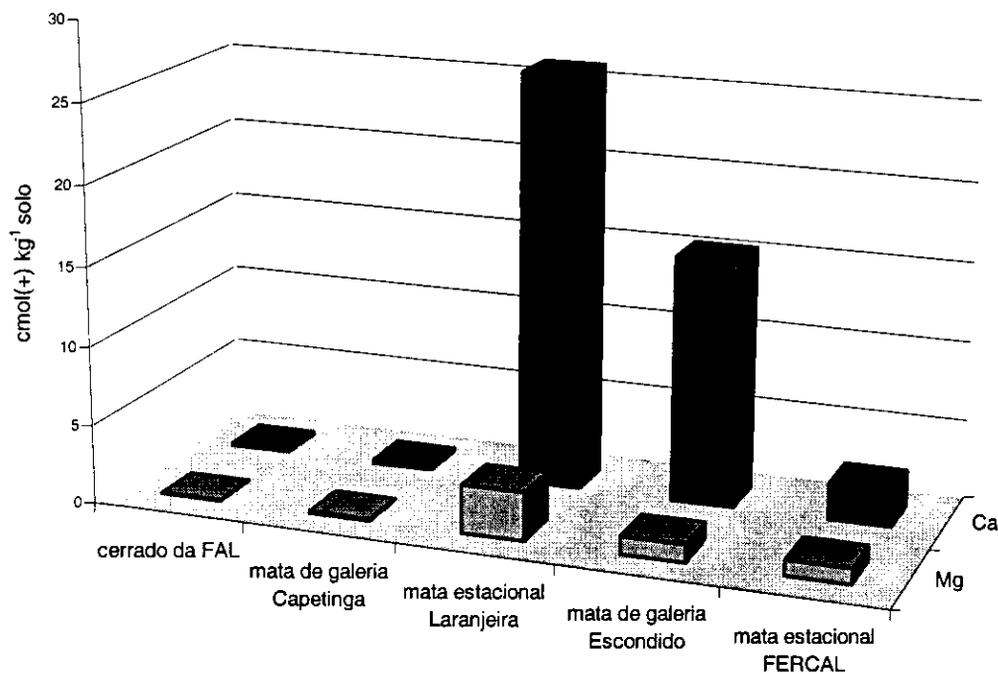


Figura 2.3. Disponibilidade de Ca e Mg nos solos utilizados no experimento.

Tabela 2.1. Propriedades químicas dos solos utilizados no experimento (Desvio padrão entre parênteses).

| Propriedades dos Solos                     | Cerrado <i>sensu stricto</i> Fazenda Agua Limpa |  | Mata de Galeria   |                     | Floresta decídua  |        | Mata de Galeria |  | Floresta decídua |  |
|--|---|--|-------------------|---------------------|-------------------|--------|-----------------|--|------------------|--|
|  |   |  | Córrego Capetinga | Serra de Laranjeira | Córrego Escondido | FERCAL |                 |  |                  |  |
| pH em água                                 | 4,65 (0,2)                                      |  | 3,98 (0,2)        |                     | 6,15 (0,4)        |        | 5,73 (1,1)      |  |                  |  |
| pH em KCl, 1M                              | 3,63 (0,1)                                      |  | 3,16 (0,0)        |                     | 5,78 (0,7)        |        | 4,52 (1,4)      |  |                  |  |
| Al (cmol <sub>(+)</sub> kg <sup>-1</sup> ) | 0,77 (0,02)                                     |  | 5,02 (0,52)       |                     | 0,08 (0,06)       |        | 0,94 (0,11)     |  |                  |  |
| N total, %                                 | 0,2 (0,0)                                       |  | 0,39 (0,0)        |                     | 0,33 (0,1)        |        | 0,21 (0,0)      |  |                  |  |
| P (mgkg <sup>-1</sup> )                    | 0,0   |  | 61,25 (26,8)      |                     | 5,46 (2,0)        |        | 3,57            |  |                  |  |
| K (cmol <sub>(+)</sub> kg <sup>-1</sup> )  | 0,13 (0,01)                                     |  | 0,19 (0,01)       |                     | 0,52 (0,3)        |        | 0,51 (0,09)     |  |                  |  |
| Ca (cmol <sub>(+)</sub> kg <sup>-1</sup> ) | 0,18 (0,03)                                     |  | 0,23 (0,17)       |                     | 26,10 (3,89)      |        | 2,35 (0,07)     |  |                  |  |
| Mg (cmol <sub>(+)</sub> kg <sup>-1</sup> ) | 0,06 (0,01)                                     |  | 0,09 (0,02)       |                     | 3,04 (1,59)       |        | 0,97 (0,20)     |  |                  |  |
| Razão Ca/Mg                                | 3   |  | 2,5               |                     | 8,6               |        | 2,4             |  |                  |  |
| % C orgânico                               | 2,37  |  | 4,26              |                     | 2,34              |        | 1,67            |  |                  |  |
| Fe (mg kg <sup>-1</sup> )                  | 81,8 (3,9)                                      |  | 79,4 (1,7)        |                     | 12,3 (2,1)        |        | 157 (5,1)       |  |                  |  |
| Mn (mg kg <sup>-1</sup> )                  | 3,06 (0,0)                                      |  | 4,83 (1,4)        |                     | 260 (43,7)        |        | 279 (16,5)      |  |                  |  |
| Zn (mg kg <sup>-1</sup> )                  | 1,24 (0,2)                                      |  | 2,30 (0,5)        |                     | 6,99 (0,8)        |        | 3,36 (0,5)      |  |                  |  |
| Cu (mg kg <sup>-1</sup> )                  | 0,69 (0,1)                                      |  | 1,14 (0,3)        |                     | 0,84 (0,4)        |        | 2,38 (0,1)      |  |                  |  |

O teor de alumínio foi mais elevado na mata de galeria do Capetinga mas foi baixo na mata estacional da Serra da Laranjeira e na mata de galeria do Escondido. A concentração de fósforo foi também, muito mais elevado na mata do Capetinga do que nos outros solos. A percentagem de carbono orgânico neste solo foi elevada, de 4,2%. Na mata de galeria do Capetinga as concentrações de todos os macro nutrientes foram superiores àquelas encontradas no cerrado *sensu stricto*.

As concentrações de micro nutrientes Fe e Mn foram similares para os solos do cerrado *sensu stricto* e Capetinga, com baixas concentrações de Mn e altos valores do Fe. As concentrações do Zn foram altas nos dois solos e a concentração de Cu mediana para o cerrado e alta para Capetinga (níveis segundo Lopes & Cox 1977 para solos do cerrado).

A floresta decídua da FERCAL apresentou elevados valores de Fe ( $157 \text{ mg kg}^{-1}$ ) e Mn ( $279 \text{ mg kg}^{-1}$ ). As concentrações do Zn e Cu foram maiores do que nos solos mais ácidos (Cerrado *sensu stricto* e Capetinga). Os solos mas ricos em Ca, da Serra de Laranjeira e Escondido, contiveram baixos valores de Fe e elevados valores de Mn, situação oposta às dos solos pobres em Ca. As concentrações de Zn foram as mais altas de todas ( $5,9\text{-}7,0 \text{ mg kg}^{-1}$ ) e as de Cu foram as menores.

#### Crescimento em altura e em diâmetro

A maioria das plântulas emergiu em quatro dias e o percentual de germinação foi elevado, maior que 95%. O crescimento foi rápido nos primeiros 127 dias (Dezembro a Abril) com diferenças significativas por Tuckey a 5% (Tabela 2.2). Os maiores crescimentos em altura e em diâmetro ocorreram nos solos da FERCAL e do Escondido, que não diferiram entre si com as maiores médias atingindo 23,5 cm de altura e 2,86 mm de diâmetro (Fig 2.4, Tabela 2.2). Estas médias foram superiores àquela encontrada na Serra da Laranjeira a qual foi superior a média encontrada no Capetinga e que por sua vez foi superior a do cerrado *sensu stricto* da FAL, que apenas cresceu 6,2 cm em altura e 1,38 mm em diâmetro.

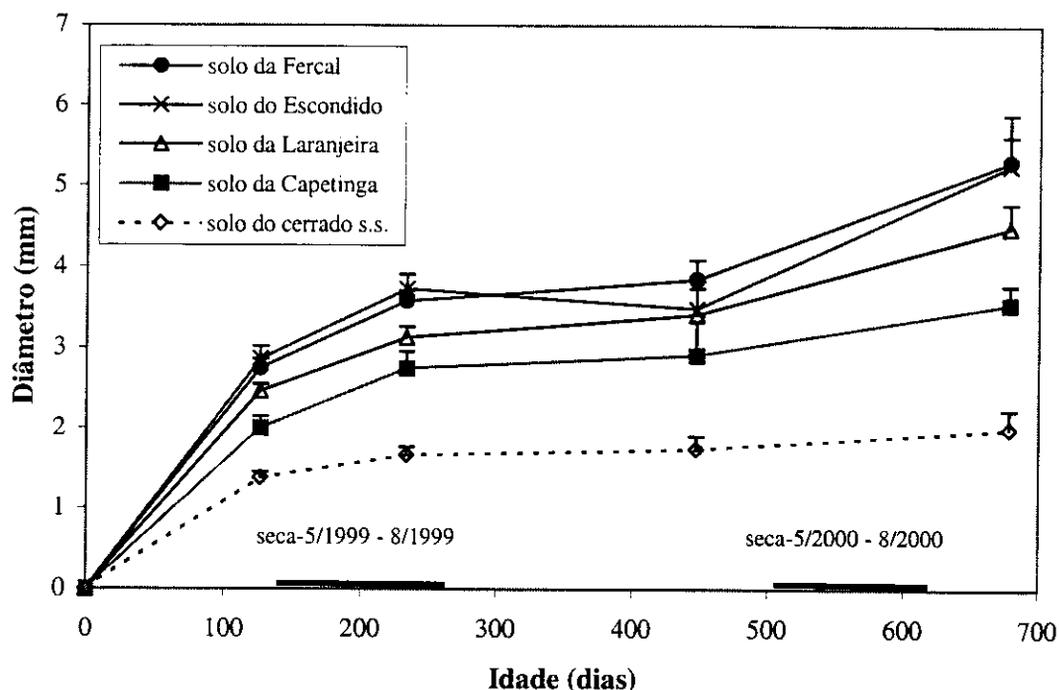


Figura 2.4. Influência de fertilidade do solo sobre o crescimento (diâmetro) em plântulas de *Acacia tenuifolia*. As barras indicam o intervalo de confiança ( $P > 0,05$ ).

Enquanto esta tendência de diferenciação significativa entre os tratamentos continuou por todo o período do experimento de 679 dias, a taxa de crescimento declinou nos meses seguintes. Essa desaceleração no crescimento poderia ser influenciada pelo tamanho do saco plástico em que as plantas estavam crescendo, o qual pode ter restringido o crescimento das plantas. No final do experimento, as plantas no solo da FERCAL cresceram significativamente mais em altura do que nos solos de cerrado *sensu stricto* da FAL, do Capetinga e da Serra da Laranjeira. As alturas nos solos de cerrado *sensu stricto* da FAL e do Capetinga foram as menores e não diferiram entre si.

Aos 679 dias, as maiores médias de diâmetro foram encontradas no solo da FERCAL e do Escondido que foram similares entre si. Para esta variável, houve diferenciação entre as plantas no solo da Laranjeira, do Capetinga e do Cerrado *sensu stricto* da FAL com decréscimos significativos nessas médias do solo de mata estacional para o de cerrado *sensu stricto* da FAL. As plantas atingiram 36,70 cm em altura e 5,31 mm em diâmetro no solo da FERCAL e apenas 6,55 cm em altura e 2,00 mm em diâmetro no solo de

cerrado *sensu stricto* da FAL. O incremento entre as médias dos 127 para os 679 dias foi de 13,18 cm para as plantas crescendo no solo da FERCAL e de apenas, 0,34 cm no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL.

Tabela 2.2. Influência da fertilidade do solo sobre altura, diâmetro do coleto e número de folhas e pinas em plântulas de *A. tenuifolia*.

| Solos                          | Altura (cm) | Diâmetro (mm) | Número de folhas | Número de pinas |
|--------------------------------|-------------|---------------|------------------|-----------------|
| <b>127 dias</b>                |             |               |                  |                 |
| Cerrado <i>sensu stricto</i> . | 6,21 a      | 1,38 a        | 3,9 a            | 20,8 a          |
| Capetinga                      | 12,50 b     | 2,00 b        | 7,1 b            | 54,5 b          |
| Laranjeira                     | 18,50 c     | 2,46 c        | 7,1 b            | 57,3 b          |
| Escondido                      | 21,64 d     | 2,86 d        | 8,6 c            | 78,8 c          |
| Fercal                         | 23,52 d     | 2,75 d        | 7,41 b           | 69,9 c          |
| <b>234 dias</b>                |             |               |                  |                 |
| Cerrado <i>sensu stricto</i>   | 6,53 a      | 1,67 a        | 1,4 a            | 7,7 a           |
| Capetinga                      | 12,80 b     | 2,75 b        | 4,4 b            | 38,8 b          |
| Laranjeira                     | 19,48 c     | 3,13 c        | 4,1 b            | 42,9 b          |
| Escondido                      | 22,09 cd    | 3,73 d        | 4,4 b            | 61,4 c          |
| Fercal                         | 24,03 d     | 3,58 d        | 3,6 b            | 45,8 b          |
| <b>447 dias</b>                |             |               |                  |                 |
| Cerrado <i>sensu stricto</i>   | 6,50 a      | 1,74 a        | 3,1 a            | 28,8 a          |
| Capetinga                      | 13,70 ab    | 2,91 b        | 3,5 a            | 62,7 ab         |
| Laranjeira                     | 21,90 bc    | 3,41 bc       | 3,6 a            | 78,6 bc         |
| Escondido                      | 26,05 c     | 3,48 bc       | 4,5 a            | 103,9 c         |
| Fercal                         | 27,65 c     | 3,84 c        | 3,3 a            | 78,8 bc         |
| <b>679 dias</b>                |             |               |                  |                 |
| Cerrado <i>sensu stricto</i>   | 6,55 a      | 2,00 a        | 1,1 a            | 9,6 a           |
| Capetinga                      | 14,25 a     | 3,55 b        | 3,6 ab           | 75,8 b          |
| Laranjeira                     | 26,55 b     | 4,49 c        | 4,8 b            | 105,9 b         |
| Escondido                      | 28,60 bc    | 5,26 d        | 5,1 b            | 106,2 b         |
| Fercal                         | 36,70 c     | 5,31 d        | 4 b              | 90,6 b          |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%.

As plantas cresceram significativamente menos no latossolo distrófico de cerrado *sensu stricto* da FAL do que nos outros solos, mas elas conseguiram sobreviver. Neste substrato, elas cresceram apenas cerca de 5% a mais em altura de 127 a 679 dias, enquanto que as plantas no solo da FERCAL cresceram cerca de 56%. No solo de cerrado o incremento médio em diâmetro durante este período (127-679 dias) foi de 45%, enquanto no solo da FERCAL o incremento foi de 93%.

#### Número de folhas e de pinas

O número de folhas cresceu rapidamente nos primeiros 127 dias de idade durante a estação chuvosa porém, decresceu no período entre abril e agosto de 1999, sob a

influência da estação seca do primeiro ano, quando a queda e renovação de folhas é acentuada (Fig. 2.5).

Aos 127 dias, houve diferença significativa (Tabela 2.2) entre as plantas no solo de cerrado, que apresentou o menor número de folhas (3,9) e todos os demais tratamentos. A maior média foi encontrada no solo do Escondido (8,6) que também diferiu dos demais tratamentos, que foram iguais entre si.

Ao final do experimento, aos 679 dias de idade, o número médio de folhas das plantas sob o solo de cerrado *sensu stricto* da FAL permaneceu significativamente menor do que nos outros tratamentos. Durante todo o período do estudo, as médias de número de pinas das plantas sob solo de cerrado *sensu stricto* da FAL foram menores do que as das plantas nos outros tratamentos e diferiram significativamente. Aos 679 dias de idade, o número de pinas nas plantas nos solos mesotróficos foi similar, quando o solo do Escondido apresentou 106,2 pinas por planta, número cerca de 10 vezes maior do que aquele encontrado nas plantas crescendo no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL.

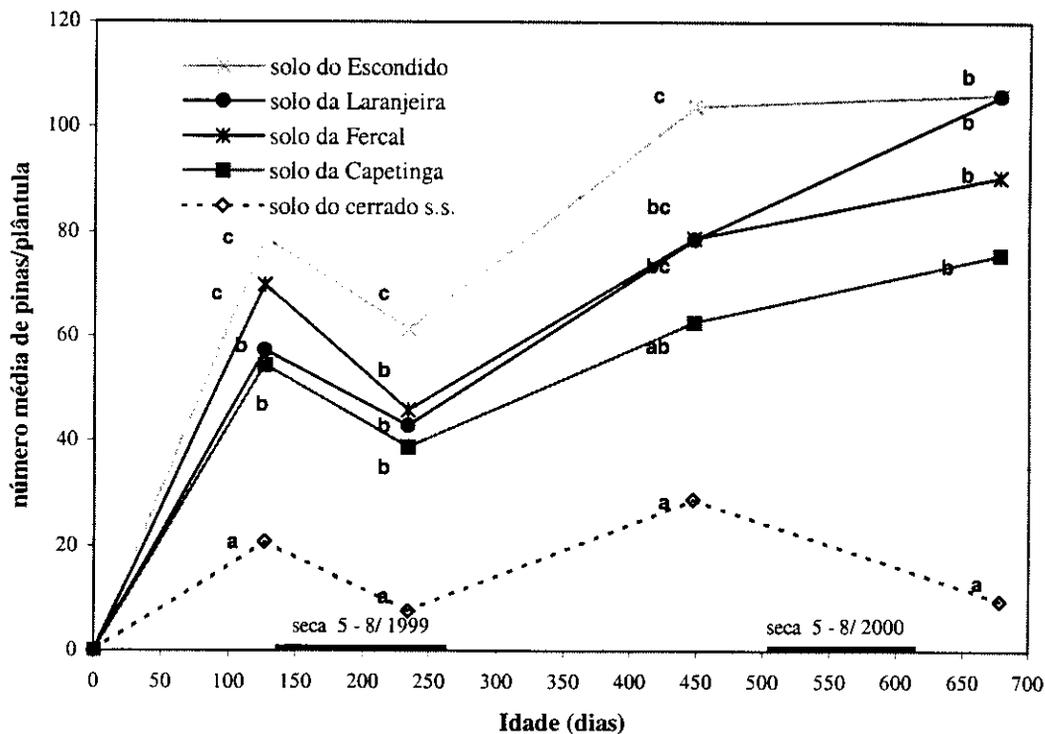


Figura 2.5. Influência da fertilidade do solo sobre o número médio de pina em plântulas de *Acacia tenuifolia*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%.

Quanto mais incrementou o número de pinas mais as plantas cresceram em altura. O número de pinas reflete melhor a capacidade fotossintética da planta do que o número de folhas.

No solo de cerrado *sensu stricto* da FAL foi constatado um decréscimo no número de pinas, de uma média de 20,8 pinas aos 127 dias, para 9,6 aos 679 dias de idade, ao final do experimento, em outubro. Porém, as plantas crescendo no solo do Escondido apresentando um comportamento inverso, houve um incremento na média de 78,8 para 106,2 pinas.

### Acumulação de Biomassa

#### Biomassa Total

A análise da acumulação de biomassa nas plantas mostrou diferenças significativas entre os tratamentos por Tuckey a 5% (Fig. 2.6, Tabela 2.3).

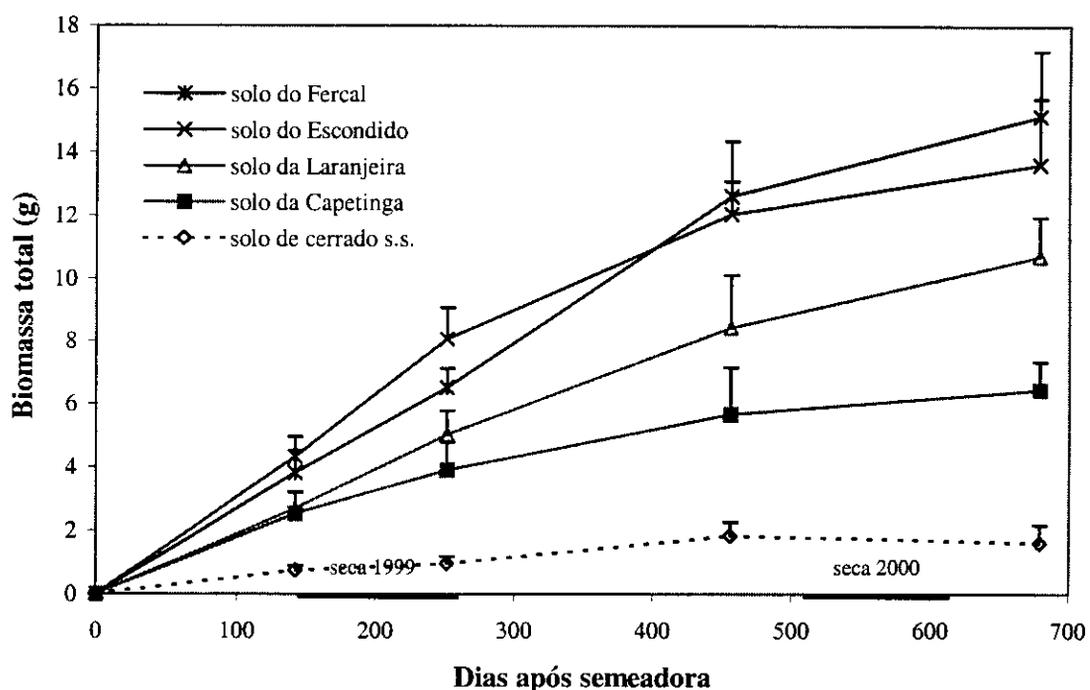


Figura 2.6. Influência da fertilidade do solo sobre a acumulação de biomassa total em plântulas de *Acacia tenuifolia*. As barras indicam o intervalo de confiança ( $P > 0,05$ ).

Aos 136 dias de idade, a biomassa total foi maior no solo do Escondido que diferiu significativamente das plantas nos solos da Serra da Laranjeira e do Capetinga. Esta tendência continuou ao longo do experimento, com a exceção de que ao final do experimento (679 dias de idade) o maior acúmulo de biomassa foi constatado nas plantas sob o solo da FERCAL com 15,15 g, que continuou não diferindo daquelas que cresceram no solo do Escondido. O menor acúmulo de biomassa foi constatado nas plantas crescendo sob o solo de cerrado *sensu stricto* da FAL, 1,62 g que diferiu significativamente dos demais tratamentos nesta e em todas as outras ocasiões de avaliação.

Tabela 2.3. Influência da fertilidade do solo sobre a acumulação de biomassa em plântulas de *A. tenuifolia* (n = 10)

| Solo                         | Biomassa Raiz (g) | Biomassa Caule (g) | Biomassa Folha (g) | Biomassa Total (g) | Parte Aérea | Raiz / Parte aerea |
|------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------|--------------------|
| <b>136 dias</b>              |                   |                    |                    |                    |             |                    |
| Cerrado <i>sensu stricto</i> | 0,57 a            | 0,04 a             | 0,14 a             | 0,75 a             | 0,18 a      | 3,30 b             |
| Capetinga                    | 1,52 b            | 0,22 ab            | 0,80 b             | 2,54 b             | 1,02 b      | 1,84 a             |
| Laranjeira                   | 1,66 bc           | 0,29 b             | 0,76 b             | 2,71 bc            | 1,04 b      | 1,71 a             |
| Escondido                    | 2,19 c            | 0,57 c             | 1,56 c             | 4,32 d             | 2,13 c      | 1,05 a             |
| Fercal                       | 2,21 c            | 0,51 c             | 1,10 b             | 3,81 cd            | 1,60 bc     | 1,44 a             |
| <b>235 dias</b>              |                   |                    |                    |                    |             |                    |
| Cerrado <i>sensu stricto</i> | 0,85 a            | 0,05 a             | 0,05 a             | 0,96 a             | 0,10 a      | 10,27 b            |
| Capetinga                    | 3,30 b            | 0,23 ab            | 0,38 b             | 3,91 b             | 0,62 ab     | 5,34 a             |
| Laranjeira                   | 4,04 bc           | 0,45 bc            | 0,53 bc            | 5,02 bc            | 0,98 bc     | 4,38 a             |
| Escondido                    | 6,08 d            | 0,87 d             | 1,12 d             | 8,07 d             | 1,99 d      | 3,31 a             |
| Fercal                       | 5,17 cd           | 0,63 cd            | 0,72 c             | 6,52 c             | 1,36 c      | 4,05 a             |
| <b>447 dias</b>              |                   |                    |                    |                    |             |                    |
| Cerrado <i>sensu stricto</i> | 1,56 a            | 0,08 a             | 0,21 a             | 1,85 a             | 0,29 a      | 5,79 b             |
| Capetinga                    | 4,66 b            | 0,29 a             | 0,73 ab            | 5,68 b             | 1,02 ab     | 5,28 ab            |
| Laranjeira                   | 6,55 bc           | 0,75 b             | 1,14 bc            | 8,43 b             | 1,88 b      | 4,24 ab            |
| Escondido                    | 8,84 cd           | 1,07 bc            | 2,13 d             | 12,04 c            | 3,20 c      | 3,04 a             |
| Fercal                       | 9,37 d            | 1,35 c             | 1,88 cd            | 12,60 c            | 3,23 c      | 3,42 ab            |
| <b>679 dias</b>              |                   |                    |                    |                    |             |                    |
| Cerrado <i>sensu stricto</i> | 1,50 a            | 0,07 a             | 0,05 a             | 1,62 a             | 0,13 a      | 13,47 c            |
| Capetinga                    | 5,59 b            | 0,41 a             | 0,46 a             | 6,46 b             | 0,87 a      | 6,78 b             |
| Laranjeira                   | 8,53 c            | 1,11 b             | 1,06 b             | 10,71 c            | 2,18 b      | 4,08 a             |
| Escondido                    | 10,43 cd          | 1,75 bc            | 1,44 b             | 13,62 cd           | 3,18 c      | 3,61 a             |
| Fercal                       | 11,63 d           | 2,09 c             | 1,42 b             | 15,15 d            | 3,52 c      | 3,44 a             |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%.

### Biomassa radicular

A tendência encontrada para a biomassa total de ser maior no solo da FERCAL que diferiu significativamente da menor biomassa no solo do cerrado *sensu stricto* se manteve para a biomassa radicular. Foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 2.3), onde as plantas crescendo nos solos pobres em Ca acumularam menos biomassa no sistema radicular durante o decorrer do experimento. Aos 679 dias, as médias foram de 1,50 g no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL e de 5,59 g no solo do Capetinga. Nessa ocasião, a média no solo da FERCAL foi de 11,63 g, similar a do Escondido sendo estes os tratamentos de maior produção de biomassa. O desenvolvimento radicular durante os 679 dias mostrou claramente uma maior acumulação de biomassa nos solos intermediário e ricos em Ca. O solo da FERCAL propiciou cerca de oito vezes mais acúmulo de biomassa do que o solo de cerrado *sensu stricto* da FAL e duas vezes mais do que o solo do Capetinga. O solo pobre em Ca da mata de galeria do Capetinga ainda propiciou um acúmulo de biomassa radicular cerca de quatro vezes superior ao do cerrado *sensu stricto* da FAL.

### Biomassa caulinar

A tendência de menor produção de biomassa nos solos pobres em Ca foi também constatada para esta variável (Tabela 2.3) onde, aos 679 dias, as plantas no solo da FERCAL, que não diferiram significativamente do solo do Escondido, acumularam 2,09 g, produção 30 vezes superior a das plantas no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL. O acúmulo de biomassa no caule foi similar nos solos pobres em Ca do cerrado *sensu stricto* da FAL e do Capetinga no decorrer do tempo.

### Biomassa foliar

A diferenciação na produção de biomassa foliar (Tabela 2.3) foi nitidamente decrescente do solo mesotrófico do Escondido para o solo de cerrado *sensu stricto* da FAL aos 679 dias sendo que os solos ricos e intermediário em Ca foram similares entre si e o mesmo ocorreu com os dois solos pobres. A diferenciação na produção de biomassa entre os solos se acentuou ao longo do tempo pois até os 447 dias as plantas crescendo no solo da mata de galeria do Capetinga, pobre em Ca, produziram média similar a das plantas

no solo rico da Serra da Laranjeira. Mas, as plantas no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL, se diferenciaram das plantas nos solos ricos e intermediário durante todo o período do estudo.

Considerando a biomassa aérea (caule + folhas), a tendência de menor produção de biomassa nos solos pobres em Ca foi também constatada para esta variável. As plantas que cresceram nos solos ricos apresentaram uma maior produção de biomassa ao longo dos 679 dias.

#### Relação raiz/parte aérea

A relação raiz/parte aérea foi maior que 1 em todos os tratamentos em todas as ocasiões de avaliação. Os tratamentos diferiram significativamente por Tuckey a 5% (Tabela 2.3), com os valores mais elevados de relação raiz/parte aérea ocorrendo nas plantas que cresceram no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL, que diferiram significativamente dos demais tratamentos (Fig. 2.7). Aos 679 dias a relação foi de 13,5 no cerrado *sensu stricto* da FAL e entre 3,5 e 4 nos solos ricos e intermediários em Ca. No Capetinga esta foi de 6,8 indicando uma clara diferença entre os solos pobres e os demais.

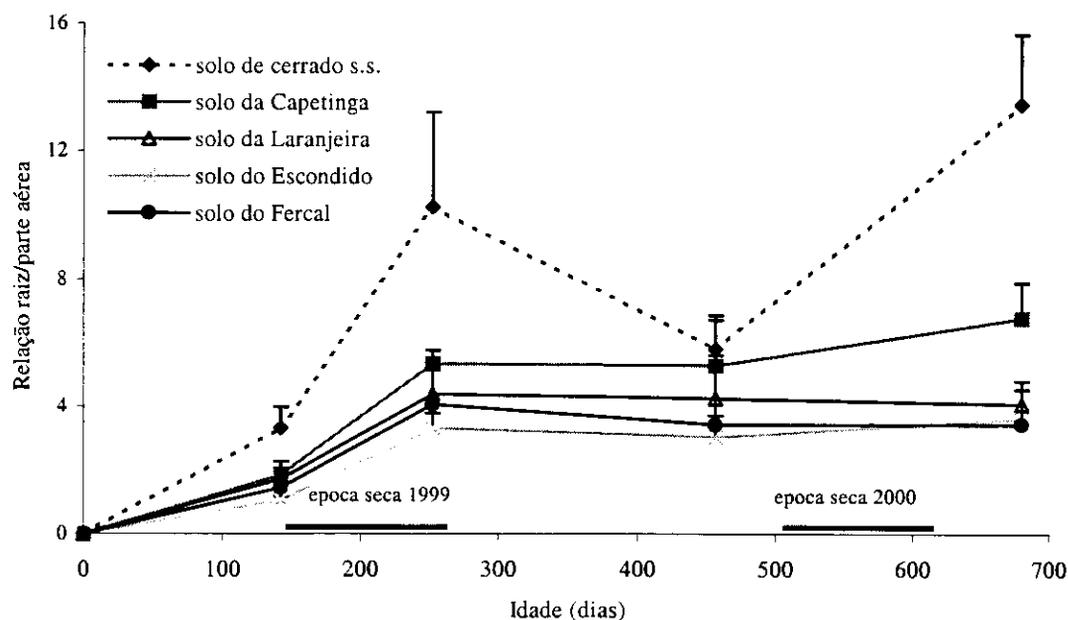


Figura 2.7. Influência da fertilidade do solo sobre a razão raiz/parte aérea em plântulas de *Acacia tenuifolia*. As barras indicam o intervalo de confiança ( $P > 0,05$ ).

## Taxa relativa de crescimento

As plântulas cresceram significativamente menos no solo de cerrado do que nos outros tratamentos (Figura 2.8). A Taxa Relativa de Crescimento (TRC) declinou desde o primeiro período (0-136 dias) até o último (447-679 dias) em todos os tratamentos, e no último período foi negativa para as plântulas crescendo no solo do cerrado. No primeiro período a TRC foi maior no solo do Escondido (0,022 d<sup>-1</sup>) e da FERCAL (0,021 d<sup>-1</sup>).

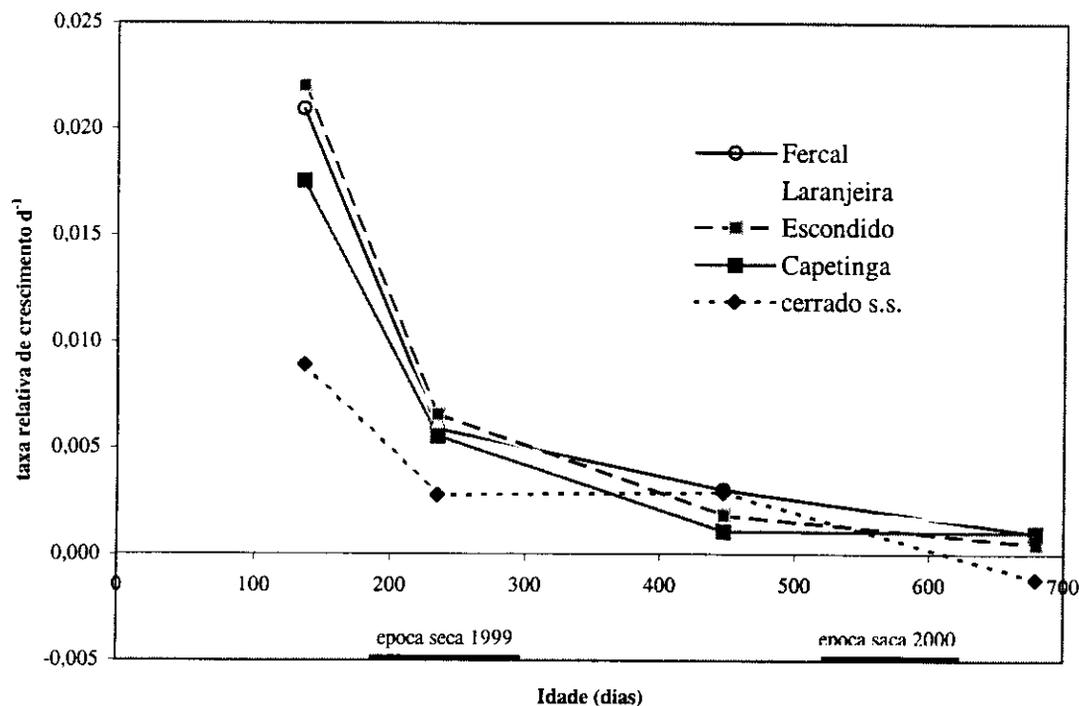


Figura 2.8. Efeito da fertilidade do solo sobre a taxa relativa de crescimento em plântulas de *Acacia tenuifolia*.

## Acumulação de nutrientes nos tecidos vegetais

### Macronutrientes

As concentrações de macronutrientes (Tabela 2.4, Figuras 2.9 e 2.10) foram maiores na parte aérea do que na raiz. Ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos por Tuckey a 5%, especialmente entre a concentração de nutrientes nas plantas que cresceram no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL e as plantas nos demais solos. Esta tendência foi similar àquela encontrada para as variáveis alométricas e para o acúmulo de biomassa nos tratamentos.

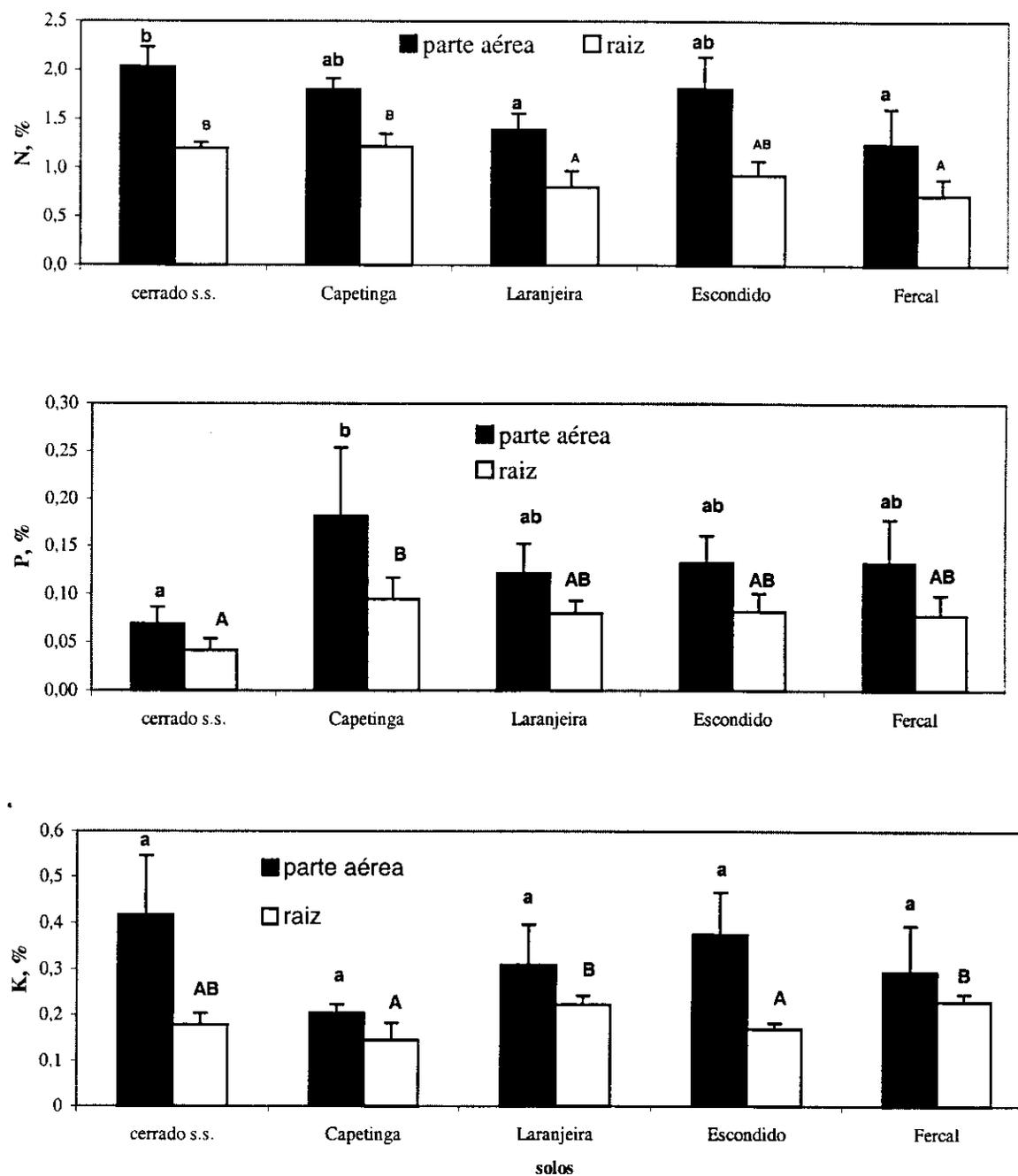


Figura 2.9. Influência da fertilidade do solo sobre as concentrações de N, P e K em mudas de *Acacia tenuifolia* aos 447 dias após a semeadura. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%, e as barras indicam o intervalo de confiança.

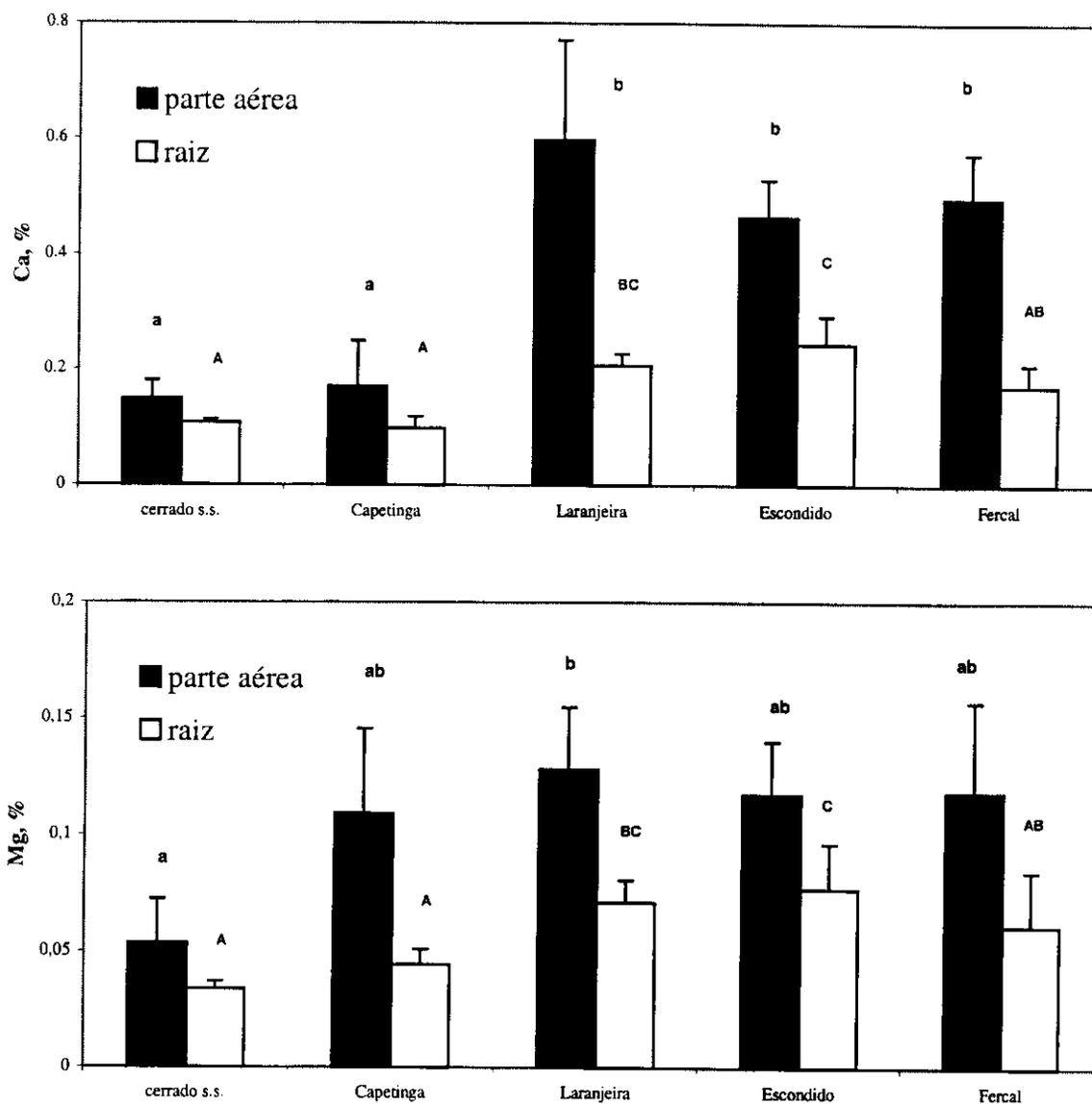


Figura 2.10. Influência da fertilidade do solo sobre as concentrações de Ca e Mg em mudas de *Acacia tenuifolia* aos 447 dias após a sementeira. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%, e as barras indicam o intervalo de confiança.

### Nitrogênio

As concentrações de N foram significativamente maior nas plantas que cresceram no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL do que nos solos de florestas estacionais (Fig. 2.9). Aos 447 dias de idade, as concentrações médias de nitrogênio (N) foram mais altas na parte aérea do que nas raízes. Nas porções aéreas (caules + folhas) N foi maior no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL do que nos solos mesotróficos da Serra da Laranjeira e

na FERCAL. Nas raízes, os solos pobres em Ca de cerrado *sensu stricto* da FAL e do Capetinga apresentaram conteúdos de nitrogênio significativamente maiores do que os solos mesotróficos da Serra da Laranjeira e da FERCAL. Aos 679 dias (Tabela 2.4), não houve a quantidade suficiente de matéria seca necessária para proceder as análises químicas nas plantas que cresceram no solo do cerrado *sensu stricto* da FAL. A concentração de N foi similar à encontrada na medição anterior (447 dias de idade) para as outros 4 solos. Na parte aérea, a concentração de N nas folhas foi cerca de três vezes maior do que no caule e duas vezes maior do que na raiz para os solos mais ricos em Ca aos 679 dias de idade.

### Potássio

As concentrações de K foram maiores nas plantas que cresceram nos solos de florestas estacionais (Serra da Laranjeira e da FERCAL) do que nos demais solos para as duas medições (Tabela 2.4, Fig. 2.9). Aos 447 dias de idade, a concentração média de potássio foi também maior na porção aérea do que na radicular mas, não houve diferença significativa entre os tratamentos na parte aérea. No entanto, as plantas que cresceram nos solos das matas de galeria do Capetinga e do Escondido apresentaram concentrações significativamente menores nos tecidos da raiz (Fig. 2.9). A mesma tendência foi encontrada aos 679 dias de idade, quando foi observado um aumento na concentração de K tanto na raiz como na parte aérea (Tabela 2.4). De modo similar ao observado para a concentração de nitrogênio na parte aérea das plantas aos 679 dias de idade, houve altas concentrações (mais do que o dobro) nas folhas do que nos caules. Foram detectadas diferenças significativas para os caules e raízes onde as plantas que cresceram no solo da mata de galeria do Escondido apresentaram as menores concentrações e diferiram significativamente das plantas que cresceram nos solos de florestas estacionais.

### Fósforo

Aos 447 dias de idade, as menores concentrações foram encontradas nas plantas que cresceram no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL, que diferiram significativamente das plantas no solo da mata de galeria do Capetinga mas apresentaram concentrações semelhantes às encontradas nos demais solos (Fig. 2.9). As concentrações médias

de fósforo foram mais elevadas na parte aérea do que na parte radicular. O padrão foi similar tanto para a parte aérea como para a parte radicular nesta ocasião.

Tabela 2.4. Influência da fertilidade do solo sobre as concentrações de macro nutrientes em mudas de *Acacia tenuifolia* aos 679 dias após a sementeira.

| Solos              | Biomassa | Concentração % |         |         |         |         |
|--------------------|----------|----------------|---------|---------|---------|---------|
|                    |          | N              | P       | K       | Ca      | Mg      |
| <b>Parte aérea</b> |          |                |         |         |         |         |
| Capetinga          | 1,04 a   | ---            | 0,29 b  | 0,56 a  | 0,48 a  | 0,26 a  |
| Laranjeira         | 2,24 ab  | 1,23 a         | 0,16 a  | 0,64 a  | 1,38 b  | 0,29 a  |
| Escondido          | 3,16 b   | 1,40 a         | 0,14 a  | 0,40 a  | 1,40 b  | 0,34 a  |
| Fercal             | 3,50 b   | 1,12 a         | 0,15 a  | 0,65 a  | 0,97 ab | 0,26 a  |
| <b>Raiz</b>        |          |                |         |         |         |         |
| Capetinga          | 6,61 a   | 1,20 b         | 0,15 b  | 0,29 a  | 0,18 a  | 0,15 a  |
| Laranjeira         | 8,19 ab  | 0,88 a         | 0,10 a  | 0,44 b  | 0,60 b  | 0,26 b  |
| Escondido          | 10,93 ab | 0,94 ab        | 0,08 a  | 0,29 a  | 0,53 b  | 0,24 ab |
| Fercal             | 12,38 b  | 0,78 a         | 0,11 ab | 0,54 b  | 0,44 b  | 0,22 ab |
| <b>Folhas</b>      |          |                |         |         |         |         |
| Capetinga          | 0,54 a   | 2,42 a         | 0,32 a  | 0,73 a  | 0,49 a  | 0,31 a  |
| Laranjeira         | 0,95 ab  | 1,89 a         | 0,21 a  | 0,84 a  | 1,69 a  | 0,39 a  |
| Escondido          | 1,34 b   | 2,19 a         | 0,21 a  | 0,63 a  | 1,58 a  | 0,42 a  |
| Fercal             | 1,35 b   | 1,89 a         | 0,20 a  | 0,92 a  | 1,18 a  | 0,33 a  |
| <b>Caule</b>       |          |                |         |         |         |         |
| Capetinga          | 0,50 a   | ---            | 0,25 b  | 0,34 ab | 0,48 a  | 0,20 a  |
| Laranjeira         | 1,29 ab  | 0,69 a         | 0,12 a  | 0,45 b  | 1,30 b  | 0,22 a  |
| Escondido          | 1,81 b   | 0,81 a         | 0,10 a  | 0,26 a  | 1,21 b  | 0,27 a  |
| Fercal             | 2,16 b   | 0,60 a         | 0,11 a  | 0,46 b  | 0,86 ab | 0,23 a  |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%. --- = material de caule insuficiente para análise. Não houve a quantidade suficiente de matéria seca necessária para proceder as análises químicas nas plantas que cresceram no solo do cerrado *sensu stricto* da FAL.

A concentração média de fósforo incrementou com a idade (679 dias) tanto na parte aérea como na radicular com maiores concentrações na porção aérea. As plantas que cresceram no solo do Capetinga apresentaram significativamente mais fósforo tanto na raiz como na parte aérea do que as plantas que cresceram nos outros solos. Exceção aqui, o solo de cerrado *sensu stricto* da FAL que não pode ser analisado pois não acumulou suficiente biomassa para atingir a quantidade mínima necessária para as análises de fósforo. A repartição de P na parte aérea, mostrou maiores concentrações nas folhas do que nos caules. O maior acúmulo de P nas plantas ocorreu no solo com a maior concentração deste elemento.

## Cálcio e Magnésio

Aos 447 dias de idade (Figura 2.10), as plantas apresentaram concentrações mais elevadas de Ca e de Mg na parte aérea do que nas raízes. Na porção aérea, as concentrações médias de Ca foram significativamente mais baixas nas plantas que cresceram no solos pobres em Ca (cerrado *sensu stricto* da FAL e do Capetinga), do que nos outros tratamentos. As concentrações de Mg foram mais baixas no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL do que sob o solo da Serra da Laranjeira. As quantidades de Mg nos outros tratamentos não diferiram desses dois solos. Nas raízes, as diferenças nas concentrações médias de Ca foram mais marcantes, com o solo de cerrado *sensu stricto* da FAL e do Capetinga apresentando valores significativamente mais baixos do que os demais solos, e o solo da FERCAL intermediário. As concentrações de Mg foram significativamente mais baixas no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL comparado com o solo do Escondido sendo que os demais tratamentos foram similares.

Aos 679 dias, as concentrações médias de Ca e de Mg incrementaram em todas as partes das plantas, com concentrações proporcionalmente maiores na parte aérea do que nas raízes (Tabela 2.4). Como na avaliação anterior, as partes aéreas das plantas no solo da mata de galeria do Capetinga apresentaram concentrações de Ca significativamente menores do que os solos da Serra da Laranjeira e do Escondido. Não houve diferença significativa entre as concentrações de Mg entre os tratamentos na parte aérea. Nas raízes, as plantas que cresceram no solo do Capetinga apresentaram concentrações menores de Ca do que as plantas nos solos ricos e intermediário. As plantas no solo do Capetinga apresentaram significativamente menores concentrações de Mg do que nos solos Serra da Laranjeira. A repartição de Ca e Mg na parte aérea, mostrou quantidades um pouco maiores nas folhas do que nos caules. Não houve diferença significativa entre os tratamentos, tanto para Ca como para Mg nas folhas. Para os caules, houve diferença significativa para Ca entre as plantas que cresceram no solo do Capetinga e aquelas que cresceram no solo da Serra da Laranjeira e do Escondido. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para Mg nos caules.

## Micronutrientes e Alumínio

Com exceção de Mn e Zn as maiores concentrações de micro nutrientes ocorreram nas raízes (Tabelas 2.5 e 2.6), estando as diferenças nas concentrações de cada elemento nas partes das plantas descritas a seguir.

### Alumínio

A concentração de alumínio foi maior nas raízes do que nos caules. Aos 447 dias (Tabela 2.5), foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos tanto para a parte aérea como para a radicular. As plantas que cresceram no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL apresentaram maiores concentrações nas raízes e nas partes aéreas quando comparadas aos outros tratamentos, mesmo tendo que o solo do Capetinga maior concentração de alumínio (Tabela 2.1).

Tabela 2.5. Influência da fertilidade do solo sobre as concentrações de micro nutrientes em mudas de *A. tenuifolia* aos 447 dias após a semeadura.

| Solos                        | Concentração mg kg <sup>-1</sup> |        |       |       |       |
|------------------------------|----------------------------------|--------|-------|-------|-------|
|                              | Al                               | Fe     | Mn    | Zn    | Cu    |
|                              | <b>Parte aérea</b>               |        |       |       |       |
| Cerrado <i>sensu stricto</i> | 1287 b                           | 355 b  | 60 b  | 171 a | 16 a  |
| Capetinga                    | 685 a                            | 199 ab | 62 b  | 24 a  | 12 a  |
| Laranjeira                   | 701 a                            | 164 a  | 14 a  | 19 a  | 9 a   |
| Escondido                    | 460 a                            | 145 a  | 14 a  | 24 a  | 13 a  |
| Fercal                       | 821 ab                           | 228 ab | 43 ab | 29 a  | 11 a  |
|                              | <b>Raiz</b>                      |        |       |       |       |
| Cerrado <i>sensu stricto</i> | 4733 b                           | 1785 c | 29 a  | 24 a  | 17 ab |
| Capetinga                    | 1639 a                           | 378 ab | 21 a  | 23 a  | 11 a  |
| Laranjeira                   | 1642 a                           | 463 ab | 20 a  | 25 a  | 20 b  |
| Escondido                    | 1432 a                           | 316 a  | 12 a  | 17 a  | 17 ab |
| Fercal                       | 1840 a                           | 617 b  | 68 b  | 33 a  | 20 b  |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%.

Aos 679 dias de idade (Tabela 2.6), ainda havia mais alumínio na raiz do que nos tecidos da parte aérea embora, dentre as partes, as diferenças não tenham sido significativas para os tecidos radiculares e foliares.

As diferenças só foram significativas para os caules, que apresentaram a maior concentração na Serra da Laranjeira, que diferiu significativamente dos demais

tratamentos. Excetuou-se aqui, o solo de cerrado *sensu stricto* da FAL que não foi avaliado, pois as plantas neste tratamento não acumularam suficiente biomassa que permitisse a análise química. Na parte aérea, só esse valor atingiu a 1000 ppm, valor considerado limite para espécies acumuladoras (Haridasan 1982).

Tabela 2.6. Influência da fertilidade do solo sobre as concentrações de micro nutrientes em mudas de *A. tenuifolia* aos 679 dias após a semeadura.

| Solos      | Concentração mg kg <sup>-1</sup> |        |       |       |       |
|------------|----------------------------------|--------|-------|-------|-------|
|            | Al                               | Fe     | Mn    | Zn    | Cu    |
|            | <b>Parte aérea</b>               |        |       |       |       |
| Capetinga  | 674 ab                           | 164 ab | 51 b  | 36 b  | 22 ab |
| Laranjeira | 865 b                            | 193 b  | 25 ab | 24 a  | 25 b  |
| Escondido  | 525 a                            | 128 a  | 13 a  | 27 a  | 15 a  |
| Fercal     | 613 ab                           | 121 a  | 47 ab | 26 a  | 21 ab |
|            | <b>Raiz</b>                      |        |       |       |       |
| Capetinga  | 2346 a                           | 602 a  | 25 a  | 30 a  | 17 ab |
| Laranjeira | 2410 a                           | 678 a  | 40 a  | 35 a  | 22 b  |
| Escondido  | 3074 a                           | 971 a  | 23 a  | 25 a  | 11 a  |
| Fercal     | 2903 a                           | 1047 a | 75 b  | 31 a  | 20 b  |
|            | <b>Folhas</b>                    |        |       |       |       |
| Capetinga  | 675 a                            | 180 a  | 72 a  | 33 b  | 17 a  |
| Laranjeira | 561 a                            | 158 a  | 20 a  | 22 ab | 20 a  |
| Escondido  | 484 a                            | 130 a  | 18 a  | 20 a  | 12 a  |
| Fercal     | 684 a                            | 170 a  | 96 a  | 21 ab | 16 a  |
|            | <b>Caules</b>                    |        |       |       |       |
| Capetinga  | 688 a                            | 152 ab | 29 a  | 40 a  | 27 b  |
| Laranjeira | 1118 b                           | 232 b  | 32 a  | 25 a  | 29 b  |
| Escondido  | 550 a                            | 124 a  | 8 a   | 34 a  | 17 a  |
| Fercal     | 587 a                            | 97 a   | 22 a  | 28 a  | 25 ab |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%. Nota não houve a quantidade suficiente de matéria seca necessária para proceder as análises químicas nas plantas que cresceram no solo do cerrado *sensu stricto* da FAL.

## Ferro

As concentrações de Fe foram maiores nas raízes do que nas partes aéreas aos 447 dias de idade (Tabela 2.5). As plantas crescendo nos solos de cerrado *sensu stricto* da FAL apresentando concentrações significativamente maior nas partes aéreas em comparação com as plantas nos solos da Serra da Laranjeira e do Escondido. Nas raízes, as concentrações foram superiores nos solos de cerrado *sensu stricto* da FAL (média=1785, s=1919) a todos os outros tratamentos provavelmente devido a contaminação. O solo da FERCAL apresentou a segunda maior média e diferiu significativamente do solo do Escondido com a menor média.

Aos 679 dias (Tabela 2.6), as concentrações continuaram mais elevadas nas raízes do que nas partes aéreas, mas a única diferença significativa entre tratamentos foi encontrada na parte aérea, com as plantas que cresceram no solo da Serra da Laranjeira apresentando concentrações mais elevadas do que aquelas que cresceram nos solos do Escondido e da FERCAL, apesar de que o solo da FERCAL teve a maior concentração no solo. Na parte aérea, as diferenças só foram significativas para o caule.

#### Manganês

Aos 447 dias, houve diferença significativa entre tratamentos para a concentração de Mn. Nas partes aéreas as plantas que cresceram sob o solo de cerrado *sensu stricto* da FAL e nos solos do Capetinga, apresentaram concentrações significativamente maiores do que na Serra da Laranjeira e no Escondido (Tabela 2.5). Nas raízes, as concentrações foram maiores nas plantas que cresceram no solo da FERCAL do que nos outros tratamentos. Aos 679 dias, tendências similares ficaram aparentes, com as plantas que cresceram nos solos do Capetinga acumularam uma maior quantidade do que os outros tratamentos na parte aérea, e com as maiores concentrações nas raízes das plantas que cresceram no solo da FERCAL.

#### Zinco

Não foram detectadas diferenças significativas entre tratamentos para Zn, aos 447 dias de idade. Aos 679 dias, as plantas que cresceram no solo do Capetinga apresentaram concentrações significativamente maiores na parte aérea do que os outros tratamentos, e dentro da parte aérea diferença significativa só foi detectada nas folhas. Nessa ocasião, os tecidos das plantas no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL não foram avaliados, pois não houve suficiente acúmulo de biomassa que permitisse as análises químicas.

#### Cobre

Somente foram detectadas diferenças significativas por Tuckey a 5% para a porção radicular aos 447 dias. O conteúdo de Cu foi significativamente menor nas plantas que cresceram no solo do Capetinga do que no solo da Serra da Laranjeira e no da FERCAL.

Nas partes aéreas, as plantas que cresceram no solo da Serra da Laranjeira apresentaram conteúdos significativamente maiores do que aquelas no solo do Escondido, e dentro da parte aérea, estas diferenças só foram significativas para os caules. Nas raízes, as concentrações nas plantas no solo da Serra da Laranjeira e da FERCAL foram significativamente maiores do que no solo do Escondido.

## Discussão

As plantas no Latossolo ácido e pobre em nutrientes de cerrado *sensu stricto* da FAL acumularam apenas 1,6 g/planta ao final do experimento aos 679 dias de idade, média significativamente inferior aquela encontrada no solo ácido da mata de galeria do Capetinga, que acumulou 6,5 g/planta e dez vezes menor do que aquela encontrada no tratamento de maior produtividade, o solo da FERCAL, que acumulou 15,2 g/planta. As plantas nos outros solos acumularam significativamente mais biomassa do que no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL, e são nesses ambientes mais férteis que a colonização e o estabelecimento desta espécie tem mais sucesso. Esta espécie cresceu bem nos solos ricos e no solo intermediário indicando que estes níveis de fertilidade são adequados ao seu desenvolvimento.

Comparando a acumulação de biomassa desta espécie com o crescimento inicial de cinco espécies de *Acacia* (*A. senegal*, *A. nilotica*, *A. mangium*, *A. auriculiformis*, *A. catechu*) espécies utilizadas para reflorestamento na Índia, pode ser constatado que *A. tenuifolia* após 135 dias de crescimento, acumulou mais do que o dobro da biomassa total (4,32 g/planta) do que *A. senegal* plantada em um substrato rico em nutrientes aos 140 dias. Esta foi a espécie que apresentou melhor desenvolvimento com 1,95 g/planta enquanto que *A. catechu* apresentou o pior desempenho dentre as cinco espécies com apenas 0,53 g/planta (Jayasankar *et al.* 1992). A relação raiz/parte aérea foi similar para *Acacia senegal* e *A. tenuifolia* em substratos ricos.

Nos solos ácidos, deficiência em Ca é um dos maiores fatores limitantes para o desenvolvimento radicular (Vale *et al.* 1996, Smyth & Cravo 1992), assim como toxidez de alumínio. Baixos níveis de Mg nesses solos pobres em nutrientes (0,06-0,09) podem também reduzir o crescimento (Tan & Keltjens 1995). Enquanto isto pode, em parte, explicar diferenças em crescimento das espécies nos solos pobres e ricos em Ca, não

explica as diferenças em crescimento entre os dois solos pobres em Ca. O maior crescimento das plantas no solo do Capetinga, que inclusive apresentou níveis mais elevados de alumínio do que o Latossolo de cerrado *sensu stricto* da FAL, pode ser devido aos níveis mais elevados de fósforo no solo de mata de galeria.

Um dos fatores que podem contribuir para a relação raiz/parte aérea mais elevada das plantas crescendo no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL é a necessidade de incrementar o crescimento radicular para aumentar a capacidade de assimilação de nutrientes neste solo pobre. O acúmulo de biomassa maior na raiz do que na parte aérea, típica das plantas de cerrado *sensu stricto*, vem sendo considerada como um resultado de deficiência nutricional ou hídrica (Paulilo & Felipe 1998). Comparando com ao crescimento inicial de quatro espécies florestais (*Senna multijuga*, *Cedrela fissilis*, *Caesalpinia ferrea* e *Piptadenia gonoacantha*) em um latossolo vermelho-amarelo (ácido), *A. tenuifolia* acumulou mais biomassa em 134 dias (0,75 g/planta) do que as quatro espécies (0,13-0,5g/planta) em 170 dias (Reno *et al.* 1997). A relação raiz/parte aérea de *Acacia tenuifolia* foi mais de três vezes do que as outras quatro espécies.

A relação biomassa raiz/parte aérea desta espécie é mais elevada do que aquela apresentada por várias espécies de mata de galeria (Arasaki & Felipe 1990, Mazzei *et al.* 1999, Felfili *et al.* 1999, Mazzei *et al.* 1998) indicando que esta pode ser uma característica genética das plantas crescendo nesses ambientes de florestas estacionais sobre solos férteis no bioma cerrado. Nas matas estacionais, a oferta hídrica é um fator limitante na estação seca pela baixa capacidade destes solos em reter água em função da sua pequena profundidade, rochiosidade assim como pelas diferenças na profundidade do lençol freático entre as referidas formações. A relação raiz/ parte aérea é também, elevada em plantas do cerrado, e o crescimento da parte aérea é muito lento (Rizzini 1965, Franco 2000).

A tendência do crescimento inicial das plântulas (até os 447 dias) foi investir primeiro no crescimento radicular, a seguir na produção de folhas e finalmente no caule. Somente a partir dos 447 dias, a quantidade de biomassa acumulada nas folhas aproximou-se da quantidade acumulada nos caules. Este padrão de crescimento parece consistente com o esperado para plantas que podem sobreviver em um ambiente com intenso estresse hídrico na estação seca onde a planta investe no crescimento radicular, até que se

estabeleça no local. A seguir, produz um aparato fotossintético suficiente para a produção de reservas, que se acumulam nas raízes tuberosas, de modo que quando as plantas perdem as folhas na estação seca estas possuem reservas nutricionais e já atingem uma profundidade do solo onde podem captar melhor a umidade.

As maiores concentrações de nitrogênio nas plantas crescendo nos solos pobres em Ca e pobres em nutrientes do Cerrado e da mata de galeria do Capetinga são um reflexo do seu pequeno crescimento, uma vez que nas plantas em solos mesotróficos estes nutrientes são utilizados no processo de crescimento, que é mais acelerado.

O conteúdo de nitrogênio encontrado, parece ser absorvido de solos minerais, já que nenhuma evidência de nodulação foi encontrada em qualquer das plantas.

Apesar de ser muito ácido, o solo da mata de galeria do Capetinga apresentou as maiores concentrações de P no solo e nas plantas que nele cresceram, mostrando uma relação direta entre a disponibilidade do nutriente e a absorção pela planta.

As concentrações de K foram mais elevadas, especialmente nas porções radiculares e no caule, das plantas que cresceram nos solos de floresta estacional da Serra da Laranjeira e da FERCAL, que por sua vez, apresentaram as maiores concentrações deste nutriente nos solos.

As concentrações de Ca e de Mg nas porções aéreas e radiculares das plantas foram diretamente relacionadas com os conteúdos de nutrientes no solo corroborando Chapin *et al.* (1986) que verificaram variações na concentração foliar de alguns elementos em espécies de comunidades vegetais de uma região para outra em função da variação na fertilidade do solo. Quanto à repartição de Ca entre caule e folhas, esta tendência foi verificada para os caules, não havendo diferenciação para as folhas assim como foi verificado para N, o que pode ser também devido à época do ano, final da estação seca onde as plantas estão com sua folhagem reduzida. Este é um elemento construtor que provavelmente concentra-se mais nas estruturas de caule e raiz.

As tendências foram para concentrações mais baixas de P, Ca e Mg nas plantas que cresceram nos solos mais ácidos e pobres em nutrientes do cerrado, e maiores

concentrações nos solos mais ricos. As concentrações de N, por outro lado, foram mais elevadas nos solos pobres em nutrientes e foram menores quanto mais rico o solo. As concentrações foram geralmente maiores na porção aérea do que na radicular e dentro da porção aérea foram mais altas nos tecidos foliares, o que foi também verificado para *Acacia senegal* (que pertence ao mesmo subgênero) nas savanas Africanas (Deans *et al.* 1999). As concentrações de todos os macro-nutrientes incrementaram nas plantas mais velhas (447-679 dias) exceto para nitrogênio que decresceu.

Goedert (1986) considera elevados os teores de Al acima de 0,7 meq./100g como foi encontrado nos solos pobres em Ca (cerrado *sensu stricto* & Capetinga), e também no solo da FERCAL. Lopes & Cox (1977) também estabeleceram níveis padrões de solos da região do cerrado para Al como 0-0,3 meq/100 ml (Baixo), 0,4-1,0 meq/100 ml (Médio) e >1,0 meq/100 ml (Alto) para produção das culturas agrícolas. Só o solo do Capetinga (5,02) pode ser considerado de nível alto, solo do cerrado *sensu stricto* e FERCAL de nível médio, e Serra da Laranjeira e do Escondido de nível baixo. Como as maiores acumulações de biomassa foram observadas nos solos mais ricos em Ca, com baixos níveis do Al, a hipótese de Goodland & Pollard (1973), segundo a qual ocorre correlação negativa entre os teores de alumínio e a biomassa, foi parcialmente confirmada neste caso.

Espécies de Leguminosae (como *Copaifera langsdorfii* e *Hymenaea stigonocarpa*) são conhecidas por acumularem Mn nas folhas de árvores adultas em comparação com espécies de outras famílias em solos distróficos e solos mesotróficos no Brasil Central (Araujo & Haridasan 1988). Nesta espécie, a concentração de Mn aumentou nas folhas e caules nos solos distróficos, acumulando 71,75 mg/kg em nas folhas da Capetinga, quando só foi verificado 4,8 mg/kg nos solos. Mesmo assim, a concentração não atingiu o valor de 300 mg/kg considerando como limite para acumuladoras de Mn (Gauch 1972). Conforme estudos em Botswana realizados por Ernst & Tolsma (1979) *Acacia tenuispina* é restrita a solos ricos em Ca e outros elementos essenciais e com baixos níveis de Fe, Mn e Zn. Os autores sugeriram que essa espécie é restrita a esse ambiente porque níveis mais elevados de micronutrientes restringem o seu crescimento. As análises dos tecidos das plantas que ocorreram no cerrados contiveram significativamente maior conteúdo de Al, Fe e Mn do que os solos mais ricos em Ca

(Escondido e Laranjeira) sugerindo talvez que micronutrientes poderiam influenciar negativamente no crescimento de *Acacia tenuifolia*.

### **Conclusões**

*Acacia tenuifolia* é uma espécie exigente em nutrientes, tendo limitada a sua expansão nas formações do bioma Cerrado aos solos ricos em Ca pois o seu pequeno crescimento no Latossolo de cerrado sugere que esta não teria competitividade para colonizar ambientes savânicos. É uma espécie eficiente no aproveitamento de recursos escassos, incrementando o seu crescimento radicular nos solos pobres em Ca.

### 3. Influência da fertilidade do solo sobre o desenvolvimento inicial de plântulas de *Acacia martiusiana*.

#### Abstract

*Acacia martiusiana* is a liana which appears to be restricted to gallery and seasonally dry forests in central Brasil, on soils usually below pH (H<sub>2</sub>O) 6. To test whether soil fertility is one of the major factors restricting this species from expanding into savanna formations, seedlings of this species were raised in a nursey in five different native soils collected from the major forest formations in the cerrado biome. These soils had a range of fertilities from two acid Ca poor soils (cerrado *sensu stricto* and Capetinga gallery forest) until the two Ca rich soils (Escondido gallery forest and Serra da Laranjeira seasonally dry forest) and one soil intermediate between the two groups (FERCAL seasonally dry forest). All soils except the cerrado *sensu stricto* had native *Acacia* species growing in them, and *A. martiusiana* was found in the gallery forest soils of Escondido and Capetinga and the seasonally dry forest soil at FERCAL. The growth response of the seedlings to the different soils was significant early on, with the two Ca poor soils growing much slower than the others after 131 days. This growth response continued throughout the experiment of 693 days, with the greatest biomass occurring in the plants growing in the Ca rich Escondido soil with a mean of 9.8 g/plant compared with only 1.2 g/plant for those growing in the cerrado *sensu stricto* soil. Those plants growing in the Ca rich soils accumulated significantly more biomass than the Ca poor soils. At 143 days, the root/shoot ratios were less than one for all soils except the cerrado *sensu stricto*, and 0.4 for the most productive Escondido soil, indicating greater shoot growth early on, similar to other gallery forest legumes. Higher concentrations of macro nutrients (P, K, Ca, Mg) accumulated in the plants was often correlated with the higher concentrations of these elements in the soil, and these concentrations were usually higher in the stems and leaves compared with the roots. The concentrations of these macro nutrients also increased in the plants with age (447 to 679 days). Significantly higher concentrations of N and K in the plants found in the acid soils were a reflection of their poor growth. Aluminium concentrations were greater in the roots than in the shoots, and increased with age. The levels in the leaves of plants growing in the FERCAL soil was 1762 mgkg<sup>-1</sup> indicating a possible aluminium accumulator. Al and the micronutrient concentrations were significantly higher in the plants growing in the cerrado *sensu stricto* soil at 447 days old compared with the Ca rich soils. Mn concentrations significantly increased in the shoots of plants growing in the Ca poor soils compared with the Ca rich

soils due to availability of Mn at low pH, but levels were less than found in Mn accumulator species. This liana appears to respond to soil fertility and appears not to grow well in the Ca poor soils such as found in the cerrado *sensu stricto* savannas.

**Key words:** *Acacia martiusiana*, soil fertility, biomass, growth, savanna, seasonal forest, gallery forest.

## Resumo

*Acacia martiusiana* é uma espécie trepadeira que parece ser restrita no Planalto Central do Brasil, a mata de galerias e florestas estacionais decíduas, sobre solos com pH (H<sub>2</sub>O) geralmente abaixo de 6. Para testar se a fertilidade do solo é um dos maiores fatores restringindo a sua expansão nas formações savânicas, plântulas desta espécie foram cultivadas em viveiro em cinco diferentes solos nativos das maiores formações lenhosas do Bioma Cerrado. Estes solos apresentaram uma escala de fertilidade indo de dois solos ácidos e pobres em Ca (cerrado *sensu stricto* e mata de Galeria do Capetinga) até dois solos ricos em Ca (mata de galeria do Escondido e floresta estacional Serra da Laranjeira) e um solo intermediário entre os dois grupos (floresta estacional da FERCAL). Todos os solos, com exceção do cerrado *sensu stricto* contiveram espécies de *Acacia*, embora, *A. martiusiana* tenha sido encontrada somente nas matas de galeria do Escondido e Capetinga e floresta estacional da FERCAL. Foram detectadas diferenças significativas no crescimento, com as plântulas crescendo bem menos nos dois solos pobres em Ca após 131 dias, especialmente no solo de cerrado. Esta resposta continuou ao longo dos 693 dias do experimento, quando o acúmulo médio de biomassa nas plantas crescendo no solo mais produtivo, o do Escondido, foi de 9,8 g/planta e do cerrado *sensu stricto* apenas 1,2 g/planta. Aos 143 dias de idade, a relação raiz/parte aérea foi menor que 1 para todos os solos com exceção do cerrado *sensu stricto*, e 0,4 para o solo do Escondido, que foi o mais produtivo, indicando um elevado crescimento da parte aérea nas fases iniciais de crescimento, comportamento similar a outras Leguminosas de mata de galeria. Elevadas concentrações de macronutrientes (P, K, Ca, Mg) nos tecidos vegetais foram freqüentemente correlacionadas com altas concentrações dos mesmos nos solos e estas concentrações foram geralmente mais altas nos caules e folhas do que nas raízes. As concentrações desses macronutrientes também cresceram nas plantas com a idade (447 to 679 days). Concentrações significativamente maiores de N e K nas plantas foram encontradas nos solos ácidos como reflexo de seu pequeno crescimento. Concentrações de Alumínio foram maiores nas raízes

do que na parte aérea, e cresceram com a idade. O nível nas folhas das plantas crescendo nos solos da FERCAL foi de 1762 ppm sugerindo uma possível acumuladora de Al. As concentrações de Al e de micronutrientes foram significativamente maiores nas plantas crescendo no solo de cerrado *sensu stricto* aos 447 dias comparadas com os solos ricos em Ca. As concentrações de Mn foram significativamente maiores nas partes aéreas de plantas crescendo nos solos pobres em Ca devido a disponibilidade de Mn sob baixo pH, mas os níveis foram inferiores àqueles encontrados em plantas acumuladoras de Mn. Esta liana parece responder à fertilidade do solo e não crescer bem em solos pobres em Ca como os solos das formações savânicas do Bioma cerrado.

**Palavras chaves:** *Acacia martiusiana*, solo, biomassa, crescimento, cerrado, mata de galeria, floresta estacional.

### Introdução

*Acacia martiusiana* (Steud.) Burk. (syn. *A. adhaerens* Benth.) é uma espécie de trepadeira com ampla distribuição geográfica encontrada na mata atlântica sendo preferencial de ambientes secundários mas podendo ser encontrada no interior de matas primárias (Burkart 1979). É também encontrada nas matas de galerias e florestas estacionais no Brasil Central (Mendonça *et al.* 1998). Trepadeiras são importantes componentes de florestas funcionando como elementos de ligação na sua estrutura entrelaçando-se com as árvores e com elas competindo por luz e nutrientes (Gentry 1991). Funcionam também, como facilitadoras para as espécies umbrófilas no processo de sucessão uma vez que recobrem o solo das clareiras proporcionando sombreamento e contribuindo para a ciclagem de nutrientes.

A capacidade de ocupar nichos amplos parece ser uma das principais características das espécies que colonizaram as matas de galeria do Brasil Central (Oliveira-Filho & Ratter 1995). A grande maioria das espécies da mata de galeria do Gama (Distrito Federal), que apresenta solos distróficos e bem drenados, é generalista, ou seja, distribui-se amplamente ao longo dos gradientes ambientais (Felfili 1998). Porém, existem nas matas de galeria, agrupamentos de espécies com ocorrência restrita, compostos por espécies preferenciais de áreas úmidas e de clareiras (Felfili 1995, Silva Júnior 1995, Walter 1995, Sampaio *et al.* 2000). Associadas às mudanças nos níveis de luminosidade e qualidade da luz, a ciclagem de nutrientes é diferenciada nas clareiras de modo que a flora pioneira deve ser especializada, com capacidade de crescer sob intensidades luminosas e temperatura do solo

mais elevadas assim como ser eficiente na absorção de nutrientes ou pouco exigente, uma vez que a quantidade de matéria orgânica torna-se menor nesses ambientes mais iluminados da floresta.

As espécies arbustivas e herbáceas são menos abundantes nas matas de galeria do que nas fisionomias de cerrado assim como a diversidade é menor (Filgueiras *et al.* 1998). Matas degradadas geralmente são invadidas por gramíneas, samambaias, especialmente do gênero *Pteridium* e bambus que recobrem o solo, dificultando o estabelecimento de espécies florestais na fase inicial da sucessão (Felfili 2000). Porém, estas plantas incluindo-se aqui as trepadeiras, irão criar um microclima e um substrato necessário para a recomposição da mata.

Pouco se sabe sobre o relacionamento vegetação-ambiente nas florestas estacionais do Brasil Central (Scariot & Sevilha 2000) mas a estacionalidade climática e as características edáficas nas suas áreas de ocorrência sugerem que as plantas estão expostas a intenso estresse ao longo do ano. O recrutamento e estabelecimento de plantas lenhosas parecem ocorrer com mais intensidade sob o espesso sub-bosque de herbáceas anuais na estação chuvosa ficando então, as plântulas sob um intenso estresse hídrico e luminoso na seca. As trepadeiras lenhosas como *A. martiusiana* parecem exercer um importante papel amenizando o microclima do subbosque para as plantas jovens.

Trepadeiras e lianas raramente contribuem com mais de 5% da biomassa total de florestas tropicais úmidas e subúmidas porém, grande parte da sua biomassa é alocada nas folhas (Hegarty & Caballé 1991) o que as coloca como importantes contribuintes para a ciclagem de nutrientes.

Sabe-se que as diferenças na disponibilidade de nutrientes nos diferentes solos nativos podem ser determinantes da distribuição de espécies no mosaico de vegetação do Bioma Cerrado (Haridasan 2000). A ausência de *Acacia martiusiana* nas formações savânicas do bioma Cerrado pode ser devida a restrições nutricionais além de outros fatores.

Hipótese:

*Acacia martiusiana* é uma espécie exigente em nutrientes, restrita aos ambientes de mata de galeria e de matas estacionais.

## Objetivo:

O objetivo deste trabalho foi estudar o desenvolvimento de plântulas de *Acacia martiusiana* no viveiro, crescendo em solos de diferentes fertilidades para testar se a baixa fertilidade limita seu desenvolvimento em formações savânicas.

## Materiais e Métodos

As sementes de *Acacia martiusiana* e o solo nativo foram coletados na mata de galeria do córrego Escondido (antigo Monjolo) na Reserva Ecológica do IBGE na APA Gama e Cabeça de Veado no Distrito Federal (15°55'52"S 47°53'04"W) após várias expedições para a seleção dos locais de coleta de sementes e dos solos.

Como tratamentos, foram selecionados dois solos pobres em Ca na Fazenda Água Limpa: um de cerrado *sensu stricto* (15°58'02"S 47°55'28"W), e outro de Mata de Galeria do Córrego Capetinga (15°58'01"S 47°56'42"W); e dois ricos em Ca, um de floresta estacionais na Serra da Laranjeira em Alto Paraíso de Goiás (14°03'59"S 47°20'32"W), e um de mata de galeria do Córrego Escondido na Reserva Ecológica do IBGE (15°55'52"S 47°53'04"W); e um intermediário em Ca, na floresta estacionais do FERCAL-DF (15°31'00"S 47°58'23"W).

Conforme o Levantamento de Solos do Distrito Federal (EMBRAPA 1978) o solo de cerrado *sensu stricto* da FAL é Latossolo Vermelho Amarelo sobre relevo plano. O solo da mata do Capetinga foi classificado como Hidromórfico Indiscriminado fase Floresta. Foi observado em campo que é um solo bem drenado e de coloração escura e as coletas foram realizadas a 20m do córrego no aclave 10 m acima da calha do córrego que é bastante encaixada no relevo acidentado. A mata de galeria do Escondido foi enquadrada na mesma classificação, o solo foi coletado na borda da mata no aclave que contém uma comunidade de espécies denominada como seca (Silva Júnior 1995). O solo da FERCAL foi classificado como Cambissolo Raso Textura Média Cascalhenta com relevo fortemente ondulado. Na Serra da Laranjeira o solo foi classificado como Podzólico Vermelho Amarelo (João Roberto Correia, comunicação pessoal), com relevo fortemente ondulado e montanhoso.

Solos da superfície (0-20 cm) foram coletados para a montagem do experimento. O local selecionado para a coleta de solos foi representativo da área, sem distúrbios e onde não corre muita água na época das chuvas. Em cada localidade, necessitou-se no mínimo de 250

- 300 kg de solo. O experimento foi instalado no viveiro florestal da Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília no Distrito Federal, descrito no capítulo 2, incluindo Figura 2.1 que mostra a precipitação e a temperatura mínima durante o experimento.

O solo foi transportado para a Fazenda Água Limpa, onde ficou armazenado na sombra de um galpão. Além de conter muitas raízes, característica comum aos solos sob mata nativa, este continha algumas pedras pequenas. Cada solo foi peneirado (4 mm) e as pedras e as raízes foram separados. Na ocasião do enchimento dos sacos plásticos as pedras (com menos de 1-2 cm de diâmetro), separadas anteriormente, foram novamente misturadas com o solo para reduzir a compactação. As dimensões dos sacos de plástico foram de 15 x 25 cm com perfurações laterais e estes, quando cheios, contiveram aproximadamente 1,2 kg de solo úmido.

As sementes escarificadas pelo corte do tegumento na área oposta a micropila, foram semeadas em sacos plásticos, a uma profundidade de 1 a 2 vezes o tamanho da semente. Em cada saco plástico foram semeadas três sementes, e os sacos foram colocados em uma casa de vegetação com 30% de sombreamento.

As sementes foram semeadas na primeira semana de dezembro de 1998 e a primeira avaliação de crescimento em diâmetro, altura, número de folhas e pinas foi efetuada em 21/4/1999 (131 dias) seguida por outras em 3/8/1999 (235 dias), em 14/3/2000 (459 dias) e em 4/10/2000 (693 dias). As avaliações de biomassa foram realizadas em 3/5/1999 (143 dias), 9/8/1999 (241 dias), 14/3/2000 (459 dias) e 4/10/2000 (693 dias).

O delineamento experimental, as análises de nutrientes nos solos e nos tecidos das plantas e as análises estatísticas foram executados conforme a descrição no capítulo 2 para *Acacia tenuifolia*.

## Resultados

### Solos

Dentre as propriedades químicas analisadas para as áreas verifica-se que os cátions essenciais (Ca, Mg e K) crescem do solo pobre do cerrado *sensu stricto* da FAL para os

solos das matas estacionais e de mata de galeria do Escondido, ficando a mata de estacional da FERCAL, em situação intermediária (Tabela 2.1 e Figura 2.3).

Os solos do Capetinga e do cerrado *sensu stricto* da FAL foram ácidos, teores de pH em água inferiores a 5 enquanto os solos do Escondido e das matas da Serra da Laranjeira e da FERCAL apresentaram valores a partir deste limite.

O teor de alumínio foi mais elevado na mata de galeria do Capetinga mas foi baixo na mata estacional da Serra da Laranjeira e na mata de galeria do Escondido. Também a concentração de fósforo foi muito mais elevada na mata do Capetinga do que nos outros solos. O percentual de carbono orgânico neste solo foi alto 4,3 %. Na mata de galeria do Capetinga as concentrações de todos os macro nutrientes foram superiores àquelas encontradas no cerrado *sensu stricto*.

As concentrações de micro nutrientes Fe e Mn foram similares nos solos do cerrado *sensu stricto* e do Capetinga, com baixas concentrações de Mn e alto valores do Fe. As concentrações do Zn foram altas nos dois solos e a concentração de Cu mediana para o cerrado e alta para Cu (níveis para solos do bioma cerrado segundo Lopes & Cox 1977). Na floresta decídua da FERCAL os valores de Fe ( $157 \text{ mgkg}^{-1}$ ) e Mn ( $279 \text{ mgkg}^{-1}$ ) foram elevados. As concentrações do Zn e Cu foram maiores nos solos mas ácidos (Cerrado *sensu stricto* e Capetinga). Os solos mas ricos em Ca, da Serra de Laranjeira e Escondido, tiveram baixos valores de Fe e elevados valores de Mn, situação oposta das solos pobres em Ca. As concentrações de Zn foram as mais altas de todas ( $5,9\text{-}7,0 \text{ mgkg}^{-1}$ ) e Cu apresentou as concentrações mais baixas.

#### Crescimento em altura e em diâmetro

A germinação foi rápida, com o hipocótilo emergindo da semente de 24 a 48 horas após a semeadura mas a taxa de germinação foi baixa, em torno de 30%.

O crescimento foi rápido nos primeiros 131 dias (dezembro a abril) com diferenças significativas entre os tratamentos. O melhor desenvolvimento em diâmetro e em altura deu-se em solos ricos em Ca (Fig. 3.1, Tabela 3.1). As plantas que cresceram no solo da mata de galeria do Escondido atingiram a média de 14,26 cm em altura e 2,3 mm em diâmetro,

crescimento que não diferiu daquele atingido pelas plantas no solo da Serra da Laranjeira (Tabela 3.1).

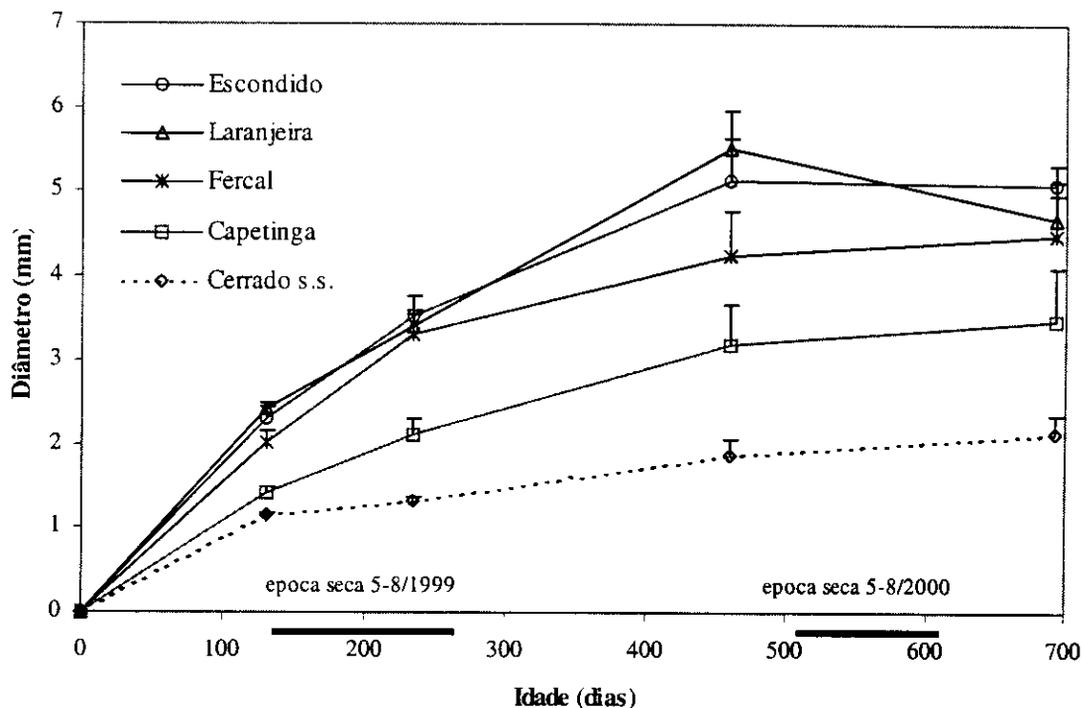


Figura 3.1. Influência de fertilidade do solo sobre o crescimento (diâmetro) em plântulas de *Acacia martiusiana*. As barras indicam o intervalo de confiança ( $P > 0,05$ ).

As plantas que cresceram no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL apresentaram médias de altura (3,04 cm) e de diâmetro (1,14 mm) significativamente menores do que nestes dois tratamentos.

Enquanto esta tendência de diferenciação significativa entre os tratamentos continuou por todo o período do experimento (693 dias), a taxa de crescimento diminuiu nos meses seguintes. No final do experimento, as plantas no solo da mata de galeria do Escondido cresceram significativamente mais em altura do que nos solos pobres em Ca de cerrado *sensu stricto* da FAL e da mata de galeria do Capetinga. Não houve diferença significativa tanto em altura como em diâmetro entre os solos ricos e intermediário, com as plantas que cresceram no solo da mata de galeria do Escondido apresentando as maiores médias de altura (23,35 cm) e de diâmetro (5,08 mm).

Tabela 3.1. Influência da fertilidade do solo sobre altura, diâmetro do coleto e número de folhas e pinas em plântulas de *Acacia martiusiana*.

| Solo                         | Alt.ura<br>(cm) | Diâmetro<br>(mm) | Número de<br>folhas | Número de<br>Pinas |
|------------------------------|-----------------|------------------|---------------------|--------------------|
| <b>131 dias</b>              |                 |                  |                     |                    |
| Cerrado <i>sensu stricto</i> | 3,04 a          | 1,14 a           | 4,5 a               | 16,2 a             |
| Capetinga                    | 4,50 a          | 1,41 b           | 6,0 b               | 23,7 b             |
| Laranjeira                   | 13,75 c         | 2,41 d           | 9,6 c               | 51,6 d             |
| Escondido                    | 14,26 c         | 2,30 d           | 9,2 c               | 48,7 cd            |
| Fercal                       | 11,44 b         | 2,02 c           | 8,9 c               | 44,4 c             |
| <b>235 dias</b>              |                 |                  |                     |                    |
| Cerrado <i>sensu stricto</i> | 5,58 a          | 1,32 a           | 4,4 a               | 16,1 a             |
| Capetinga                    | 9,92 b          | 2,10 b           | 7,7 b               | 37,6 b             |
| Laranjeira                   | 18,75 c         | 3,40 c           | 13,5 c              | 82,4 c             |
| Escondido                    | 19,29 c         | 3,53 c           | 13,5 c              | 83,4 c             |
| Fercal                       | 16,55 c         | 3,32 c           | 13,6 c              | 82,7 c             |
| <b>459 dias</b>              |                 |                  |                     |                    |
| Cerrado <i>sensu stricto</i> | 6,66 a          | 1,88 a           | 6,6 a               | 27,9 a             |
| Capetinga                    | 12,69 b         | 3,18 b           | 6,5 a               | 44,2 a             |
| Laranjeira                   | 18,80 c         | 5,52 d           | 12,4 b              | 85,1 b             |
| Escondido                    | 24,78 d         | 5,12 cd          | 11,5 b              | 88,5 b             |
| Fercal                       | 19,33 cd        | 4,25 c           | 10,3 b              | 69,1 b             |
| <b>693 dias</b>              |                 |                  |                     |                    |
| Cerrado <i>sensu stricto</i> | 6,80 a          | 2,12 a           | 6,5 a               | 34,4 a             |
| Capetinga                    | 12,45 ab        | 3,48 b           | 9,0 ab              | 49,4 a             |
| Laranjeira                   | 19,10 c         | 4,67 c           | 20,4 d              | 124,7 b            |
| Escondido                    | 23,35 c         | 5,08 c           | 17,4 cd             | 111,7 b            |
| Fercal                       | 17,55 bc        | 4,49 c           | 14,2 bc             | 95,4 b             |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%.

As alturas nos solos de cerrado *sensu stricto* da FAL e do Capetinga foram as menores e não diferiram entre si, mas houve diferenças entre os diâmetros, com as plantas no solo do cerrado *sensu stricto* significativamente menor (2,1 mm).

O crescimento foi pequeno dos 459 aos 693 dias, na época seca. Lianas podem produzir mais de um caule tanto a partir de raiz como de caule, ocasionalmente esta poderia estar investindo no crescimento de caules secundários ao invés do caule principal, que estava sendo avaliado. Estas discrepâncias foram sanadas na avaliação de biomassa, onde todos os caules foram computados.

Aos 459 dias, os diâmetros foram similares nos solos mais ricos da Serra da Laranjeira e da mata de galeria do Escondido e superiores às demais. Para esta variável, houve diferenciação entre as plantas no solo da FERCAL, do Capetinga e do Cerrado *sensu stricto* da FAL com decréscimos significativos nessas médias do solo de mata estacional para o de cerrado *sensu stricto* da FAL. As plantas atingiram 24,78 cm em altura e 5,12 mm em

diâmetro no solo do Escondido e apenas 6,66 cm em altura e 1,88 mm em diâmetro no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL. O incremento entre as médias dos 131 para os 459 dias foi de 10,52 cm para as plantas crescendo no solo do Escondido e de apenas, 3,62 cm no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL. As plantas cresceram significativamente menos no Latossolo de cerrado *sensu stricto* da FAL do que nos outros solos, mas elas ainda conseguiram sobreviver.

#### Número de folhas e de pinas

O número de folhas cresceu rapidamente nos primeiros quatro meses de idade durante a estação chuvosa, mas em contraste com *A. tenuifolia*, não decresceu no período entre abril e agosto de 1999, sob a influência da estação seca. Esta espécie parece apresentar uma fenologia perenifólia relacionada ao ambiente de mata de galeria, onde ocorre com mais frequência. As matas de galeria apresentam uma maior oferta hídrica ao longo do ano e os eventos fenológicos são menos correlacionados com a estacionalidade climática do que no cerrado *sensu stricto* (Gouveia & Felfili 1998).

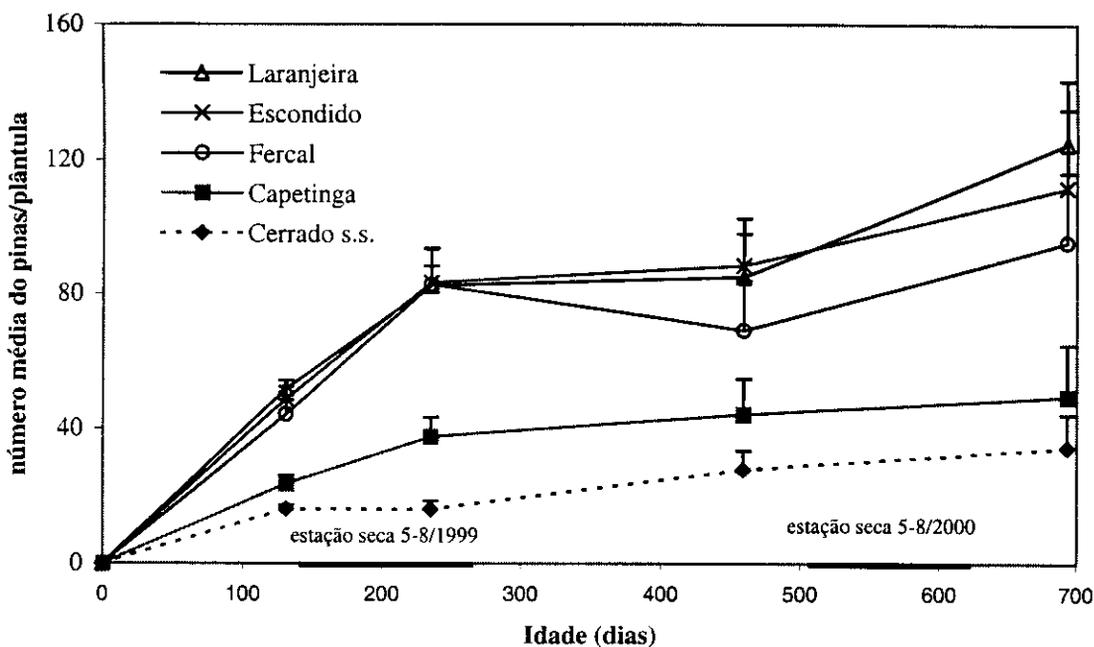


Figura 3.2. Influência de fertilidade do solo sobre o número de pinas/plântula em plântulas de *Acacia martiusiana*. As barras indicam o intervalo de confiança ( $P > 0,05$ ).

Aos 131 dias de idade, houve diferença significativa (Tabela 3.2) entre as plantas no solo pobre de Ca de cerrado *sensu stricto* da FAL, que apresentou o menor número de folhas

(4,5) e todos os demais tratamentos. A maior média foi encontrada no solo da Serra de Laranjeira (9,6). As médias não diferiram entre os solos ricos e intermediários de Ca (Laranjeira, Escondido e FERCAL), mas foram significativamente maiores do que nos solos pobres da mata do Capetinga. As médias neste solo, foram, por sua vez, significativamente maiores do que no cerrado *sensu stricto* da FAL. O número de pinas mostrou a mesma tendência, e nesta ocasião, as médias nos solos ricos em Ca (Laranjeira e Escondido) também diferiram daquelas encontradas no solo da FERCAL, intermediário em Ca. A mesma tendência para as diferenças entre os tratamentos continuou até o final do experimento, com o número de pinas e folhas crescendo com o tempo e diferenças significativas sendo encontradas entre os solos ricos e os solos pobres em Ca.

### Acumulação de Biomassa

#### Biomassa total

A análise da acumulação de biomassa nas plantas mostrou diferenças significativas entre os tratamentos por Tuckey a 5% (Tabela 3.2, Fig. 3.3). Aos 143 dias de idade, a biomassa total foi maior nos solos ricos do Escondido e da Serra de Laranjeira que diferiu significativamente das plantas no solo intermediário da FERCAL que diferiu significativamente dos solos pobres em Ca (cerrado *sensu stricto* da FAL e Capetinga). Esta tendência continuou ao longo do experimento, e ao final do experimento aos 693 dias de idade o maior acúmulo de biomassa foi constatado nas plantas sob o solo rico do Escondido com 9,76 g, que continuou não diferindo daquelas que cresceram no solo rico da Serra de Laranjeira. O menor acúmulo de biomassa foi constatado nas plantas crescendo sob o solo de cerrado *sensu stricto* da FAL, 1,16 g que diferiu significativamente dos demais solos, ricos e intermediário em Ca (Laranjeira, Escondido e FERCAL).

#### Biomassa radicular

A tendência encontrada para a biomassa total (maior para as plantas que cresceram no solo do Escondido que diferiram significativamente daquelas que cresceram no solo do cerrado *sensu stricto*) se manteve para a biomassa radicular. As plantas crescendo nos solos pobres em Ca acumularam menos biomassa no sistema radicular do que aquelas que cresceram nos solos mais ricos em Ca e diferiram entre si durante este estudo (Tabela 3.2).

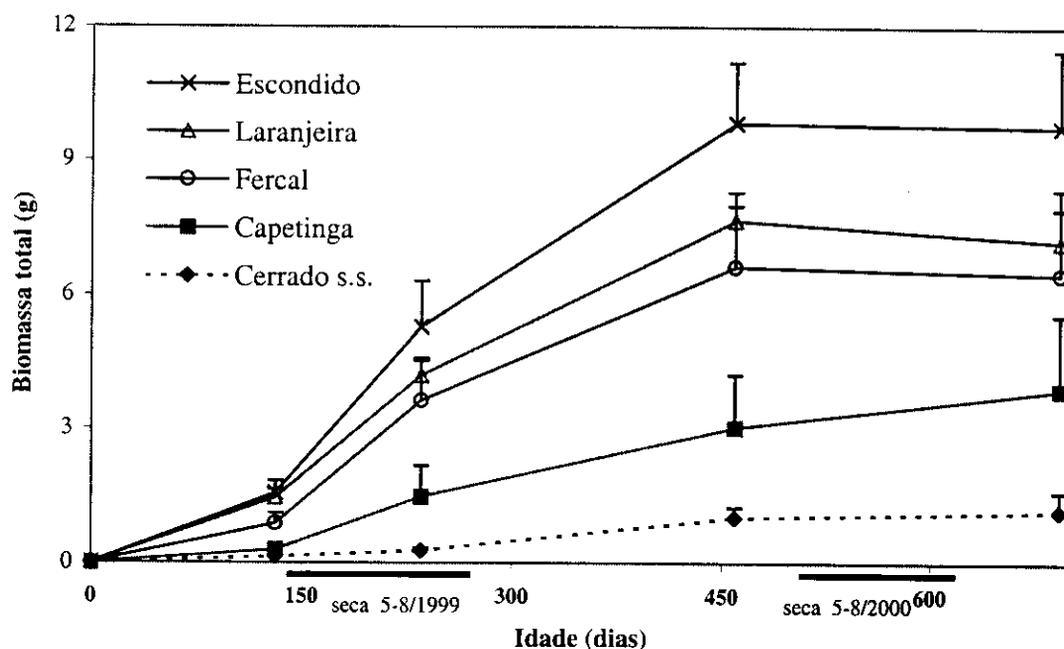


Figura 3.3. Influência de fertilidade do solo sobre a acumulação de biomassa total em plântulas de *Acacia mariosiana*. As barras indicam o intervalo de confiança ( $P > 0,05$ ).

Aos 693 dias, as médias acumuladas nos solos pobres em Ca foram de 0,84 g no solo de cerrado *sensu stricto* e de 2,69 g no solo do Capetinga. Em contraste, a média das plantas que cresceram no solo rico em Ca da mata de galeria do Escondido, foi de 5,87 g e esta não diferiu significativamente do solo rico da Serra da Laranjeira e do solo intermediário da FERCAL. O desenvolvimento radicular durante os 693 dias mostrou claramente um gradiente de acúmulo de biomassa dos solos férteis (ricos em Ca) para os solos pobres, da mata de galeria do Escondido para o Latossolo do cerrado *sensu stricto* da FAL. Este solo propiciou cerca de sete vezes mais acúmulo de biomassa do que o solo de cerrado *sensu stricto* e duas vezes mais do que o solo do Capetinga. O solo pobre da mata de galeria do Capetinga ainda propiciou um acúmulo de biomassa radicular mais de três vezes superior ao do cerrado *sensu stricto* da FAL.

#### Biomassa caulinar

A tendência de incremento da biomassa dos solos pobres para os solos ricos foi também constatada para esta variável (Tabela 3.2). Onde, aos 693 dias, as plantas no solo do Escondido, que não diferiram por Tuckey a 5% das que cresceram no solo da Serra de Laranjeira, acumularam 1,96 g, esta produção foi 18 vezes superior à biomassa acumulada nas plantas no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL. O acúmulo de biomassa no caule, foi

similar nos solos pobres em Ca (do cerrado *sensu stricto* e do Capetinga) no decorrer do tempo. O incremento em biomassa foi de sete vezes dos quatro aos 21 meses no solo da mata de galeria do Escondido e de um pouco mais de cinco vezes no solo de cerrado *sensu stricto*

Tabela 3.2. Influência da fertilidade do solo sobre a acumulação de biomassa em plântulas de *Acacia martsiana*.

| Solos                        | Biomassa Raiz | Biomassa Caule | Biomassa Folha | Biomassa Total | Parte aérea | Raiz/parte aérea |
|------------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-------------|------------------|
| <b>143 dias</b>              |               |                |                |                |             |                  |
| Cerrado <i>sensu stricto</i> | 0,07 a        | 0,02 a         | 0,04 a         | 0,14 a         | 0,06 a      | 1,25 c           |
| Capetinga                    | 0,11 a        | 0,04 a         | 0,14 a         | 0,29 a         | 0,18 a      | 0,71 b           |
| Laranjeira                   | 0,51 c        | 0,22 c         | 0,71 c         | 1,45 c         | 0,94 c      | 0,55 ab          |
| Escondido                    | 0,44 c        | 0,28 c         | 0,83 c         | 1,55 c         | 1,11 c      | 0,39 a           |
| Fercal                       | 0,27 b        | 0,14 b         | 0,46 b         | 0,87 b         | 0,59 b      | 0,44 a           |
| <b>241 dias</b>              |               |                |                |                |             |                  |
| Cerrado <i>sensu stricto</i> | 0,18 a        | 0,03 a         | 0,05 a         | 0,27 a         | 0,09 a      | 2,31 b           |
| Capetinga                    | 0,80 a        | 0,21 a         | 0,47 a         | 1,47 a         | 0,68 a      | 1,07 a           |
| Laranjeira                   | 2,09 bc       | 0,72 bc        | 1,38 b         | 4,19 bc        | 2,10 b      | 1,00 a           |
| Escondido                    | 2,74 c        | 0,81 c         | 1,62 b         | 5,28 c         | 2,54 b      | 1,09 a           |
| Fercal                       | 1,75 b        | 0,60 b         | 1,28 b         | 3,63 b         | 1,88 b      | 0,93 a           |
| <b>459 dias</b>              |               |                |                |                |             |                  |
| Cerrado <i>sensu stricto</i> | 0,65 a        | 0,11 a         | 0,24 a         | 1,01 a         | 0,35 a      | 1,81 a           |
| Capetinga                    | 1,84 a        | 0,50 a         | 0,68 ab        | 3,03 a         | 1,19 a      | 1,61 a           |
| Laranjeira                   | 4,48 b        | 1,35 bc        | 1,81 c         | 7,65 bc        | 3,17 bc     | 1,45 a           |
| Escondido                    | 5,81 b        | 1,80 c         | 2,22 c         | 9,83 c         | 4,02 c      | 1,53 a           |
| Fercal                       | 4,38 b        | 1,09 b         | 1,15 b         | 6,62 b         | 2,24 b      | 1,98 a           |
| <b>693 dias</b>              |               |                |                |                |             |                  |
| Cerrado <i>sensu stricto</i> | 0,84 a        | 0,11 a         | 0,20 a         | 1,16 a         | 0,32 a      | 2,74 b           |
| Capetinga                    | 2,69 ab       | 0,61 ab        | 0,59 ab        | 3,89 ab        | 1,20 a      | 2,15 ab          |
| Laranjeira                   | 4,43 bc       | 1,48 cd        | 1,28 c         | 7,19 cd        | 2,76 bc     | 1,59 a           |
| Escondido                    | 5,87 c        | 1,96 d         | 1,94 d         | 9,76 d         | 3,89 c      | 1,59 a           |
| Fercal                       | 4,02 bc       | 1,24 bc        | 1,19 bc        | 6,46 bc        | 2,44 b      | 1,81 a           |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%.

### Biomassa foliar

A produção de biomassa foliar (Tabela 3.2) foi nitidamente decrescente do solo rico em Ca da mata de galeria do Escondido para o solo pobre de cerrado *sensu stricto* aos 143 dias, sendo que a produção nos dois solos mais ricos em Ca (Laranjeira e Escondido) foi significativamente maior do que no solo intermediário em Ca (FERCAL) e similares entre si. Os solos pobres em Ca do cerrado *sensu stricto* da FAL e da mata do Capetinga apresentaram resultados similares entre si. Ao final do experimento, as plantas que

criaram no solo rico da mata do Escondido apresentaram maiores médias do que nos solos da Serra da Laranjeira e da FERCAL. Aos 693 dias, as plantas crescendo no solo pobre em Ca da mata de galeria do Capetinga produziram média similar a das plantas no solo intermediária da FERCAL. Mas, as plantas no solo de cerrado *sensu stricto*, se diferenciaram das plantas nos solos mais ricos em Ca, apresentando menor produção de biomassa, durante todo o período do estudo.

Na biomassa aérea, as plantas nos solos ricos em Ca do Escondido (3,89 g) e da Serra de Laranjeira apresentaram a maior produção de biomassa aérea aos 693 dias de idade seguidas das plantas na FERCAL (2,44 g), um solo intermediário em Ca. Estas médias nos solos ricos e intermediário diferiram significativamente daquelas obtidas nos solos pobres do Capetinga e do cerrado *sensu stricto* (0,32 g). Os solos ricos apresentaram uma maior produção de biomassa ao longo dos 693 dias.

#### Relação raiz/parte aérea

Aos primeiros 143 dias a relação raiz/parte aérea foi menor do que 1 (com exceção do cerrado *sensu stricto*), mostrando que o investimento inicial de biomassa em parte aérea foi maior do que em raiz (Fig. 3.4). Aos 241 dias, a relação raiz/parte aérea variou de 0,93 no solo intermediário da FERCAL a 2,31 no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL e, essa relação aumentou mais até o final do experimento.

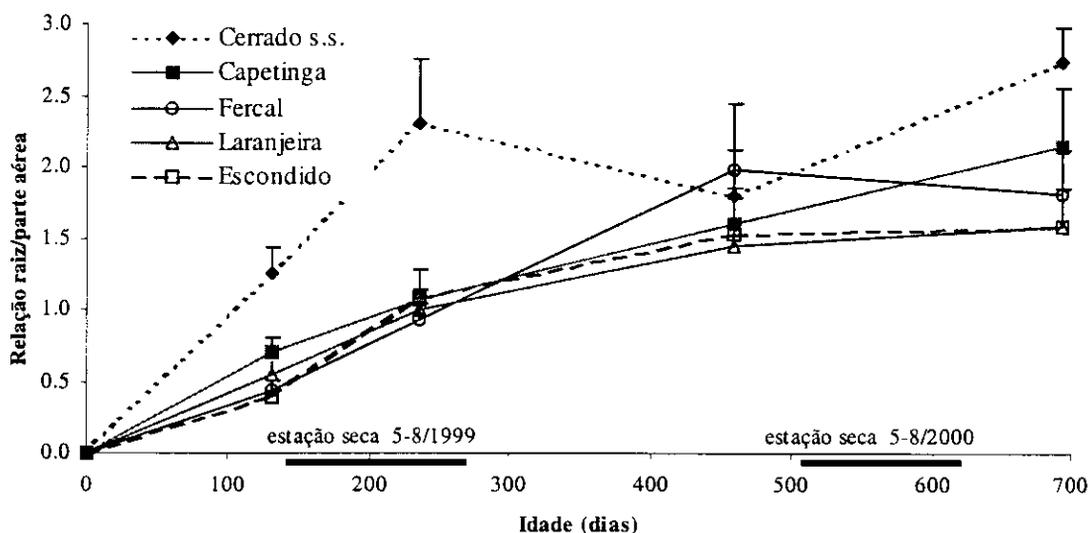


Figura 3.4. Influência de fertilidade do solo sobre a relação raiz/parte aérea em plântulas de *A. martusiana*. As barras indicam o intervalo de confiança ( $P > 0,05$ ).

Os tratamentos diferiram significativamente por Tuckey a 5% (Tabela 3.2), com os valores mais elevados de relação raiz/parte aérea ocorrendo nas plantas que cresceram no solo de cerrado *sensu stricto*, que diferiram significativamente dos demais tratamentos com exceção dos 15 meses de idade quando todos os tratamentos foram iguais. Aos 21 meses a relação foi de 2,74 no cerrado *sensu stricto* e entre 1,59 e 1,81 nos solos ricos e intermediários. No Capetinga esta foi de 2,15 indicando um gradiente decrescente dos solos pobres para os ricos em Ca.

#### Taxa relativa de crescimento

As plântulas cresceram significativamente menos no solo do cerrado e do Capetinga do que nos outros tratamentos no primeiro período (Figura 3.5). A taxa relativa de crescimento (TRC) declinou do primeiro período (0-136 dias) até o último (447-679 dias) em todos os tratamentos, com exceção das plantas que cresceram no solo do Capetinga onde houve aumento no segundo período. No primeiro período, a TRC foi maior nas plantas crescendo no solo do Escondido e da Laranjeira ( $0,025 \text{ d}^{-1}$ ) e menor no solo do cerrado *sensu stricto*, da FAL ( $0,008 \text{ d}^{-1}$ ) e do Capetinga ( $0,013 \text{ d}^{-1}$ ).

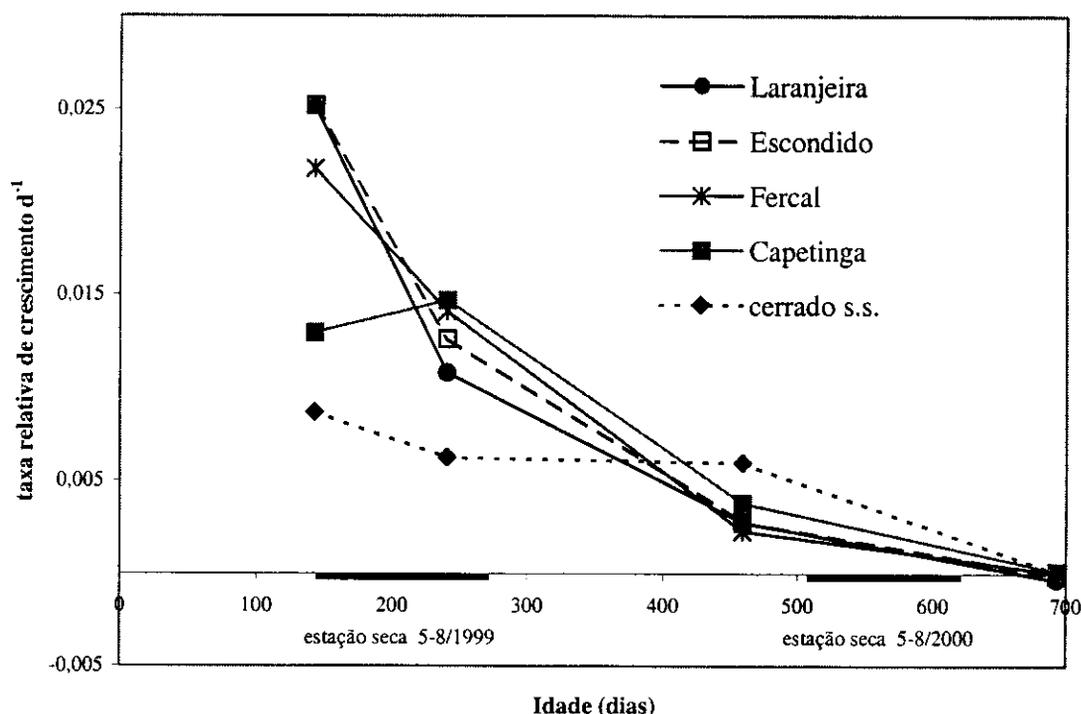


Figura 3.5. Efeito de fertilidade do solo sobre o taxa relativa de crescimento em plântulas de *Acacia martiusiana*.

## Nitrogênio

Aos 459 dias de idade, as concentrações médias de nitrogênio (N) foram mais altas na parte aérea do que nas raízes (Tabela 3.3, Fig. 3.6). Nas porções aéreas (caules + folhas) N foi maior no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL do que todos aos demais solos, apesar deste solo ter apresentado a mais baixa concentração de N. Nas raízes, as plantas que cresceram no solo pobre em Ca de cerrado *sensu stricto* da FAL também apresentaram concentração de nitrogênio significativamente maiores do que os solos das matas de galeria do Capetinga e do Escondido.

Aos 693 dias (Tabela 3.4), os conteúdos de nutrientes não foram calculados para as plantas que cresceram no solo de cerrado *sensu stricto*, pois não houve a quantidade mínima de 500 mg de matéria seca necessária para proceder as análises de nitrogênio. Não houve diferenças significativas entre os demais tratamentos para folha, caule e raiz. A concentração de N nas folhas foi duas a três vezes maior do que no caule aos 693 dias de idade, e maior do que nas raízes.

Tabela 3.4. Influência da fertilidade do solo sobre as concentrações de macro nutrientes em mudas de *Acacia martiusiana* aos 693 dias após a semeadura.

| Solos        | Biomassa | Concentração % |         |         |         |        |
|--------------|----------|----------------|---------|---------|---------|--------|
|              |          | N              | P       | K       | Ca      | Mg     |
| <b>Caule</b> |          |                |         |         |         |        |
| Capetinga    | 0,98 a   | 0,85 a         | 0,28 b  | 0,32 a  | 0,52 a  | 0,28 a |
| Laranjeira   | 1,51 a   | 0,84 a         | 0,18 ab | 0,49 a  | 1,62 c  | 0,30 a |
| Escondido    | 2,09 a   | 0,79 a         | 0,15 a  | 0,29 a  | 1,13 b  | 0,34 a |
| Fercal       | 1,43 a   | 0,81 a         | 0,25 ab | 0,48 a  | 0,87 ab | 0,39 a |
| <b>Folha</b> |          |                |         |         |         |        |
| Capetinga    | 0,94 a   | 1,91 a         | 0,26 b  | 0,59 a  | 0,93 a  | 0,40 a |
| Laranjeira   | 1,44 a   | 1,71 a         | 0,10 a  | 0,65 a  | 2,21 b  | 0,35 a |
| Escondido    | 1,55 a   | 2,16 a         | 0,14 a  | 0,62 a  | 1,91 b  | 0,40 a |
| Fercal       | 1,28 a   | 1,69 a         | 0,19 a  | 0,54 a  | 1,68 b  | 0,43 a |
| <b>Raiz</b>  |          |                |         |         |         |        |
| Capetinga    | 4,13 a   | 1,23 a         | 0,16 a  | 0,35 a  | 0,32 a  | 0,16 a |
| Laranjeira   | 4,93 a   | 1,21 a         | 0,11 a  | 0,58 b  | 0,83 c  | 0,25 a |
| Escondido    | 5,41 a   | 1,38 a         | 0,09 a  | 0,35 a  | 0,78 bc | 0,28 a |
| Fercal       | 5,12 a   | 1,15 a         | 0,14 a  | 0,55 ab | 0,51 ab | 0,30 a |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%. Material insuficiente para análises químicas nas plantas que cresceram no solo do cerrado *sensu stricto* da FAL.

## Potássio

Aos 459 dias de idade, as concentrações médias de Potássio foram similares na porção aérea exceto no solo de cerrado *sensu stricto* que foi significativamente maior do que os outros tratamentos (Fig 3.6, Tabela 3.3). Não houve diferença significativa entre os tratamentos nas raízes. Aos 234 dias depois, as plantas que cresceram nos solos das matas de galeria do Capetinga e do Escondido apresentaram concentrações significativamente menores por Tuckey a 5% nos tecidos da raiz (Tabela 3.4). Esses dois solos contiveram menores concentrações de K no solo do que os solos de florestas estacionais da Serra da Laranjeira e da FERCAL.

## Fósforo

Aos 459 dias de idade, as concentrações médias de fósforo foram similares na parte aérea e na parte radicular. Foram detectadas diferenças significativas entre tratamentos tanto para a parte aérea como para a parte radicular, com as menores concentrações encontradas nas plantas que cresceram no solo pobre em Ca do cerrado *sensu stricto* da FAL (Figura 3.6). As maiores concentrações foram encontradas na parte aérea das plantas que cresceram no solo da mata de galeria do Capetinga que diferiu significativamente dos demais solos. Nas raízes, os solos da mata do Capetinga e da FERCAL apresentaram as maiores médias e diferiram significativamente dos demais. A concentração média de fósforo incrementou com a idade (693 dias) tanto na parte aérea como na radicular com maiores concentrações na porção aérea.

Aos 459 dias, dentre a parte aérea, as plantas que cresceram nos solos do Capetinga e da FERCAL apresentaram significativamente maior concentração de fósforo no caule do que as plantas que crescerem nos outros solos. A concentração nas folhas das plantas que cresceram no solo do Capetinga foram, também, superiores aos demais. Aos 693 dias de idade, só houve diferença significativa entre os tratamentos para P nas folhas e caules, com maiores concentrações nas plantas que cresceram no solo da mata de galeria do Capetinga do que nos outros tratamentos.

## Acumulação de nutrientes nos tecidos vegetais

## Macronutrientes

As concentrações de macronutrientes (Tabela 3.3 e 3.4) foram maiores na parte aérea do que na raiz ao inverso da biomassa que foi maior na porção radicular. Ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos, especialmente entre a concentração de nutrientes nas plantas que cresceram no solo de cerrado *sensu stricto* e as plantas nos demais solos. Esta tendência foi similar àquela encontrada para as variáveis alométricas e para o acúmulo de biomassa nos tratamentos.

Tabela 3.3. Influência da fertilidade do solo sobre as concentrações de macro nutrientes em mudas de *Acacia martiusiana* aos 459 dias após a semeadura.

| Solos                          | Biomassa<br>(g) | Concentração % |         |        |         |         |
|--------------------------------|-----------------|----------------|---------|--------|---------|---------|
|                                |                 | N              | P       | K      | Ca      | Mg      |
| <b>Parte aérea</b>             |                 |                |         |        |         |         |
| Cerrado <i>sensu stricto</i> . | 0,74 a          | 2,00 b         | 0,06 a  | 0,71 b | 0,61 a  | 0,12 a  |
| Capetinga                      | 1,93 ab         | 1,14 a         | 0,21 b  | 0,41 a | 0,91 ab | 0,32 ab |
| Laranjeira                     | 2,96 bc         | 1,06 a         | 0,07 a  | 0,36 a | 2,04 c  | 0,43 b  |
| Escondido                      | 4,09 c          | 1,14 a         | 0,08 a  | 0,39 a | 1,65 c  | 0,31 ab |
| Fercal                         | 2,59 bc         | 0,99 a         | 0,13 a  | 0,34 a | 1,40 bc | 0,52 b  |
| <b>Caule</b>                   |                 |                |         |        |         |         |
| Cerrado <i>sensu stricto</i> . | ---             | ---            | ---     | ---    | ---     | ---     |
| Capetinga                      | 0,83 a          | 0,51 a         | 0,15 b  | 0,36 a | 0,35 a  | 0,17 a  |
| Laranjeira                     | 1,21 ab         | 0,54 a         | 0,07 a  | 0,30 a | 0,96 b  | 0,24 ab |
| Escondido                      | 1,95 b          | 1,06 a         | 0,07 a  | 0,30 a | 0,88 b  | 0,22 ab |
| Fercal                         | 1,27 ab         | 0,55 a         | 0,14 b  | 0,32 a | 0,73 ab | 0,27 b  |
| <b>Folha</b>                   |                 |                |         |        |         |         |
| Cerrado <i>sensu stricto</i> . | ---             | ---            | ---     | ---    | ---     | ---     |
| Capetinga                      | 1,09 a          | 1,60 a         | 0,25 b  | 0,45 a | 1,34 a  | 0,42 a  |
| Laranjeira                     | 1,75 ab         | 1,43 a         | 0,08 a  | 0,39 a | 2,78 b  | 0,57 a  |
| Escondido                      | 2,14 b          | 1,24 a         | 0,09 a  | 0,48 a | 2,35 ab | 0,39 a  |
| Fercal                         | 1,31 ab         | 1,41 a         | 0,12 a  | 0,36 a | 2,07 ab | 0,80 a  |
| <b>Raiz</b>                    |                 |                |         |        |         |         |
| Cerrado <i>sensu stricto</i> . | 1,33 a          | 1,28 c         | 0,05 a  | 0,55 a | 0,32 ab | 0,11 a  |
| Capetinga                      | 3,14 ab         | 0,90 ab        | 0,13 c  | 0,44 a | 0,25 a  | 0,13 ab |
| Laranjeira                     | 4,53 bc         | 1,11 bc        | 0,09 b  | 0,50 a | 0,77 c  | 0,28 c  |
| Escondido                      | 6,08 c          | 0,70 a         | 0,08 ab | 0,47 a | 0,56 bc | 0,22 bc |
| Fercal                         | 5,05 bc         | 1,01 abc       | 0,13 c  | 0,49 a | 0,61 bc | 0,26 c  |

--- = material por planta insuficiente para análise. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%.

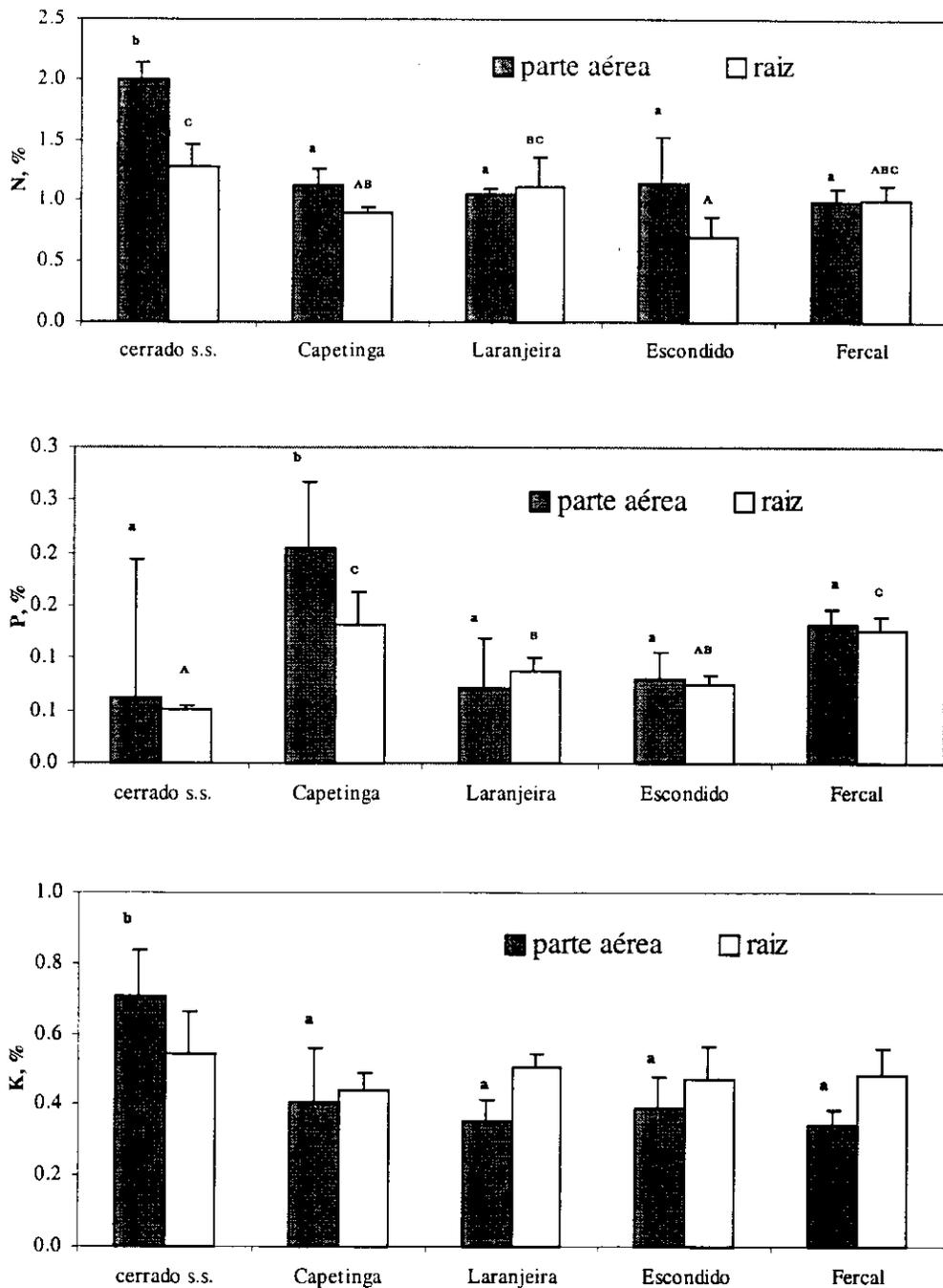


Figura 3.6 Influência da fertilidade do solo sobre as concentrações de N, P e K em mudas de *Acacia martusiana* aos 459 dias após a semeadura. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%, e as barras indicam o intervalo de confiança.

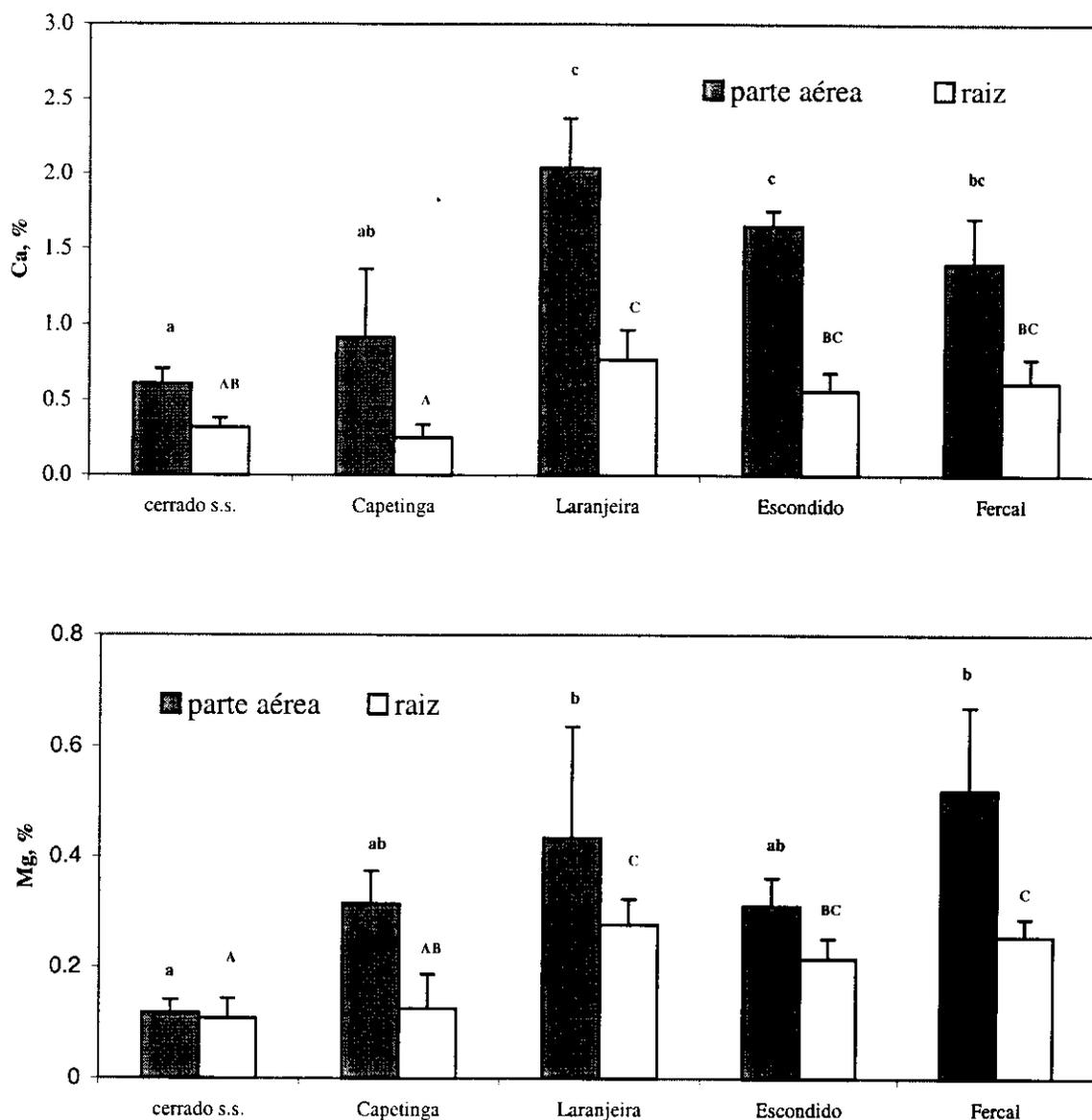


Figura 3.7. Influência da fertilidade do solo sobre as concentrações de Ca e Mg em mudas de *Acacia tenuifolia* aos 459 dias após a sementeira. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%, e as barras indicam o intervalo de confiança.

### Cálcio e Magnésio

Aos 459 dias (Figura 3.7, Tabela 3.3), as mudas apresentaram concentrações mais elevadas de Ca e de Mg na parte aérea do que nas raízes, com a exceção das plantas que cresceram no solo da mata de galeria do Capetinga. Na porção aérea, as concentrações médias de Ca foram significativamente mais baixas, pelo teste de Tuckey a 5%, nos solos pobres em Ca (cerrado *sensu stricto* da FAL e Capetinga) do que nos outros tratamentos. As concentrações de Mg foram significativamente mais baixas nas plantas

que cresceram no solo de cerrado *sensu stricto* do que no solo da FERCAL e da Serra da Laranjeira. As quantidades de Mg nos outros tratamentos não diferiram desses solos. Nas raízes, as diferenças nas concentrações médias de Ca foram mais marcantes, com o solo pobre em Ca do Capetinga apresentando valores significativamente mais baixos do que os demais solos ricos e intermediário em Ca. As concentrações de Mg foram, também, significativamente mais baixas no solo de cerrado *sensu stricto* comparado com os solos ricos e intermediário em Ca (Laranjeira, Escondido e FERCAL).

Aos 693 dias de idade (Tabela 3.4), as concentrações médias de Ca e de Mg foram proporcionalmente, maiores na parte aérea do que nas raízes. Como na avaliação anterior, os caules das plantas no solo do Capetinga apresentaram significativamente menores concentrações de Ca do que os solos da Serra da Laranjeira e do Escondido. As folhas das plantas que cresceram no solo do Capetinga, apresentaram também, menores concentrações de Ca do que os solos ricos da Serra da Laranjeira e intermediário em Ca da FERCAL.

As plantas que cresceram no solo do Capetinga apresentaram concentrações menores de Ca nas raízes do que as plantas nos solos da Serra da Laranjeira e do Escondido. Não houve diferença significativa entre as concentrações de Mg entre os tratamentos. A repartição de Ca e Mg, na parte aérea, mostrou quantidades um pouco maiores nas folhas do que nos caules.

#### Micronutrientes e Alumínio

Com exceção de Mn as maiores concentrações de micronutrientes ocorreram nas raízes (Tabelas 3.5 e 3.6), estando as diferenças nas concentrações de cada elemento nas partes das plantas descritas a seguir.

#### Alumínio

Aos 693 dias, foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos tanto para a parte aérea como para a radicular (Tabela 3.6). O conteúdo de alumínio foi maior nas raízes do que nos caules. As plantas que cresceram nos solos de FERCAL e do cerrado *sensu stricto* da FAL apresentaram maiores concentrações nas raízes e nas

partes aéreas quando comparadas aos outros tratamentos, mesmo tendo o solo do Capetinga a maior concentração de alumínio (Tabela 2.1).

Tabela 3.5. Influência da fertilidade do solo sobre a concentração de Al e micro nutrientes em mudas de *Acacia martiusiana* aos 459 dias após a semeadura.

| Solos                        | Biomassa | Concentração mg kg <sup>-1</sup> |        |       |       |      |
|------------------------------|----------|----------------------------------|--------|-------|-------|------|
|                              |          | Al                               | Fe     | Mn    | Zn    | Cu   |
| <b>Parte aérea</b>           |          |                                  |        |       |       |      |
| Cerrado <i>sensu stricto</i> | 0,74 a   | 1343 b                           | 479 c  | 144 b | 49 b  | 38 b |
| Capetinga                    | 1,93 ab  | 817 a                            | 177 ab | 150 b | 32 ab | 7 a  |
| Laranjeira                   | 2,96 bc  | 864 a                            | 214 ab | 23 a  | 18 a  | 8 a  |
| Escondido                    | 4,09 c   | 765 a                            | 157 a  | 72 a  | 25 a  | 8 a  |
| Fercal                       | 2,59 bc  | 1413 b                           | 312 b  | 50 a  | 25 a  | 10 a |
| <b>Caule</b>                 |          |                                  |        |       |       |      |
| Cerrado <i>sensu stricto</i> | ---      | ---                              | ---    | ---   | ---   | ---  |
| Capetinga                    | 0,83 a   | 588 a                            | 128 a  | 36 c  | 31 a  | 6 a  |
| Laranjeira                   | 1,21 ab  | 601 a                            | 128 a  | 5 a   | 14 a  | 6 a  |
| Escondido                    | 1,95 b   | 573 a                            | 87 a   | 17 b  | 25 a  | 5 a  |
| Fercal                       | 1,27 ab  | 1047 b                           | 242 b  | 18 b  | 26 a  | 10 b |
| <b>Folha</b>                 |          |                                  |        |       |       |      |
| Cerrado <i>sensu stricto</i> | ---      | ---                              | ---    | ---   | ---   | ---  |
| Capetinga                    | 1,09 a   | 992 a                            | 215 a  | 235 b | 33 b  | 8 a  |
| Laranjeira                   | 1,75 ab  | 1045 a                           | 270 ab | 35 a  | 21 a  | 10 a |
| Escondido                    | 2,14 b   | 940 a                            | 220 a  | 120 a | 26 ab | 10 a |
| Fercal                       | 1,31 ab  | 1762 b                           | 386 b  | 81 a  | 24 a  | 10 a |
| <b>Raiz</b>                  |          |                                  |        |       |       |      |
| Cerrado <i>sensu stricto</i> | 1,33 a   | 6130 b                           | 1944 c | 46 a  | 52 a  | 46 b |
| Capetinga                    | 3,14 ab  | 2156 a                           | 445 a  | 24 a  | 31 a  | 26 a |
| Laranjeira                   | 4,53 bc  | 2769 a                           | 824 ab | 29 a  | 27 a  | 16 a |
| Escondido                    | 6,08 c   | 2438 a                           | 543 ab | 45 a  | 22 a  | 23 a |
| Fercal                       | 5,05 bc  | 3129 a                           | 951 b  | 47 a  | 45 a  | 21 a |

--- = material por planta insuficiente para análise. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%.

Aos 693 dias (Tabela 3.6), ainda havia mais alumínio na raiz do que nos tecidos da parte aérea embora, dentre as partes, as diferenças não tenham sido significativas para os tecidos radiculares e foliares (com exceção do solo de cerrado *sensu stricto* que não foi avaliado).

## Ferro

As concentrações de Fe foram maiores nas raízes do que nas partes aéreas aos 459 dias de idade (Tabela 3.5). Nas partes aéreas, a concentração nas plantas que cresceram no solo da FERCAL foi significativamente maior do que nos demais solos. Nas raízes, a

concentração no solo de cerrado *sensu stricto* foi superior a todos os outros tratamentos, seguido pelo solo da FERCAL, que apresentou maior concentração do que o solo do Capetinga.

Aos 693 dias (Tabela 3.6), as concentrações continuaram mais elevadas nas raízes do que nas partes aéreas embora, dentre as partes, as diferenças não tenham sido significativas para os tecidos radiculares e foliares (com exceção do solo de cerrado *sensu stricto* que não foi avaliado).

Tabela 3.6. Influência da fertilidade do solo sobre as concentrações de Al e micro nutrientes em mudas de *Acacia martiusiana* aos 693 dias após a semeadura.

| Solos        | Biomassa | Concentração mg kg <sup>-1</sup> |       |       |      |      |
|--------------|----------|----------------------------------|-------|-------|------|------|
|              |          | Al                               | Fe    | Mn    | Zn   | Cu   |
| <b>Caule</b> |          |                                  |       |       |      |      |
| Capetinga    | 0,98 a   | 560 a                            | 144 a | 29 a  | 37 a | 20 a |
| Laranjeira   | 1,51 a   | 1100 a                           | 223 a | 14 a  | 33 a | 22 a |
| Escondido    | 2,09 a   | 1171 a                           | 222 a | 16 a  | 28 a | 20 a |
| Fercal       | 1,43 a   | 749 a                            | 177 a | 17 a  | 29 a | 22 a |
| <b>Folha</b> |          |                                  |       |       |      |      |
| Capetinga    | 0,94 a   | 789 a                            | 166 a | 186 a | 30 a | 27 a |
| Laranjeira   | 1,44 a   | 724 a                            | 176 a | 40 a  | 24 a | 29 a |
| Escondido    | 1,55 a   | 526 a                            | 117 a | 79 a  | 24 a | 19 a |
| Fercal       | 1,28 a   | 680 a                            | 175 a | 66 a  | 21 a | 27 a |
| <b>Raiz</b>  |          |                                  |       |       |      |      |
| Capetinga    | 4,13 a   | 2711 a                           | 579 a | 19 a  | 27 a | 25 a |
| Laranjeira   | 4,93 a   | 2952 a                           | 884 a | 41 a  | 33 a | 21 a |
| Escondido    | 5,41 a   | 3040 a                           | 738 a | 60 a  | 22 a | 21 a |
| Fercal       | 5,12 a   | 3501 a                           | 973 a | 46 a  | 24 a | 32 a |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%. Nas plantas que cresceram no solo do cerrado s.s. não foi avaliado por falta de suficiente material.

### Manganês

Aos 459 dias, houve diferenças significativas entre tratamentos para a concentração de Mn (Tabela 3.5). Nas partes aéreas as plantas que cresceram sobre os solos pobres em Ca do cerrado *sensu stricto* da FAL e do Capetinga, apresentaram concentrações significativamente maiores do que aos demais solos (Laranjeira, Escondido e FERCAL). Há baixa disponibilidade deste elemento para as plantas crescendo em solos de baixa acidez. Nas raízes, não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos. Aos 693 dias (Tabela 3.6), dentre as partes (raiz, caule e folhas), não houve também, diferenças significativas entre os tratamentos.

## Zinco

Foram detectadas diferenças significativas entre tratamentos nas partes aéreas e nas raízes aos 459 dias de idade (Tabela 3.5). Na repartição da parte aérea, foram encontradas diferenças significativas nas folhas, com maior concentração nas plantas que cresceram no solo da mata de galeria do Capetinga do que na Serra da Laranjeira e na FERCAL. Nessa ocasião, as plantas que cresceram no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL não produziram suficiente biomassa para a análise deste componente. Aos 693 dias (Tabela 3.6), não houve diferença significativa entre os tratamentos. Nessa ocasião, os tecidos das plantas no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL não foram avaliados.

## Cobre

Foram detectadas diferenças significativas para a porção radicular e para os caules aos 459 dias (Tabela 3.5). Na parte aérea, o conteúdo de Cu foi significativamente maior nas plantas que cresceram no solo pobre em Ca de cerrado *sensu stricto* do que nos outros solos. Excluindo-se este solo, o conteúdo de Cu nas caules foi significativamente maior nas plantas que cresceram no solo da FERCAL do que nos outros solos. Não houve diferença para folhas entre os tratamentos. Nas partes radiculares, as plantas que cresceram no solo do cerrado *sensu stricto* apresentaram conteúdos significativamente maiores do que nos outros tratamentos. Aos 693 dias, não houve diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 3.6). Nessa ocasião, os tecidos das plantas no solo de cerrado *sensu stricto* da FAL não foram avaliados.

## Discussão

As plantas no Latossolo (ácido e pobre em Ca do cerrado *sensu stricto* do FAL) acumularam apenas 1,16 g/planta ao final do experimento, aos 693 dias de idade, quantidade equivalente a pouco mais do que um oitavo daquela encontrada no tratamento de maior produtividade, o solo da mata de galeria do Escondido, com 9,76 g/planta. As plantas nos solos ricos em Ca acumularam significativamente mais biomassa do que nos solos pobres em Ca. Estes resultados condizem com os de Melo (1999) que constatou maior acumulação de nutrientes pelas plantas nativas adubadas

com macro nutrientes. Furtini Neto *et al.* (1999) também encontraram respostas positivas para o crescimento de espécies pioneiras arbóreas de formações florestais do bioma Cerrado sob calagem e ausência de resposta para as não pioneiras.

O comportamento desta trepadeira diferiu da árvore do mesmo gênero, *A. tenuifolia*. *A. martiusiana* teve, nos primeiros cinco meses, a relação raiz/parte aérea menor do que 1 (com exceção para as plantas que cresceram no solo de cerrado *sensu stricto*), mostrando que o crescimento inicial da parte aérea foi maior do que o crescimento da raiz. Já a relação raiz/parte aérea para *A. tenuifolia* foi sempre superior a 1. A partir dos cinco meses, a relação raiz/parte aérea de *A. martiusiana*, foi maior do que 1, mas os valores para *A. tenuifolia* foram sempre maiores. As proporções encontradas para esta espécie se aproximaram mais daquelas encontradas para espécies Leguminosas de matas de galeria (*Hymenaea courbaril* (Mazzei *et al.* 1999); *Sclerolobium paniculatum* (Felfili *et al.* 1999); *Ormosia stipularis* (Mazzei *et al.* 1997)) do que para a espécie congênere de mata estacional, que apresentou relação raiz/parte aérea elevada, corroborando a sugestão de Murphy & Logo (1995) de que a relação raiz/parte aérea é superior nos ambientes mais secos do que nos mais úmidos.

Os solos ricos e intermediário em Ca, além das maiores concentrações deste elemento e de pH mais elevado, apresentaram, em comum, maiores concentrações de Mg, Mn e de Zn. Os solos de mata de galeria diferenciaram-se, o Capetinga caracterizou-se como pobre enquanto que o do Escondido apresentou pH elevado, na faixa de 6, coincidindo com valores encontrados por Haridasan *et al.* (1997) para uma mata de galeria em Alto Paraíso de Goiás. A mais elevada concentração de Al foi encontrada na mata do Capetinga que foi superior aos demais em cinco ou mais vezes. Valores próximos a este foram encontrados na mata do Gama (Felfili 1994) e no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (Haridasan *et al.* 1997) indicando que elevadas concentrações deste elemento são comuns em solos de matas de galeria. A concentração de Al foi mais alta nas raízes do que na parte aérea, podendo ser considerada uma possível espécie acumuladora de Al com concentrações foliares acima do nível crítico de 1000 ppm (Mazorra *et al.* 1987).

As concentrações de N no solo cresceram do cerrado para as florestas estacionais, com os maiores valores sendo encontrados nas matas de galeria. As diferenças encontradas

neste estudo entre a concentração de N no solo de cerrado e nos solos florestais foram mais acentuadas do que aquelas encontradas por Singh (1989) comparando solos de savana com floresta seca decídua na Índia. Este encontrou valores próximos, um pouco inferiores para solos de savanas, comparados com os de floresta seca.

As razões Ca/Mg variaram de 2,5 na mata do Capetinga a 14,1 na mata do Escondido. Conforme Cochrane (1989) estes valores são elevados para Cerrado mas, para matas as razões tendem a ser superiores a 1,8 no Brasil Central o que condiz com estes resultados.

As plantas cresceram melhor nos solos ricos em Ca e acumularam uma concentração maior de nutrientes do que nos solos pobres. Araújo and Haridasan (1988) também encontraram concentrações mais elevadas de nutrientes (Ca, Mg & Mn) nas folhas das plantas (com ocorrência comum em solos distróficos e mesotróficos) quando estas cresceram em solos mesotróficos (ricos em Ca).

O maior acúmulo de macronutrientes verificado na porção aérea das plantas, especialmente nas folhas concorda com os estudos de Singh (1989) na Índia e de Delitti & Burger (2000) em mata de galeria do Sudeste Brasileiro.

Vários estudos sobre o estado nutricional de plantas arbóreas e arbustivas em cerrados, cerradões e florestas de galeria (Haridasan 1982, Araújo & Haridasan 1988, Silva 1991), levantamentos florísticos, fitossociológicos e das propriedades físicas e químicas dos solos nas comunidades naturais (Ratter *et al.* 1973, 1977, 1978, Haridasan & Araújo 1987, Haridasan *et al.* 1997) sugerem que algumas espécies, que ocorrem preferencialmente sobre solos ricos em Ca podem ser consideradas calcícolas (Haridasan 2000). Com estes resultados sugere-se que *Acacia martiusiana* é uma espécie exigente em Ca e outros nutrientes essenciais sendo estes um dos fatores restritivos a sua expansão nas formações savânicas.

*Acacia martiusiana* pode crescer, em ritmo lento, em solos pobres em Ca sob condições experimentais mas a colonização em formações naturais sobre solos distróficos seria dificultada por outros fatores além dos nutricionais como sugerido por Buckland &

Grime (2000). Estes autores fizeram experimentação e verificaram que várias espécies de solos ricos crescem em solos pobres e intermediários na ausência de herbívoros mas este fator, quando introduzido, limita ou elimina várias dessas espécies do ambiente.

### **Conclusão**

A trepadeira *A. martiusiana* caracterizou-se por um intenso crescimento inicial nas partes aéreas, uma estratégia típica de lianas. O seu desenvolvimento foi muito superior nos solos ricos em Ca do que nos solos pobres do cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa e da mata de galeria do Capetinga sugerindo que a pequena oferta de nutrientes essenciais nos solos pobres do bioma cerrado é um fator restritivo ao seu estabelecimento e desenvolvimento.

#### 4. Repartição de biomassa em plântulas de *Acacia tenuifolia* (L.) Willd. em diferentes condições de sombreamento.

##### Abstract

*Acacia tenuifolia* Willd., Leguminosae subfamily Mimosoideae is widely distributed in central and south America occurring in central Brazil in deciduous dry and sloping forest on mesotrophic soils. There is an urgent need to study and propogate species from these disappearing habitats. The hypothesis is that *A. tenuifolia* is a pioneer, deciduous with a low capacity to tolerate dense shading. The objective was to test if shading limits its initial development. The nursery experiments were undertaken at the University of Brasilia Fazenda Água Limpa in the Federal District located at 15°56'56" S e 47°55'56" W. Four levels of shading (0%, 50%, 70% and 90%) were used with 40 plants randomly arranged per treatment. Seed collected had around 10% predation, and the cleaned seed around 95% germination. Seedlings were placed in the shade houses at 60 days, and at each harvest a minimum of 20 plants per treatment evaluated for growth parameters and 10 plants for biomass (separated into leaves, stems and roots). At 372 days old, significantly greater heights were found at 90% shading (44,6 cm), but the greatest biomass found at 50% shading levels 10,54 g. At 500 days, greatest biomass was found under 0% shading (13,37 g), followed by 50% (13,02 g) which were both significantly higher than found in the 90% shade. Plants grown outside of the shade houses (0% shade) accumulated 25% more total biomass than the 90% shade grown plants, and 55% more root biomass. The relative growth rate for the period 0-176 days was 0.017 (d<sup>-1</sup>) comparable with other cerrado woody legumes. The growth of *A. tenuifolia* appears to be light demanding, with significantly less biomass accumulated under 90% shading, and etiolation of the stems shown by increased internode spacing.

**Key-words:** Growth, light, *Acacia tenuifolia*, seasonal dry forest, tropics.

## Resumo

*Acacia tenuifolia* Willd., Leguminosae subfamília Mimosoideae é largamente distribuída na América do sul inclusive nas florestas decíduas e de encosta sobre mesotróficos no Planalto Central no Brasil. O conhecimento do comportamento desta espécie, para estabelecer protocolos para a sua propagação, torna-se urgente face a grande devastação destas formações. Parte-se da hipótese de que *Acacia tenuifolia* é uma espécie heliófila, restrita às condições de dossel mais aberto e caducifólio das florestas estacionais portanto, com pouca capacidade para tolerar condições de baixa luminosidade. O objetivo deste trabalho foi testar se o sombreamento limita o desenvolvimento de plântulas. Este estudo foi conduzido no viveiro florestal da Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília no Distrito Federal que se localiza a 15°56'56" S e 47°55'56" W. O delineamento experimental consistiu de quatro níveis de sombreamento, com 40 repetições distribuídas aleatoriamente em cada tratamento. Os níveis utilizados foram: 0%, 50%, 70% e 90%. A quantidade de sementes perdidas foi baixa em torno de 10%. A taxa de germinação foi elevada nas sementes normais, em torno de 95 %. As avaliações tiveram início aos 60 dias de idade quando as plântulas foram submetidas aos tratamentos. Cada tratamento contou com um mínimo de 20 repetições para avaliação de crescimento e com dez repetições para biomassa. Aos 372 dias de idade as maiores médias de altura foram encontradas sob 90% de sombreamento (44,6 cm) e diferiram dos demais tratamentos. Até os 372 dias, as maiores médias de biomassa total foram encontradas sob 50% (10,54 g). Aos 500 dias, a maior média foi encontrada sob pleno sol (13,37 g), seguida de 50% (13,02 g) enquanto as menores médias foram encontradas sob 90% de sombreamento. O acúmulo de biomassa sob pleno sol foi 25% superior ao encontrado nas plantas sob 90% de sombreamento. A biomassa radicular sob pleno sol foi 55% superior a encontrada sob 90% de sombreamento. A taxa média de crescimento foi de 0,017 (d<sup>-1</sup>) comparável com espécies de Leguminosae nativas do cerrado. O comportamento de *Acacia tenuifolia* evidenciou sua característica heliófila com a menor produção de biomassa sob 90% de sombreamento e uma tendência ao estiolamento, comum em espécies intolerantes à sombra.

**Palavras-chave:** Crescimento, luz, floresta estacional, *Acacia tenuifolia*, trópicos.

## Introdução

O gênero *Acacia* Mill. é o segundo maior gênero da família Leguminosae, compreendendo cerca de 1340 espécies no mundo (954 na Austrália; 230 nas Américas; 129 na África; 18 na Índia; várias espécies na Ásia e algumas endêmicas em ilhas oceânicas) (Timberlake *et al.* 1999). Estas espécies são distribuídas pelas regiões tropicais e são especialmente abundantes nas regiões áridas como as savanas.

*Acacia tenuifolia* Willd., da família Leguminosae subfamília Mimosoideae, ocorre em quase todos os países da América do sul (Lewis & Owen 1989). Grimes (1992) classificou *A. paniculata* Willd. e *A. multipinnata* Ducke como sinônimos de *A. tenuifolia* (L.) Willd. previamente conhecida na América Central e no México. No Brasil, é uma árvore que ocorre em florestas decíduas e de encosta especialmente sobre solo calcário no Planalto Central no Brasil mas, está citada também como uma trepadeira em florestas mais úmidas como a amazônica (Silva 1990) e a atlântica (Mendonça Filho 1996, Lewis 1987). No bioma Cerrado, *Acacia tenuifolia* Willd. ocorre principalmente nas florestas estacionais mas foi também encontrada em áreas degradadas e zonas de transição entre florestas e cerrado mas está praticamente ausente nas formações savânicas e nas matas de galeria (Mendonça *et al.* 1998). Essa árvore alcança 5-12m de altura com copa ampla, e floresce entre abril e maio. A vagem varia muito, com 9-20 cm de comprimento e 2-6 cm de largura, contendo até 16 sementes por vagem, cuja maturação ocorre entre junho e julho. No Distrito Federal, existem exsicatas desta espécie (depositadas nos herbários de UB, IBGE, CENAGEN) e coletadas em áreas de afloramento calcário como na FERCAL no passado, porém, no decorrer deste trabalho, mesmo efetuando diversas excursões nenhum indivíduo foi encontrado.

As florestas estacionais ou florestas secas ocorrem nos interflúvios, em terrenos bem drenados e ricos em nutrientes (Ribeiro & Walter 1998, Reatto *et al.* 1998) e são caracterizadas por diversos níveis de caducifolia durante a estação seca. Os gradientes de luminosidade são espaciais, em função dos ambientes de clareiras, bordas e interior da floresta mas são também estacionais em função da caducifolia na época seca.

As espécies florestais foram classificadas em dois grandes grupos por Swaine & Whitmore (1988) e Whitmore (1989): espécies pioneiras (heliófilas) que necessitam de radiação solar para germinação e crescimento de suas plântulas, que em floresta fechada só é obtido com abertura de clareiras. E o outro grupo das espécies clímax (umbrófilas), que são tolerantes ao sombreamento inicial, podendo germinar, sobreviver e desenvolver sobre dossel fechado com pouca radiação solar.

A dinâmica de clareiras tem sido considerada fundamental na manutenção da elevada diversidade de florestas tropicais úmidas onde pode ser encontrado um mosaico de condições de luminosidade. Estes ocorrem em função de diferentes níveis de abertura do dossel que permitem o estabelecimento de plantas com distintos requerimentos de luz no decorrer do processo de sucessão. Porém, pouco se sabe sobre o comportamento de espécies de florestas estacionais do Brasil Central. O conhecimento do comportamento destas espécies, de modo que seja possível estabelecer protocolos para a sua propagação, torna-se urgente face a grande devastação que estas formações vem sofrendo (Scariot & Sevilha 2000).

Hipótese:

*Acacia tenuifolia* é uma espécie heliófila, restrita às condições de dossel mais aberto e caducifólio das florestas estacionais, portanto com baixa capacidade para tolerar condições de baixa luminosidade.

Objetivo:

O objetivo deste trabalho foi testar se o sombreamento limita o desenvolvimento de plântulas de *Acacia tenuifolia*.

## Materiais e Métodos

### Coleta das sementes e do substrato

As sementes de *A. tenuifolia* foram coletadas na floresta decídua da Serra da Laranjeira em Alto Paraíso de Goiás (14°03'59"S 47°20'32"W) em 8 de julho de 1998. Mais do que 30 indivíduos foram identificados aleatoriamente em toda a população e as vagens foram coletadas em toda a copa. Sementes aparentemente saudáveis e não danificadas por brocadores da família *Bruchidae* foram extraídas de suas vagens e guardadas em sacos de papel em um lugar seco. Depois da coleta ainda saíram brocadores de sementes aparentemente boas sendo necessário limpar periodicamente o estoque. Para quantificar o nível de predação de sementes e de abortamento, e se houve diferenças entre a predação nas diferentes árvores em uma população, foram selecionados dez indivíduos. De cada indivíduo foram escolhidas, ao acaso, dez vagens nas quais foram medidos o número de sementes abortadas, saudáveis e brocadas (o critério foi a presença do buraco produzido pelo brocador em cada semente).

O solo para o experimento em viveiro foi coletado da superfície (0-20 cm), onde populações de *Acacia tenuifolia* foram abundantes em áreas de vegetação nativa sem distúrbio e onde não corre muita água na época das chuvas. Cerca de 250 - 300 kg de solo foi coletado no mesmo local em que as sementes. O solo foi transportado para a Fazenda Água Limpa, onde ficou armazenado na sombra de um galpão. Cada solo foi peneirado (4 mm) e o cascalho e as raízes foram separados. Na ocasião do enchimento dos sacos plásticos as pedras (com menos de 2 cm diâmetro), separadas anteriormente, foram novamente misturadas com o solo para reduzir a compactação. As dimensões dos sacos de plástico foram de 15 cm x 25 cm com perfurações laterais e estes, quando cheios contiveram aproximadamente 1,2 kg do solo úmido. O solo da Serra da Laranjeira teve baixa acidez (pH em H<sub>2</sub>O de 6,6) e baixo teor de alumínio, com alta disponibilidade de cátions trocáveis (K, Ca, Mg) e relativamente baixos níveis de fósforo (ver Tabela 2.1).

## Instalação do experimento

Este estudo foi conduzido no viveiro florestal da Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília no Distrito Federal localizado a  $15^{\circ}56'56''S$  e  $47^{\circ}55'56''W$ , com altitude aproximada de 1.100 m. O clima da região corresponde ao tipo Cwa da classificação de Köppen (CODEPLAN 1984). Este é marcadamente sazonal (Fig. 4.1), com uma estação seca de maio até agosto, a precipitação média anual dos últimos quatro anos (1996-1999) foi de 1.351 mm, e a temperatura média foi de  $22,8^{\circ}C$  conforme a estação climatológica do IBGE ( $15^{\circ}56'41''S$   $47^{\circ}53'07''W$ , 1100 m).

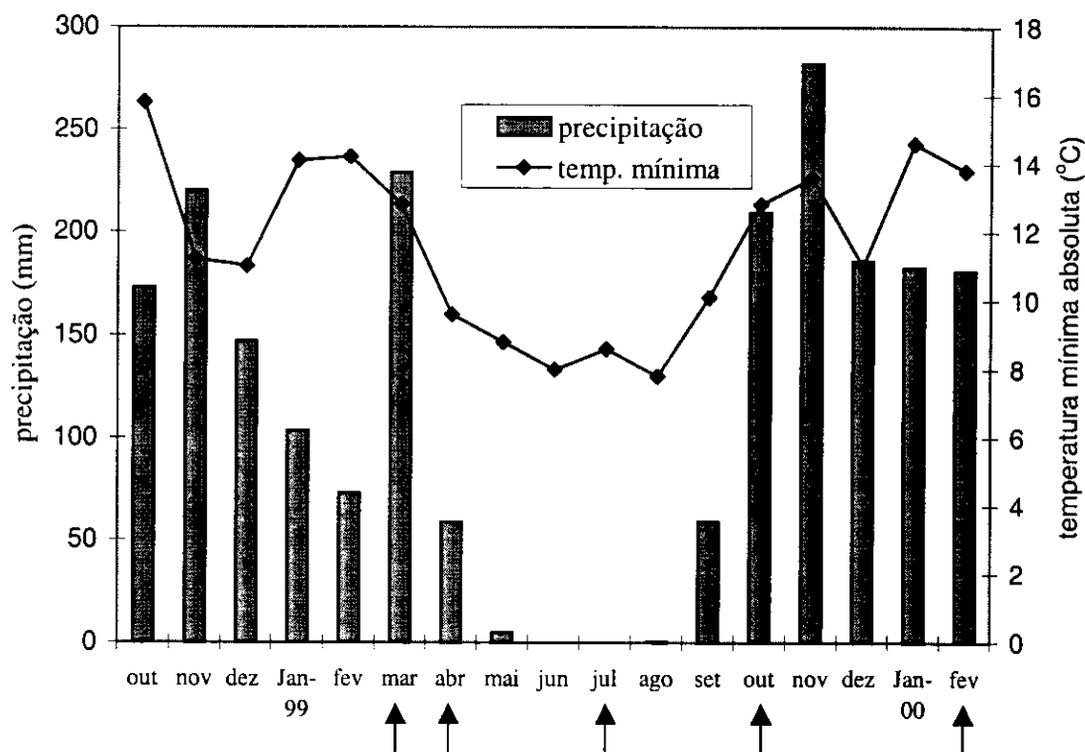


Figura 4.1. Precipitação e temperatura mínima absoluta durante no experimento de 1998 a 2000. Flechas correspondem à época das avaliações (dados da estação meteorológica do RECOR, IBGE.)

As sementes foram escarificadas pelo corte do tegumento na área oposta à micrópila e foram semeadas em uma casa de vegetação com 50% de sombreamento, em 12 de outubro de 1998. Utilizou-se duas sementes em cada saco plástico, a uma profundidade de 1 a 2 vezes o tamanho da semente, sendo efetuada a repicagem dos plântulas logo após a

germinação, ficando apenas uma por recipiente. Dois meses após a sementeira, em 10 de dezembro de 1998, as plântulas foram submetidas aos tratamentos.

Quando foram iniciados os tratamentos mediou-se o diâmetro do coleto e o comprimento do caule e foram contados também, os números de folhas e de pinas. O crescimento inicial foi rápido, com as plantas apresentando um crescimento uniforme em altura, atingindo cerca de 9 cm, sem diferenças significativas por Tuckey a 5% (Tabela 4.2). Nesta ocasião, foram detectadas diferenças significativas para o diâmetro do coleto com a maior média encontrada sob 50% de sombreamento (1,56 mm). A maior média para número de folhas foi encontrada nas plantas submetidas a 90% de sombreamento (4,6) que diferiu do pleno sol com a menor média (4,1). Quanto ao número de pinas, as médias a 90% (25,3), 70% e 50% foram similares entre si e diferiram significativamente daquela encontrada sob pleno sol (22,3).

O delineamento experimental consistiu de quatro tratamentos representados pelos níveis de sombreamento, com um mínimo de 40 repetições (plantas) aleatoriamente distribuídas (Sokal & Rolf 1981) em cada tratamento. Os níveis utilizados em média foram: 0%, plântulas sob pleno sol; 50% de sombreamento, obtido em casa de vegetação com laterais de sombrite verde e teto transparente procurando imitar uma condição de clareira; 70%, obtido em casa de vegetação com cobertura de sombrite verde procurando imitar uma condição de dossel em fase de fechamento; e 90%, sombreamento obtido em casa de vegetação com cobertura de sombrite verde, imitando uma condição de dossel fechado.

Os níveis percentuais de sombreamento foram calculados em termo de densidade de fluxo de fótons na faixa de 400 a 700 nm (DFF em  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) e em comparação proporcional com o pleno sol. A DFF, em cada condição estudada, foi medida ao longo do dia, com o auxílio de um sensor de quanta LI 190 S (LI-COR Inc. USA) acoplado a um data logger LI 1000 (também LI-COR). Em cada tratamento, foram estabelecidos, aleatoriamente, seis pontos de medição, os quais foram monitorados a cada 30 minutos no período das 8:00 as 18:00 horas. Foi utilizado um ponto de controle para a determinação da radiação a pleno sol. Os valores totais de DFF foram obtidos pela integração da curva diária de luz. As

percentagens de sombreamento foram calculados pela comparação da curva diária em cada condição em relação à curva obtida simultaneamente sob pleno sol. Estas medidas foram efetuadas medições nas estações chuvosa e seca e as curvas estão publicadas (Felfili *et al.* 1999).

Todas as plantas foram avaliadas quanto a altura, diâmetro, e produção de folhas em 10/12/1998, 10/3/1999, 6/7/1999 e 18/10/1999. Avaliou-se a matéria seca aérea e subterrânea além do comprimento das raízes e evidência de nodulação em dez plantas amostradas aleatoriamente em 5/4/1999, 9/7/1999, 18/10/1999 e 24/2/2000. Cada tratamento contou com um mínimo de 20 repetições para a avaliação estatística do crescimento e produção de folhas e com dez repetições para a avaliação de biomassa.

Para medir os diâmetros foi usado um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. Uma régua com o ponto zero ao nível do solo foi usada para medir as alturas. Estas foram medidas a partir do solo até a última gema apical. Em cada amostragem destrutiva as raízes das plantas foram lavadas com água sobre uma mesa com cobertura de sombrite para não perder as raízes finas antes de ser separadas e colocadas em sacos de papel anotados. A matéria seca foi determinada após a secagem do material em uma estufa a 70° C por um mínimo de dois dias até atingir massa constante. Uma balança analítica com precisão de 0,001 g foi usada para determinar a matéria seca.

#### Análise estatística

Uma análise de variância foi efetuada e foi aplicado o teste de Tuckey a 5% para comparação de médias de tratamentos. A normalidade foi checada pelo teste de Bartlett e quando esta não foi atingida, os dados foram transformados pelo método Box-Cox (Sokal & Rolf 1981).

A Taxa Relativa de Crescimento (TRC) foi calculada usando

$$TRC = \frac{\overline{\ln(M_2)} - \overline{\ln(M_1)}}{t_2 - t_1}$$

onde  $\overline{\ln(M_1)}$  e  $\overline{\ln(M_2)}$  são as médias de matéria seca por planta transformada por logaritmo (ln) nos tempos  $t_1$  e  $t_2$ . (Venus & Causton 1979).

## Resultados

A quantidade de sementes predadas foi baixa em torno de 10%. Houve diferenças significativas entre as árvores (Tabela 4.1) para a produção de sementes, indicando uma variabilidade genética que já foi previamente observada para outras espécies deste gênero (Fagg & Stewart 1994, Mandal *et al.* 1994). A taxa de germinação foi elevada nas sementes normais, em torno de 95 %. O peso das sementes foi avaliado e a média da população foi 0,21 g (n=2000). A germinação foi rápida, com o hipocótilo emergindo da semente dentro de 24 a 48 horas após a semeadura.

Tabela 4.1. Efeito de predação na produção de sementes.

| número da árvore | Número de sementes normais /vagem (n=10) | número de sementes brocadas /vagem (n=10) | número de sementes totais /vagem (n=10) |
|------------------|--|---|---|
| 1                | 8,4 bcd                                  | 1,2 abc                                   | 12,0a                                   |
| 2                | 9,2 cd                                   | 1,6 abc                                   | 14,6def                                 |
| 3                | 7,1 abc                                  | 2,1 bc                                    | 13,1abcd                                |
| 4                | 11,1 d                                   | 1,8 abc                                   | 15,7f                                   |
| 5                | 4,4 a                                    | 1,2 abc                                   | 13,8bcde                                |
| 6                | 9,1 cd                                   | 0,9 ab                                    | 13,0abc                                 |
| 7                | 9,8 cd                                   | 0,6 ab                                    | 12,3ab                                  |
| 8                | 8,9 bcd                                  | 0,8 ab                                    | 13,4abcde                               |
| 9                | 6,3 ab                                   | 0,5 a                                     | 14,9ef                                  |
| 10               | 7,1 abc                                  | 2,7 c                                     | 14,3cdef                                |
| Média            | 8,18                                     | 1,33                                      | 13,69                                   |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%.

## Avaliação de crescimento

### Altura e Diâmetro

Aos 150 dias de idade, 90 dias após terem sido submetidas aos tratamentos, houve um acréscimo significativo em altura a 90% de sombreamento (28,7 cm) em comparação com aquela encontrada a 0% (17,0 cm) e 50% (22,6 cm) (Fig. 4.2). As médias de diâmetro dos tratamentos 0%, 50% e 70% (2,89 mm) de sombreamento foram similares e diferiram

significativamente daquela encontrada sob 90% de sombreamento (2,12 mm), com a menor média. Aos 268 dias de idade, o crescimento de altura foi acelerado apenas a 90% de sombreamento, que atingiu uma média de 42 cm, a qual apresentou diferença significativa com as médias encontradas a 70% e a 50% (26,2 cm e 22,8 cm) as quais também diferiram significativamente de 0% (18,4 cm). Não houve diferenças significativas entre tratamentos para o diâmetro (Tab. 4.2). Em todos os tratamentos, houve desaceleração do crescimento em altura aos 372 dias de idade, em outubro de 1999 (no fim da estação seca). Mesmo assim, a média das plantas a 90% de sombreamento (44,6 cm), foi a maior e continuou a diferir significativamente dos demais tratamentos (Fig. 4.2, Tabela 4.2). O número médio de internós foi igual para 0% e 90% (12), mostrando uma forte alongamento do caule (mais de duas vezes) sob 90%. Para o diâmetro, as plantas a 50%, 70% e 90% (3,78 mm) apresentaram médias similares entre si e diferiram significativamente do pleno sol (3,41 mm) com a menor média (Tabela 4.2).

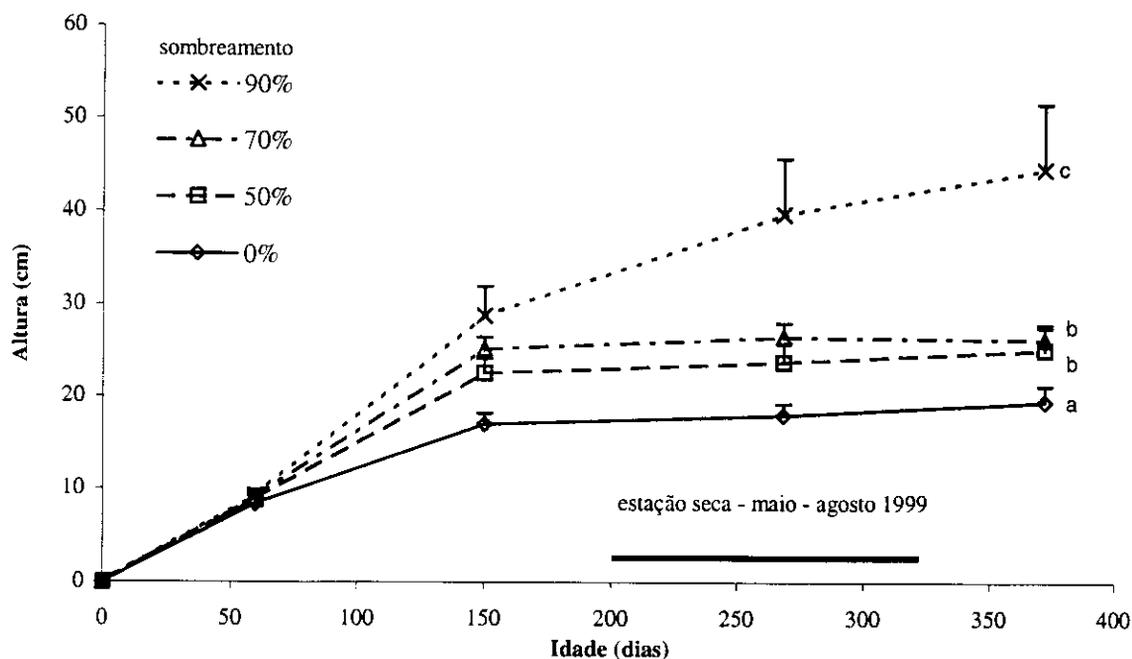


Figura 4.2. Efeito do sombreamento sobre o crescimento (altura) de plântulas de *Acacia tenuifolia*. As barras indicam a média mais ou menos o intervalo de confiança ( $P > 0,05$ ).

Tabela 4.2. Efeito do sombreamento sobre o crescimento de plântulas de *Acacia tenuifolia*.

| Data       | Idade (dias) | Sombreamento % | Altura (cm) | Diâmetro (mm) | Numero de internós/planta | Numero de Folhas/planta | Numero de Pinas/planta |
|------------|--------------|----------------|-------------|---------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|
| 10/12/1998 | 60           | 0              | 8,38 a      | 1,37 a        | 4,2 a                     | 4,1 a                   | 22,3 a                 |
|            |              | 50             | 8,84 a      | 1,56 b        | 4,5 ab                    | 4,5 b                   | 25,8 b                 |
|            |              | 70             | 9,10 a      | 1,43 ab       | 4,5 ab                    | 4,5 b                   | 24,9 b                 |
|            |              | 90             | 9,30 a      | 1,43 a        | 4,7 b                     | 4,6 b                   | 25,6 b                 |
| 10/3/1999  | 150          | 0              | 17,03 a     | 2,82 b        | 9,6 b                     | 7,6 a                   | 70,9 a                 |
|            |              | 50             | 22,59 b     | 2,82 b        | 9,0 ab                    | 7,7 a                   | 70,6 a                 |
|            |              | 70             | 25,18 bc    | 2,89 b        | 8,7 a                     | 8,1 ab                  | 69,8 a                 |
|            |              | 90             | 28,73 c     | 2,12 a        | 8,7 a                     | 8,8 b                   | 71,7 a                 |
| 6/7/1999   | 268          | 0              | 18,43 a     | 3,03 a        | 10,7 ab                   | 4,4 a                   | 56,5 a                 |
|            |              | 50             | 23,76 ab    | 3,26 a        | 10,2 ab                   | 4,9 ab                  | 61,7 a                 |
|            |              | 70             | 26,24 b     | 3,30 a        | 9,8 a                     | 5,6 b                   | 48,6 a                 |
|            |              | 90             | 42,00 c     | 3,10 a        | 11,1 b                    | 9,6 c                   | 102,8 b                |
| 18/10/1999 | 372          | 0              | 19,48 a     | 3,42 a        | 12,3 b                    | 3,4 a                   | 62,7 a                 |
|            |              | 50             | 25,19 b     | 3,58 ab       | 12,0 ab                   | 4,2 a                   | 45,8 a                 |
|            |              | 70             | 26,26 b     | 3,75 ab       | 10,3 a                    | 3,7 a                   | 51,2 a                 |
|            |              | 90             | 44,57 c     | 3,78 b        | 12,3 b                    | 8,1 b                   | 107,6 b                |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%.

#### Número de folhas

Aos 150 dias de idade, o tratamento a 90% (8,8) apresentou a maior média, que foi similar apenas aquela encontrada a 70% (8,1). Neste período, houve um acréscimo acentuado no número de folhas que dobrou em relação aos 60 dias de idade (Tabela 4.2). Não houve perda de folhas apenas a 90% (Tabela 4.3). Aos 268 dias, houve incremento na média do número de folhas a 90% de sombreamento (9,6) que diferiu significativamente dos demais tratamentos. Nos demais tratamentos, houve redução no número de folhas, em relação às médias encontradas aos 150 dias. A média a 70% (5,6) foi similar a 50% e diferiu do pleno sol. Houve uma considerável redução na produção de folhas novas em relação ao período anterior, com a maioria das folhas novas produzidas a 90% de sombreamento e o menor número sob pleno sol. A perda de folhas seguiu a mesma tendência encontrada no período anterior, com as maiores perdas encontradas nos tratamentos menos sombreados. A menor média aos 372 dias ocorreu sob pleno sol (3,4). Neste último tratamento, houve uma redução de 42% entre o número de folhas encontrado em março, na estação chuvosa, e aquele encontrado em outubro, na seca.

Tabela 4.3. Efeito do sombreamento sobre a produção de folhas e a perda de pinas em mudas de *Acacia tenuifolia*.

| Períodos                           | Sombreamento % |      |      |      |
|------------------------------------|----------------|------|------|------|
|                                    | 0              | 50   | 70   | 90   |
| <b>Número de folhas produzidas</b> |                |      |      |      |
| 10/12/98 – 10/3/99                 | 5,51           | 4,47 | 4,25 | 4,17 |
| 10/3/99 – 6/7/99                   | 1,06           | 1,13 | 1,13 | 2,45 |
| 6/7/99 – 18/10/99                  | 1,81           | 1,23 | 0,33 | 1,38 |
| <b>Número de folhas perdidas</b>   |                |      |      |      |
| 10/12/98 – 10/3/99                 | 2,05           | 1,3  | 0,66 | 0,0  |
| 10/3/99 – 6/7/99                   | 4,2            | 3,74 | 3,52 | 1,18 |
| 6/7/99 – 18/10/99                  | 4,64           | 3,86 | 3,43 | 2,57 |
| <b>Número de pinas perdidas</b>    |                |      |      |      |
| 10/12/98 – 10/3/99                 | 12,8           | 8,1  | 5,2  | 0,3  |
| 10/3/99 – 6/7/99                   | 29,6           | 27,1 | 21,9 | 8,3  |
| 6/7/99 – 18/10/99                  | 36,2           | 24,4 | 22,8 | 18,3 |

Já, em contraste, a média sob 90% de sombreamento sofreu apenas uma pequena redução (10%). Algumas plantas perderam todas as suas folhas neste período, que equivale ao auge da estação seca (julho a outubro). Apenas o caule, com largas gemas terminais compôs a porção aérea dessas plantas. As folhas desta espécie apresentaram nastismo, onde os folíolos e as pinas tendem a se fechar e ficarem dependurados na direção do solo durante os períodos de maior luminosidade do dia. Isto foi verificado para as plantas em todos os tratamentos com exceção daquelas sob 90% de sombreamento onde os folíolos e as pinas tendem a ficar na horizontal e abertos.

#### Número de pinas

Aos 150 dias, os tratamentos sombreados apresentaram resultados similares, por Tuckey a 5%, com uma média de 71,7 a 90% (Tabela 4.2). Durante este período houve um acréscimo no número de pares de pinas por planta em todos os tratamentos. Nas Acácias, tipicamente bipinadas, algumas pinas podem cair enquanto as folhas permanecem ligadas ao caule. A perda média de pinas por planta foi mínima (0,3 pinas por planta) sob 90% de sombreamento mas, a perda intensificou-se com o decréscimo de sombreamento, com 5,2 pinas por planta sob 70%, 8,1 sob 50% e 13 sob pleno sol (Tabela 4.3).

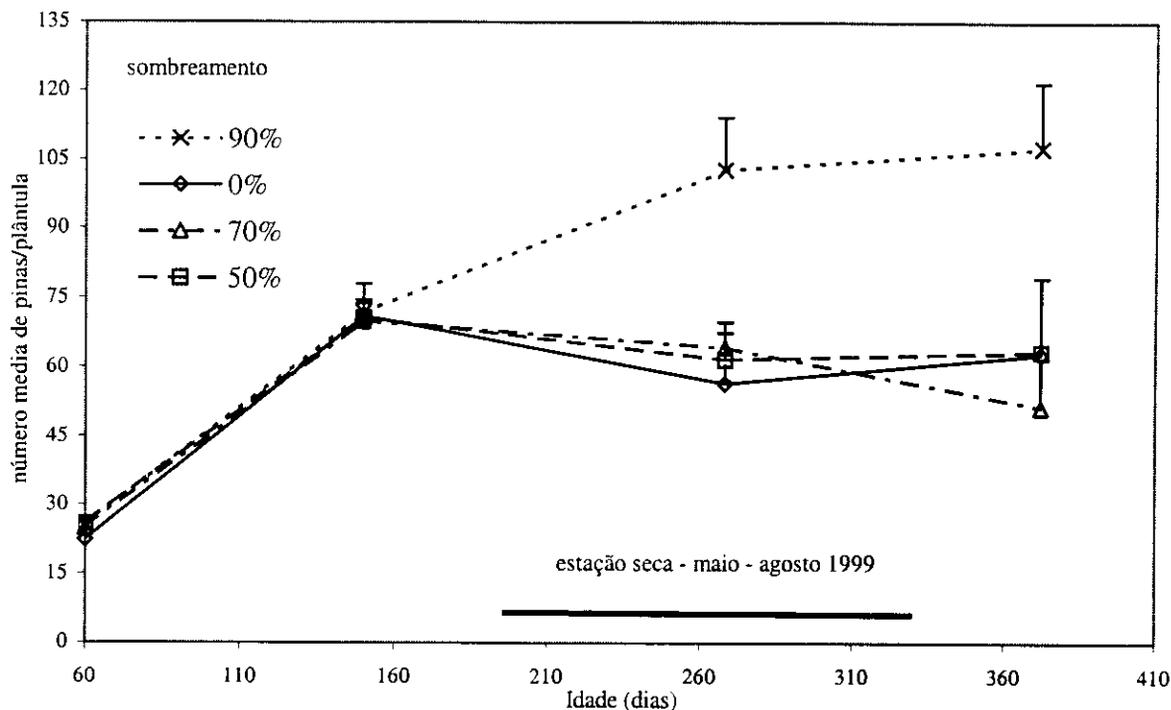


Figura 4.3. Efeito de sombreamento sobre o número médio de pinas/plântula em *Acacia tenuifolia*. As barras indicam o intervalo de confiança ( $P > 0,05$ ).

Aos 268 dias, em julho de 1999, houve incremento na média do número de pinas a 90% de sombreamento (102,8) que diferiu significativamente das demais médias que sofreram reduções no número de folíolos. Esta tendência se manteve aos 372 dias, em outubro de 1999, quando a maior média foi 107,6 que diferiu significativamente dos demais tratamentos. Estes últimos sofreram reduções no número de pinas quando comparados com as últimas medidas tomadas na estação chuvosa, em março. As plantas sob pleno sol apresentaram uma redução de 11,49% (Fig. 4.3).

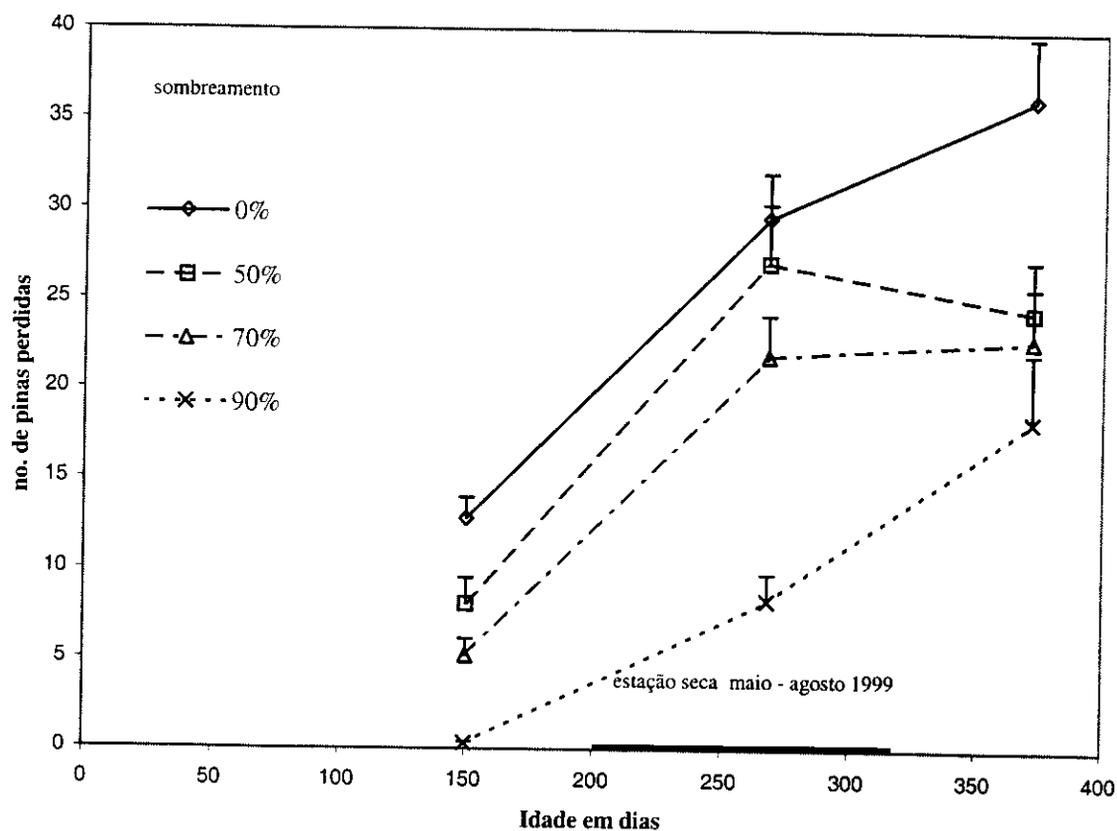


Figura 4.4. Efeito de sombreamento sobre o número médio de pinas perdidas/plântula por intervalo de avaliação em *Acacia tenuifolia*. As barras indicam o intervalo de confiança ( $P > 0,05$ ).

#### Acumulação e repartição de biomassa

##### Biomassa total

Aos 176 dias de idade, quatro meses após as plantas terem sido submetidas aos tratamentos, o maior acúmulo de biomassa total (4,61 g) foi encontrado sob 50% de sombreamento, que foi similar a 70% e diferiu significativamente dos demais tratamentos (Fig. 4.5, Tabela 4.4). O tratamento a 70% foi similar ao pleno sol e ambos diferiram significativamente de 90% que apresentou a menor média (1,76 g).

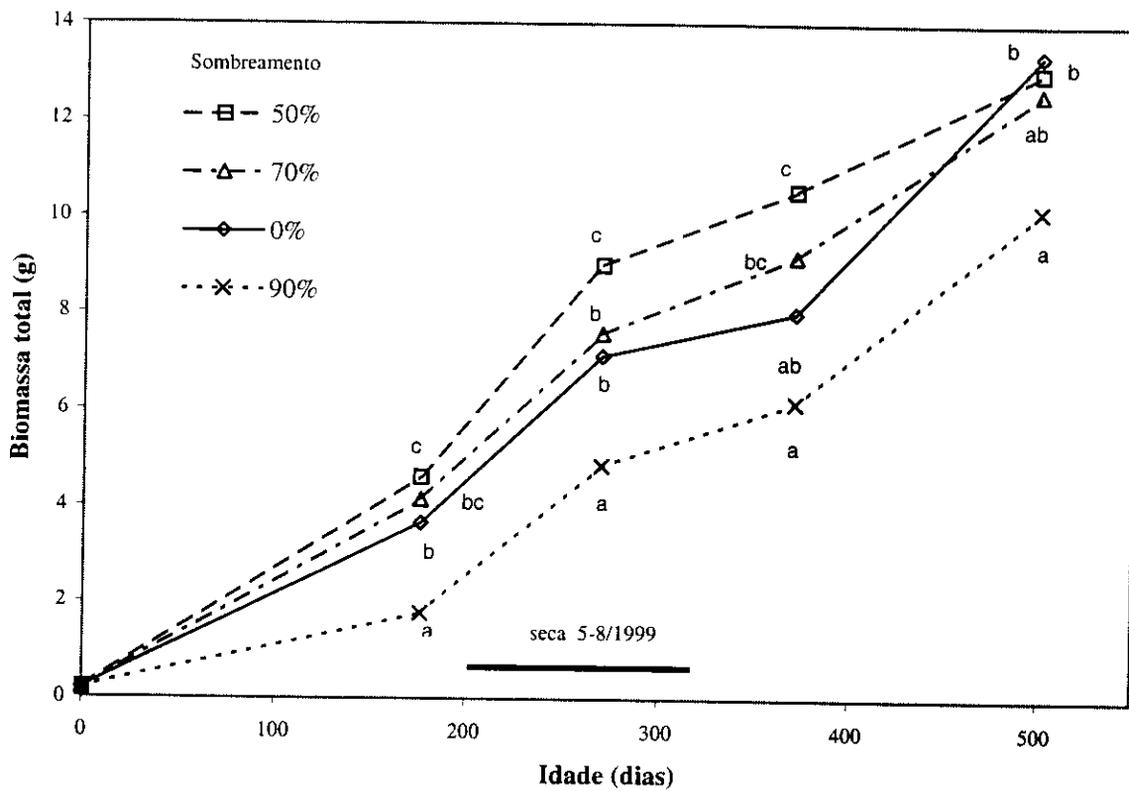


Figura 4.5. Efeito do sombreamento sobre a produção de biomassa em plântulas de *Acacia tenuifolia*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%.

Esta tendência manteve-se assim até aos 371 dias de idade, em outubro de 1999. Aos 500 dias de idade, as médias sob pleno sol (13,37 g), 50% e 70% foram similares entre si e superiores àquela encontrada sob 90% (10,15 g). Entre o sexto e o nono mês (abril a julho), o incremento em biomassa total quase dobrou no tratamento sob 50% após o qual se seguiu um declínio no incremento até outubro correspondendo ao final do período seco e um retorno ao crescimento no período chuvoso seguinte.

Tabela 4.4. Efeito do sombreamento sobre a produção de biomassa em plântulas de *Acacia tenuifolia*.

| Idade (dias)      | Sombreamento % | Biomassa Raiz (g) | Biomassa Caule (g) | Biomassa Folha (g) | Biomassa Total (g) | Biomassa Parte aérea (g) | Relação Raiz/ parte aérea |
|-------------------|----------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|
| 176<br>(5/4/99)   | 0              | 2,30 b            | 0,35 ab            | 1,00 ab            | 3,65 b             | 1,35 a                   | 1,73 b                    |
|                   | 50             | 2,79 b            | 0,56 c             | 1,26 c             | 4,61 c             | 1,82 b                   | 1,55 b                    |
|                   | 70             | 2,53 b            | 0,49 bc            | 1,12 ab            | 4,14 bc            | 1,60 ab                  | 1,59 b                    |
|                   | 90             | 0,55 a            | 0,33 a             | 0,89 a             | 1,76 a             | 1,22 a                   | 0,44 a                    |
| 270<br>(9/7/99)   | 0              | 5,86 b            | 0,59 a             | 0,66 a             | 7,11 b             | 1,25 a                   | 4,82 c                    |
|                   | 50             | 7,16 c            | 0,76 ab            | 1,08 b             | 9,00 c             | 1,84 b                   | 4,05 bc                   |
|                   | 70             | 5,98 b            | 0,80 ab            | 0,79 a             | 7,57 b             | 1,59 ab                  | 3,83 b                    |
|                   | 90             | 2,40 a            | 1,10 b             | 1,35 c             | 4,85 a             | 2,45 c                   | 1,01 a                    |
| 371<br>(18/10/99) | 0              | 6,48 b            | 0,61 a             | 0,91 a             | 7,99 ab            | 1,51 a                   | 4,79 b                    |
|                   | 50             | 8,20 b            | 1,06 b             | 1,29 a             | 10,54 c            | 2,34 ab                  | 3,69 b                    |
|                   | 70             | 7,56 b            | 0,81 ab            | 0,80 a             | 9,17 bc            | 1,61 ab                  | 4,81 b                    |
|                   | 90             | 3,76 a            | 1,10 b             | 1,27 a             | 6,14 a             | 2,38 b                   | 1,59 a                    |
| 500<br>(24/2/00)  | 0              | 9,99 b            | 1,45 ab            | 1,92 a             | 13,37 b            | 3,37 a                   | 3,12 ab                   |
|                   | 50             | 10,23 b           | 1,26 a             | 1,53 a             | 13,02 b            | 2,79 a                   | 4,18 b                    |
|                   | 70             | 9,94 b            | 1,38 a             | 1,27 a             | 12,58 ab           | 2,65 a                   | 4,22 b                    |
|                   | 90             | 6,45 a            | 2,03 b             | 1,67 a             | 10,15 a            | 3,70 a                   | 1,78 a                    |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%.

#### Biomassa radicular

A tendência encontrada para a biomassa total com maior biomassa em 50% de sombreamento que diferiu significativamente de 90%, se manteve para a biomassa radicular (Tabela 4.4). Aos 371 e aos 500 dias de idade os tratamentos sob pleno sol, 50 e 70% foram semelhantes entre si e diferiram significativamente daquele sob 90% de sombreamento. A proporção entre a biomassa radicular sob 50% e 90% de sombreamento foi de 1,5:1 aos 500 dias de idade. Houve um incremento de quatro vezes em biomassa radicular dos 176 aos 500 dias sob 50% de sombreamento.

#### Biomassa caulinar

Com exceção da primeira medição aos 176 dias, a tendência encontrada para a biomassa total foi diferente no acúmulo de biomassa caulinar (Tabela 4.4). Aos 270 dias, a maior

média, foi encontrada sob 90% (1,04 g). Este foi similar à encontrada sob 70% e 50% de sombreamento e diferiu do pleno sol (0,59 g), tendência que continuou até os 371 dias. Aos 500 dias os tratamentos sob 90% (2,03 g) e sob pleno sol apresentaram as médias superiores aos demais tratamentos. Houve um incremento de 6,8 vezes em biomassa caulinar dos 176 dias aos 500 dias sob 90% de sombreamento e de 4,2 vezes sob pleno sol enquanto esta proporção esteve entre 2 e 3 para os demais tratamentos.

#### Biomassa foliar

Após a primeira medição, o maior acúmulo de biomassa (Tabela 4.4) foi encontrado sob 90% de sombreamento (1,35 g) que diferiu dos demais tratamentos aos 270 dias. A menor produção de biomassa foliar foi encontrada sob pleno sol (0,66 g) nesta ocasião, que coincide com o período seco (Julho). Aos 371 dias e aos 500 dias não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos por Tuckey a 5%.

A tendência de maior biomassa no tratamento mais sombreado (90%), foi também encontrada na parte aérea (caulinar e foliar), após a primeira medição. Em julho, no período seco, as plantas com 270 dias de idade, apresentaram o maior acúmulo de biomassa sob 90% de sombreamento (2,45 g) que foi cerca de duas vezes superior àquela encontrada sob pleno sol. Esta tendência persistiu aos 371 dias mas, aos 500 dias não foi encontrada diferença significativa.

#### Relação Raiz/Parte Aérea

Em todas as amostragens, a relação de biomassa raiz/parte aérea foi significativamente menor no caso de 90% de sombreamento (Fig. 4.5, Tabela 4.4). O acúmulo de biomassa radicular foi maior do que a aérea em todos os tratamentos, exceto aquele sob 90% de sombreamento aos 176 dias de idade, que apresentou a relação biomassa de raiz/parte aérea menor que 1 (0,44).

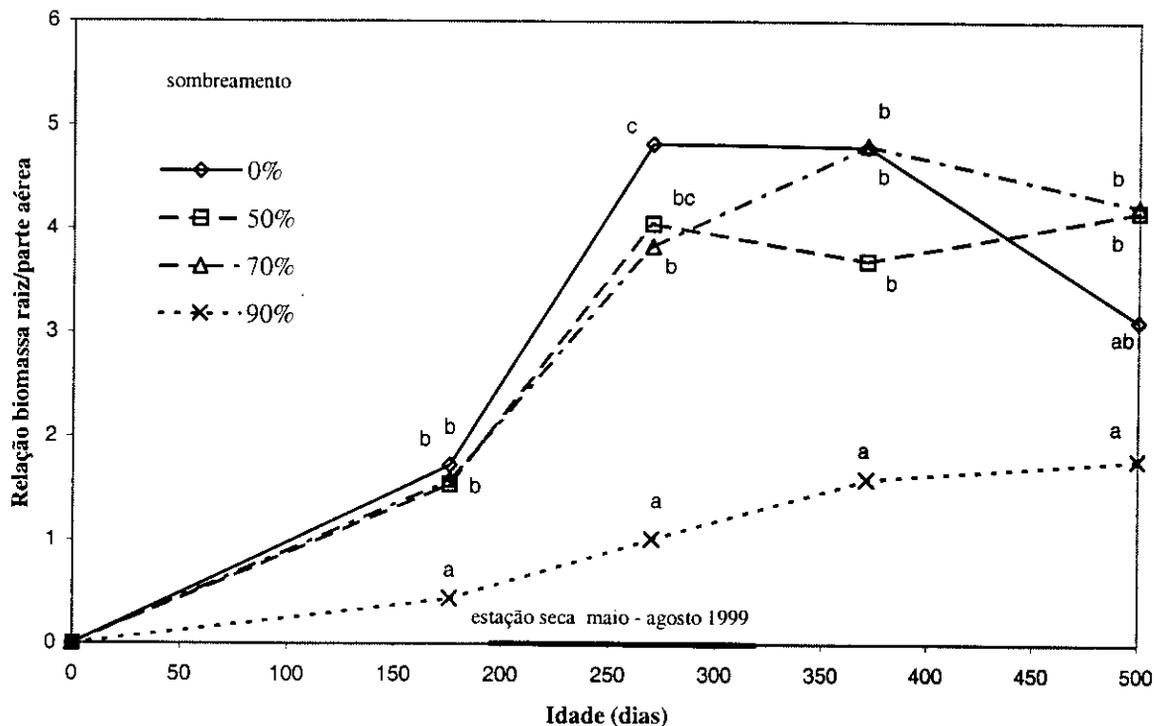


Figura 4.6. Efeito de sombreamento sobre a relação biomassa raiz/parte aérea em plântulas de *Acacia tenuifolia*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%.

#### Repartição de Biomassa

O acúmulo de biomassa sob pleno sol foi 25% superior ao encontrado nas plantas sob 90% de sombreamento (Tabela 4.4). Neste tratamento, o mais produtivo, a biomassa total aos 500 dias repartiu-se entre as partes da planta na seguinte proporção: 74,75% na raiz, 10,86% no caule e 14,38% nas folhas. Enquanto no tratamento menos produtivo, plantas sob 90% de sombreamento, a repartição de biomassa total aos 500 dias seguiu as seguintes proporções: 63,57% na raiz, 19,97% no caule e 16,43% nas folhas, indicando um maior investimento na parte aérea, principalmente no caule. Nesta ocasião, a biomassa radicular sob pleno sol foi 55% superior a encontrada sob 90% de sombreamento.

## Taxa relativa de crescimento

Em todos os tratamentos, exceto naquele a 90%, houve uma taxa de crescimento relativo decrescente com o tempo ( $0,012-0,017 \text{ d}^{-1}$ ) do primeiro intervalo (0-176 dias) até logo após a terceira medição (270-371 dias), no final da estação seca, quando as taxas de crescimento variaram de  $0,0007-0,0019 \text{ d}^{-1}$  (Figura 4.7, Tabela 4.5). As taxas de crescimento foram significativamente menores para as plantas sob 90% de sombreamento em relação aos outros tratamentos no primeiro período de observação, e estas não decresceram no segundo período. O maior crescimento relativo encontrado no segundo período para o tratamento de 90% foi devido ao não decréscimo do crescimento da parte aérea ( $0,008 \text{ d}^{-1}$ ) em relação ao primeiro período (houve a manutenção da taxa de crescimento em relação ao primeiro período) enquanto os outros tratamentos não registraram crescimento na parte aérea. Além disso, o crescimento radicular foi crescente comparado aos demais tratamentos que apresentaram declínio. Com a nova estação chuvosa, as taxas de crescimento, de modo geral, começaram a incrementar. Taxas de crescimento superiores foram encontradas nas raízes comparadas com as porções aéreas. A taxa média de crescimento encontrada para esta espécie foi de  $0,017 \text{ (d}^{-1}\text{)}$  para os 176 dias.

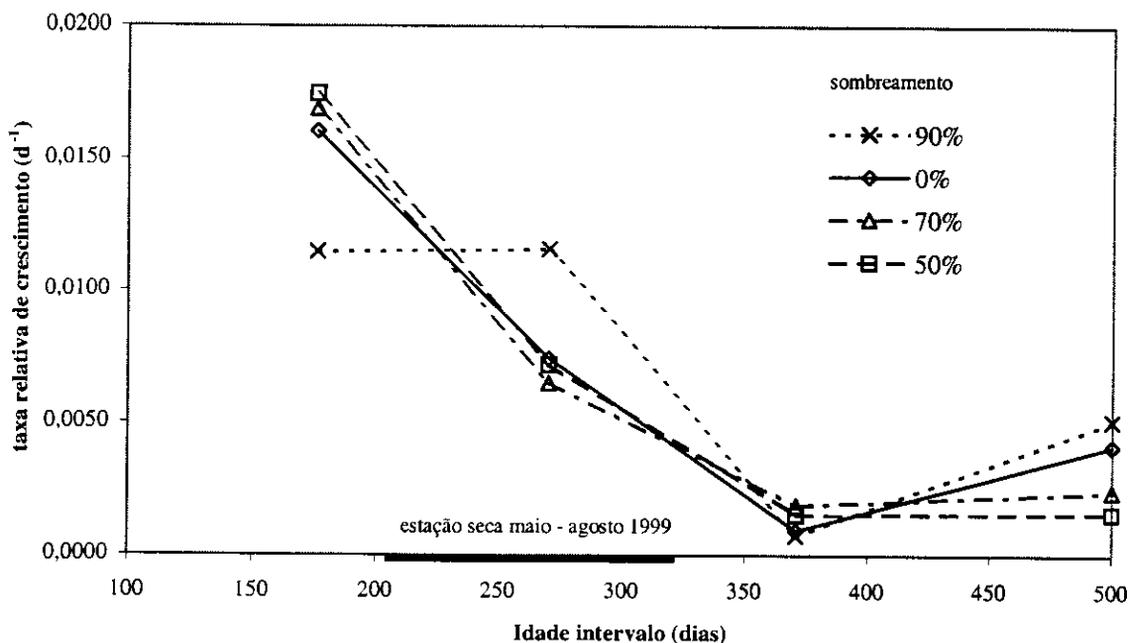


Figura 4.7. Efeito do sombreamento sobre a Taxa relativa de crescimento de plântulas de *Acacia tenuifolia*.

Tabela 4.5. Efeito de sombreamento sobre a TRC (d-1) em raízes e parte aérea de *Acacia tenuifolia*

| Intervalo de idade/dias | 0 %    |          | 50 %   |          | 70 %   |          | 90 %   |          |
|-------------------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|
|                         | Raiz   | p. aérea |
| 0 - 176                 | 0,0133 | 0,0104   | 0,0144 | 0,0122   | 0,0141 | 0,0115   | 0,0046 | 0,0094   |
| 176 - 270               | 0,0104 | -0,0007  | 0,0104 | -0,0001  | 0,0092 | -0,0001  | 0,0165 | 0,0082   |
| 270 - 371               | 0,0008 | 0,0013   | 0,0013 | 0,0023   | 0,0023 | 0,0001   | 0,0026 | -0,0016  |
| 371 - 500               | 0,0035 | 0,0066   | 0,0017 | 0,0011   | 0,0021 | 0,0036   | 0,0057 | 0,0045   |

## Discussão

O crescimento e a produção de biomassa estiveram dentro da amplitude ou, relativamente superiores, aos valores encontrados para espécies de mata de galeria (Felfili *et al.* 2000b). De modo similar àquelas espécies, *Acacia tenuifolia* também apresentou capacidade de aclimação às variações nos níveis de luz, verificado inclusive, pelo maior alongamento do caule sob 90%. A relação raiz/parte aérea foi mais elevada para *Acacia tenuifolia* do que para várias espécies de mata de galeria (Felfili *et al.* 2000b), esta característica é provavelmente associada aos ambientes onde as plantas crescem naturalmente. Plantas de mata de galeria apresentam um sistema radicular pouco profundo com raízes espalhadas lateralmente, a grande maioria encontrada a uma profundidade de 1 m (Felfili 1994), aproveitando a umidade superficial do solo. As plantas de floresta estacional necessitam de um sistema radicular profundo e de acúmulo de reservas e água em função do déficit hídrico que limita o seu crescimento na estação seca. Muitas plantas se estabelecem nas áreas de afloramento de rochas calcárias pela penetração de suas raízes em fendas.

Experimentos de sombreamento com oito espécies arbóreas de matas de galeria do Brasil Central (Mazzei *et al.* 1997; 1998; 1999; Rezende *et al.* 1998; Salgado *et al.* 1998; 2001; Felfili *et al.* 1999; Sousa-Silva *et al.* 1999) mostraram que as espécies desenvolveram-se melhor quanto à produção total de biomassa sob condições intermediárias de luz (50-70%) ou no caso de *Cabralea canjerana* em pleno sol, assim como *A. tenuifolia*. Seis espécies apresentaram a menor relação raiz/parte aérea (que variou de 0,4 a 0,8) sob 90% de sombreamento como verificado para *A. tenuifolia*. No entanto, a relação raiz/parte aérea

(1,8) sob 90% de sombreamento, apresentada por *A. tenuifolia* representou mais do que o dobro da encontrada para aquelas espécies. Este resposta ao sombreamento é mais pronunciada em espécies de rápido crescimento segundo Lambers e Porter (1992). *A. tenuifolia* apresentou a maior relação raiz/parte aérea (4,2) na clareira mesmo comparada com espécies de comportamento similar nas matas de galeria como *Cabralea canjerana*, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Copaifera langsdorfii* e *Schefflera morototoni* (que variam 1,6-3,0). O maior desenvolvimento da parte radicular da espécie de floresta estacional indica uma adaptação ao clima sazonal, onde as plantas, naquele ambiente, estão sujeitas a um estresse hídrico mais acentuado do que as plantas nas matas de galeria.

O comportamento de *Acacia tenuifolia* evidenciou sua característica heliófila com a menor produção de biomassa sob 90% de sombreamento e uma tendência ao estiolamento, comum em espécies intolerantes à sombra, sob estresse luminoso como evidenciado também por Fetene & Feleke (2001) em um estudo de espécies arbóreas de floresta seca afro-montana.

A capacidade de aclimação às condições de sombreamento e o melhor desempenho nos ambientes mais iluminados condizem com as variações na intensidade luminosa às quais a espécie está exposta no ambiente de floresta estacional. Reis *et al.* (1994) analisaram o crescimento de mudas de espécies comumente encontradas em florestas estacionais, angico-vermelho (*Piptadenia peregrina* (L.) Benth.), ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nichols), jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All.) e sobrasil (*Colubrina rufa* Reiss), aos 17 meses, sob 0%, 30% e 50% de sombreamento e também encontraram um maior crescimento em altura com o aumento do sombreamento, sendo o maior desenvolvimento encontrado sob 50% para o angico-vermelho (120,31 cm), 34,46 cm para o ipê-amarelo, 116,53 cm para o jacarandá-da-bahia e 111,03 cm para o sobrasil.

O aumento do sombreamento estimulou o crescimento do caule em detrimento da raiz. A expansão da raiz pivotante central (com aparência de cenoura) foi menor sob 90% de sombreamento. O menor desenvolvimento sob a condição de maior sombreamento nas condições de viveiro indica que este fator é limitante para a espécie principalmente

considerando as condições de campo onde a competição com outras espécies, a predação e as condições abióticas são desfavoráveis ao estabelecimento.

Estes resultados condizem com a avaliação de 15 espécies arbóreas de uma floresta semi-decídua realizado por Augspurger (1984), onde o melhor desenvolvimento para todas espécies foi encontrado em condições intermediárias de luz, apesar de algumas das espécies tolerarem baixas intensidades luminosas, mas sem apresentarem um crescimento significativo.

Nenhum nódulo foi encontrado em qualquer porção do sistema radicular desta planta em qualquer período estudado confirmando vários estudos que indicam a ausência de nodulação para a maioria das espécies de *Acacia* do subgênero *Aculeiferum* secção *Monacantha*. (De Faria *et al.* 1989, Timberlake *et al.* 1999).

Há relativamente poucos estudos sobre a nodulação de Acácias Sul Americanas da secção *Monacantha*, mas na África, as espécies nessa secção que são mais relacionadas com *A. tenuifolia*, parecem não produzir nódulos (Timberlake *et al.* 1999). Pode ser também, que tipos apropriados de *Rhizobium* ou *Bradyrhizobium* não estavam presentes nesses solos, como tem sido demonstrado para várias Acácias africanas (Njiti & Galiana 1996). As informações sobre a capacidade das Acácias Sul Americanas nodularem são conflitantes na literatura (De Faria *et al.* 1989, Moreira *et al.* 1992, De Souza *et al.* 1994) de modo que estas observações vem confirmar a ausência de nodulação para esta espécie. Em contraste, nodulação no subgênero *Acacia* é comum, inclusive em *A. farnesiana* provavelmente nativa do Brasil (Barros & Barbosa 1995).

A caducifolia e o ritmo de crescimento estacional, típico das espécies de florestas decíduas, mantiveram-se mesmo estando as mudas sob irrigação por aspersão em viveiro indicando que esta é uma característica genética reforçando os resultados encontrados por Wright & Cornejo (1990). Estes autores irrigaram trechos de floresta estacional na Ilha de Barro Colorado e verificaram que a maioria das plantas também manteve o ritmo estacional a despeito do suprimento regular de água.

As taxas de crescimento relativo foram superiores na porção radicular do que na parte aérea conforme já registrado para espécies de Cerrado (Eiten 1972, Moreira & Klink 2000, Felipe & Dale 1990). Até os 176 dias, as taxas de crescimento foram superiores sob 50 e 70% de sombreamento. Valladares *et al.* 2000 acompanharam o crescimento de congêneres de *Psychotrya* por cerca de um ano e verificaram que as espécies heliófilas, colonizadoras de clareira, apresentaram maiores taxas de crescimento relativo em condições intermediárias de luz em um experimento com diferentes níveis de sombreamento também simulados em casa de vegetação.

As taxas de crescimento relativo encontradas parecem baixas quando comparadas com estudos já publicados, revisados por Kitajima 1996, para florestas tropicais, cujas médias variam de 0,06 ( $d^{-1}$ ) para pioneiras, 0,04 ( $d^{-1}$ ) para colonizadoras de clareiras a 0,02 ( $d^{-1}$ ) para tolerantes a sombra, mas, estas taxas são, na sua maioria, baseadas em plântulas com um a dois meses de idade. A taxa de crescimento de 0,017 ( $d^{-1}$ ) encontrada para esta espécie é compatível com a taxa de 0,015 ( $d^{-1}$ ) registrada para a leguminosa arbórea de cerrado *Sclerolobium paniculatum* dos 30 aos 150 dias de idade (Moreira & Klink 2000). Dentre as dez espécies estudadas pelos referidos autores, as taxas variaram de (0,013 ( $d^{-1}$ )) para *Aspidosperma macrocarpon* a (0,03 ( $d^{-1}$ )) para *Alibertia edulis*. Felipe e Dale (1990) registraram taxas decrescentes a partir de 0,018 ( $d^{-1}$ ) para plântulas de *Qualea grandiflora* aos 50-78 dias de idade até 0,008 ( $d^{-1}$ ) para o intervalo entre 104-127 dias.

## Conclusão

*Acacia tenuifolia* mostrou plasticidade em relação às diferentes condições de luminosidade com melhor desenvolvimento nas condições de pleno sol e até 70% de sombreamento. O estresse causado pelo sombreamento de 90% provocou um menor desenvolvimento nas plantas mesmo na condição de viveiro, onde são submetidas a irrigação e protegidas de competição. Portanto, o sombreamento pode limitar a ocorrência desta espécie nas condições de dossel fechado das matas de galeria.

O desenvolvimento inicial da espécie, em viveiro, foi condizente com os padrões esperados para as espécies de floresta estacional, desenvolvendo-se melhor nas condições menos

sombreadas e investindo na formação de raízes tuberosas. A fenologia foliar apresentou um ritmo estacional acompanhando o clima.

Os melhores desenvolvimentos em matéria seca e em variáveis alométricas ocorreram a pleno sol e em condições intermediárias de sombra, típicas dos ambientes encontrados naturalmente nas florestas secas.

## 5. Repartição de biomassa de plântulas em *Acacia martiusiana* em diferentes condições de sombreamento.

### Abstract

*Acacia martiusiana* is a woody climber, of the Leguminosae family, which in central Brasil occurs in the gallery and to a lesser extent the dry seasonal forests. The role of vines in the dynamics of gallery forests and in tropical forests in general is poorly understood, and the hypothesis of this study is that *A. martiusiana* is a pioneer species, which colonises gaps and disturbed areas in gallery forests. The objective was test if shading levels limit its initial development. The study was undertaken at the forest nursery located at 15°56'56" S e 47°55'56" W in the University of Brasilia farm Fazenda Agua Limpa. Four levels of shading (0%, 50%, 70% and 90%) were used with 40 plants randomly arranged per treatment. Over 70% of the seed collected was predated by bruchids. At 385 days, significantly greater heights were found at 90% shading (53,95 cm), compared with the least at 0% (26,29 cm) but the greatest diameter (5,3 mm) and biomass (17,4 g) was found at the 50% shade and the least biomass at 0% (9.9 g). Shoot biomass was significantly greater at 50% shade. Shoot biomass accumulated significantly more in 50% shade (9.7 g) than the other treatments. Biomass accumulation in 50% (gap condition) was 85% greater than achieved in direct sun (0%) and 51% greater than under a closed canopy (90% shade). The relative growth rate varied between 0,017-0,018 d<sup>-1</sup> from 0-270 days old., which were similar values recorded for legume tree species from 15-150 days old. Height growth of this climber was superior to seven tree species submitted to similar conditions as well as being superior to *A. tenuifolia*, a congeneric species from the seasonal dry forests. About 24 to 30 % of the total biomass was found in the leaves, and about 50% in the shoots, indicating an elevated shoot productivity. This showed an adaptive plasticity to different light conditions, with the best development under intermediate shading levels (50 and 70%) found in gaps. Direct sun throughout the day or intense 90% shade appear to reduce its potential growth and biomass accumulation.

**Key-words:** light, growth, *Acacia martiusiana*, liana, gallery forest, tropics.

## Resumo

*Acacia martiusiana* é uma trepadeira lenhosa, da família Leguminosae, que ocorre nas matas de galeria do Brasil Central. O conhecimento sobre o papel das trepadeiras lenhosas na dinâmica sucessional das matas de galeria e mesmo nas florestas tropicais de um modo geral, ainda é escasso de modo que neste trabalho partiu-se da hipótese que *A. martiusiana* é uma espécie pioneira, colonizadora de clareira, mas restrita aos ambientes perturbados de mata de galeria. O objetivo foi testar se o sombreamento limita o desenvolvimento de plântulas de *Acacia martiusiana*. O estudo foi conduzido no viveiro florestal da Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília no Distrito Federal que se localiza a 15°56'56" S e 47°55'56" W. O delineamento consistiu de quatro tratamentos com 40 plântulas distribuídas aleatoriamente por tratamento. Os níveis de sombreamento utilizados foram: 0%, 50%, 70% e 90%. Um elevado número de predadores da família Bruchidae foi encontrado nas sementes e sete parasitos dos predadores. Aos 385 dias de idade, a maior média de altura foi 53,95 cm sob 90% de sombreamento e a menor foi 26,29 cm sob pleno sol. Nessa ocasião, a maior média de diâmetro foi 5,3 mm sob 50% de sombreamento. O maior acúmulo de biomassa total ocorreu sob 50% de sombreamento (17,4 g/planta) que diferiu significativamente de 90% e do pleno sol com 9,9 g/planta. A biomassa da parte aérea foi maior sob 50% de sombreamento (9,7 g) e diferiu das demais. O acúmulo de biomassa na condição de clareira (50%) foi 85% superior ao encontrado nas plantas sob pleno sol e 51% maior do que sob dossel fechado (90% de sombreamento). A taxa relativa de crescimento variou entre 0,017-0,018 d<sup>-1</sup> aos 270 dias de idade, valores compatíveis com Leguminosas arbóreas de cerrado aos 150 dias de idade. O crescimento em altura desta trepadeira foi relativamente superior ao de sete espécies arbóreas submetidas à condições de sombreamento similares assim como foi superior ao da espécies de floresta estacional do mesmo gênero, *Acacia tenuifolia*. Cerca de 24 a 30 % da biomassa total está contida nas folhas, aproximadamente 50% da biomassa aérea, indicando uma elevada produtividade da parte aérea. Esta mostrou uma plasticidade adaptativa às diferentes condições de luminosidade com melhor desenvolvimento nas condições de clareira, sob 50 e 70% de sombreamento. O estresse causado pelo excesso de luz no pleno sol assim como pelo intenso sombreamento de 90% desfavorece a sua produção de biomassa.

**Palavras-chave:** luz, crescimento, *Acacia martiusiana*, liana, mata de galeria, trópicos.

## Introdução

*Acacia martiusiana* é uma trepadeira lenhosa, da família Leguminosae, que ocorre nas matas de galeria do Brasil Central (Mendonça *et al.* 1998). Leguminosae e Bignoniaceae são as maiores famílias de lianas dos neotrópicos (Gentry 1991). Das 46 taxa de *Acacia* listadas para o Brasil, cerca de 80% são lianas, ressaltando a importância destas plantas no cálculo da biodiversidade regional (Bentham 1876; Ducke 1922, 1925a, 1925b; Hoehne 1919; Barroso 1965; Burkhart 1979; Lewis 1987, 1996; Silva 1990). No Brasil central estão compiladas onze espécies de *Acacia* (Mendonça *et al.* 1998).

A dinâmica de clareiras tem sido considerada fundamental na manutenção da elevada diversidade de florestas tropicais úmidas onde pode ser encontrado um mosaico de condições de luz em função de diferentes níveis de abertura do dossel (Denslow 1980). As espécies pioneiras são as primeiras a colonizarem as clareiras onde a incidência de luz e calor modifica o microclima tornando o ambiente desfavorável para espécies arbóreas, especialmente aquelas umbrófilas. Estas e outras pioneiras ao recobrirem o solo, produzem matéria orgânica ao longo do tempo, amenizam o ambiente mais aberto, quente e seco da clareira criando novamente condições para o estabelecimento de espécies umbrófilas.

Gramíneas, samambaias do gênero *Pteridium* e bambus são os colonizadores iniciais mais abundantes nas clareiras grandes das matas de galeria (Felfili 1997). *Acacia martiusiana* parece suceder a essas espécies em áreas perturbadas. As trepadeiras são, em geral, abundantes e apresentam elevada diversidade nas clareiras em florestas tropicais úmidas (Putz 1984) especialmente aquelas sob clima que apresenta alguma estacionalidade e as periodicamente inundáveis (Gentry 1991). Croat (1978) listou 175 espécies de lianas em Barro Colorado, sendo várias delas trepadeiras lenhosas. Balée & Campbell (1990) listaram 441 indivíduos, 142 espécies em 89 gêneros e 36 famílias em uma parcela de 1 ha (10 x 1000 m) em uma floresta de Terra Firme com cipó na Amazônia brasileira.

Nas matas de galeria porém, as lianas são pouco abundantes e apresentam menor diversidade florística. No entanto, estão compiladas oito espécies de *Acacia* para o Brasil Central (Mendonça *et al.* 1998), e sete destas são trepadeiras.

Por serem faixas estreitas de florestas mesofíticas circundadas por ambientes savânicos as matas de galeria apresentam uma dinâmica intensa, as clareiras são geralmente pequenas e rapidamente colonizadas de modo que o percentual de espécies pioneiras em floresta não perturbada é menor que 10% do número total de espécies (Felfili 1995, 1997, 2000). A contribuição das lianas na biomassa total de florestas tropicais raramente ultrapassa 5% da biomassa aérea (Hegarty & Caballé 1991) reforçando as estimativas de Whitmore (1990) em relação a baixa densidade, menor que 10% do total, das espécies pioneiras em florestas tropicais não perturbadas.

O conhecimento sobre o papel das trepadeiras lenhosas na dinâmica sucessional das matas de galeria e mesmo nas florestas tropicais de um modo geral ainda é escasso. Estas colonizam as clareiras e são muito eficientes na cobertura do solo pois expandem-se tanto verticalmente como horizontalmente. Segundo Putz (1984) a maioria das espécies de lianas são heliófilas mas, a existência de troncos finos que lhes sirvam de suporte nas clareiras pode ser o principal determinante da sua ocorrência. Schnitzer *et al.* (2000) sugerem que lianas parecem inibir a sobrevivência de espécies não pioneiras nas clareiras, favorecendo as pioneiras e sendo então um importante componente da sucessão florestal. Esta característica é compatível com a sugestão de Gilbert *et al.* (2001) de que a folhagem e arquitetura das plantas de cada grupo funcional, pioneiras e não pioneiras, proporcionam níveis de sombreamento que desfavorecem o desenvolvimento de plantas do grupo oposto.

Indivíduos de *Acacia martiusiana* geralmente ocorrem em baixas densidades, ocupando clareiras e bordas. Esta cresce até o nível do dossel (acima de 20 m em matas de galeria), possui folhas bipinadas, e numerosos acúleos espalhados pelas quinas dos ramos que apresentam quatro faces e ao longo da parte inferior da ráquis (ráque e pecíolos são pilosos) das folhas, estas estruturas permitem a planta subir e afixar-se nos troncos das árvores vizinhas. Caso contrário esta se espalha pela superfície do solo e pode crescer verticalmente sem apoio até cerca de 2 m (observação pessoal). È comumente conhecida como Unha de Gato e vamos-junto, que é um nome que reflete

seus terríveis acúleos. Floresce em fevereiro, e após a polinização por insetos (principalmente abelhas) os frutos desenvolvem dentro de três a quatro meses em vagens planas e deiscentes com muitas sementes com a forma de discos planos. Geralmente apenas 1-2 vagens por inflorescência atingirão a maturidade, mas muitas centenas de vagens e milhares de sementes podem ser produzidas em um bom ano, provavelmente contribuindo também, para o banco de sementes no solo.

Hipótese:

*Acacia martiusiana* é uma espécie pioneira, colonizadora de clareira, mas restrita aos ambientes perturbados de mata de galeria, por não tolerar sombreamento.

O objetivo deste trabalho foi testar se o sombreamento limita ou não o desenvolvimento de plântulas de *Acacia martiusiana*.

## **Materiais e Métodos**

### Coleta de sementes e solos

As sementes de *A. martiusiana* foram coletados na mata de galeria do córrego Escondido (antigo Monjolo) na Reserva Ecológica do IBGE na APA Gama e Cabeça de Veado no Distrito Federal (15°55'52"S 47°53'04"W). Mais do que 30 indivíduos foram identificados aleatoriamente em toda a população e as vagens foram coletadas em toda a copa. Sementes aparentemente saudáveis e não danificados por besouros (por espécies da família *Bruchidae*) foram extraídas de suas vagens e guardadas em sacos de papel em um lugar seco. Depois da coleta ainda saíam brocadores de sementes aparentemente boas sendo periodicamente necessário limpar o estoque de sementes. Estas sementes estavam muito predadas e conseqüentemente a germinação foi relativamente baixa, uma taxa em torno de 30% e foi efetuado um novo semeio para compensar a baixa taxa de germinação, usando três sementes por saco, sendo efetuada a repicagem dos plântulas logo após a germinação, ficando apenas uma por recipiente.

Para quantificar o nível de predação de sementes e de abortamento, a continuidade da predação ao longo do tempo e se houve diferenças entre a predação na borda e no

interior da mata do Escondido, foram selecionados 18 indivíduos, nove localizados na borda da mata e nove no interior. O critério de seleção para a área da borda, foi a presença de capim ao lado do indivíduo. De cada indivíduo foram escolhidas, ao acaso, dez vagens nas quais foram medidos o número de sementes abortadas, saudáveis e brocadas (o critério foi a presença do buraco produzido pelo broquídeo em cada semente). A seguir, as sementes aparentemente saudáveis foram monitoradas ao longo de 69 dias após colheita, e cada uma a duas semanas as sementes brocadas foram separadas e contadas.

O solo para o experimento em viveiro foi coletado da superfície (0-20 cm), onde populações de *Acacia martiusiana* foram abundantes em áreas de vegetação nativa sem distúrbio e onde não corre muita água na época das chuvas. Foi coletado 250 - 300 kg de solo, no mesmo local em que as sementes. O solo foi transportado para a Fazenda Água Limpa, onde ficou armazenado na sombra de um galpão. Cada solo foi peneirado (4 mm) e o cascalho e as raízes foram separados. Na ocasião do enchimento dos sacos plásticos as pedras (menos de 2 cm diâmetro), separadas anteriormente, foram novamente misturadas com o solo para reduzir a compactação. As dimensões dos sacos de plástico foram de 15 cm x 25 cm com perfurações laterais e estes, quando cheios contiveram aproximadamente 1,2 kg do solo úmido.

#### Implantação do experimento

Este estudo foi conduzido no viveiro florestal da Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília no Distrito Federal que se localiza a 15°56'56"S e 47°55'56" W, com altitude aproximada de 1100 metros. O clima é marcadamente sazonal (ver Fig. 4.1), com uma estação seca de maio até agosto, a precipitação média anual (1996-1999) foi de 1.351 mm, e a temperatura média foi de 22,8°C conforme a estação climatológica do IBGE (15°56'41"S 47°53'07"W, 1100 m).

As sementes foram escarificadas pelo corte do tegumento na área oposta à micrópila e foram semeadas em uma casa de vegetação com 50% de sombreamento, em 11 de outubro de 1998. Utilizou-se duas sementes em cada saco plástico, a uma profundidade de 1 a 2 vezes o tamanho da semente. A germinação foi baixa e em seguida, foi efetuado um novo semeio para compensar a baixa taxa de germinação e as plântulas excedentes

em cada saco, foram repicadas. O período de germinação estendeu-se por 15 dias no qual observou-se a emergência de plantas dos dois lotes, portanto, as mudas produzidas foram consideradas como um só conjunto.

Aos 163 dias de idade, as plântulas foram removidas, medidas e separadas em dois grupos por data de semeadura e dos dois grupos foram escolhidas aleatoriamente e colocadas sob diferentes níveis de sombreamento (quatro tratamentos).

O delineamento experimental consistiu de quatro tratamentos com um mínimo de 40 repetições (plantas) distribuídas aleatoriamente por tratamento. Os quatro tratamentos de sombreamento utilizados foram 0% (plântulas sob pleno sol); 50% em casa de vegetação com laterais de sombrite verde e teto transparente procurando imitar uma condição de clareira; 70%, com cobertura de sombrite verde procurando imitar uma condição de dossel em fase de fechamento; 90%, com cobertura de sombrite verde imitando uma condição de dossel fechado. Estes tratamentos já estão sendo usados em experimentos na Fazenda Água Limpa (ver capítulo 4). Os níveis percentuais de sombreamento foram medidas nas estações chuvosa e seca e as curvas estão publicadas (Felfili *et al.* 1999).

Todas as plantas foram avaliadas quanto a altura, diâmetro, e produção de folhas em 23/3/1999, 5/7/1999 e 1/11/1999. Avaliou-se a matéria seca aérea e subterrânea além do comprimento das raízes e evidência de nodulação em dez plantas amostradas aleatoriamente em 8/7/1999, 3/11/1999. Cada tratamento contou com um mínimo de 20 repetições para a avaliação estatística do crescimento e produção de folhas e com dez repetições para a avaliação de biomassa.

Para medir os diâmetros foi usado um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. Em cada amostragem destrutiva as raízes das plantas foram lavadas com água sobre uma mesa com cobertura de varias camadas de sombrite para não perder as raízes finas antes de separá-las e colocá-las em sacos de papel anotados. A matéria seca foi determinada após a secagem do material em uma estufa a 70°C por um mínimo de dois dias até atingir massa constante. Uma balança analítica com precisão de 0,001 g foi usada para determinar a massa da matéria seca.

## Análise estatística

Foi efetuada a análise de variância para as variáveis altura, diâmetro do coleto, número de folhas e de pinas e massa de matéria seca da porção radicular, caulinar, foliar e biomassa total. Foram aplicados os testes F e de Tuckey a 5%. A normalidade foi checada pelo teste de Bartlett e quando esta não foi atingida, foram efetuadas transformações pelo método Box-Cox (Sokal & Rolf 1981).

A Taxa Relativa de Crescimento (TRC) foi calculada usando

$$TRC = \frac{\overline{\ln(M_2)} - \overline{\ln(M_1)}}{t_2 - t_1}$$

onde  $\overline{\ln(M_1)}$  e  $\overline{\ln(M_2)}$  são as médias de matéria seca por planta transformada logaritmicamente (ln) nos tempos  $t_1$  e  $t_2$  (Venus & Causton 1979).

## Resultados

### Análise da predação de sementes

A limpeza e a seleção das sementes são apenas parcialmente eficientes, pois até que o predador deixe as sementes, há pequena evidência externa da presença dos mesmos. Uma maneira de checar é colocá-las em um recipiente com água, pois a maioria das sementes mais intensivamente predadas irá flutuar enquanto as não predadas irão afundar.

Foram amostradas 180 vagens, 90 da borda e 90 no interior da mata. Houve significativamente, mais médias de sementes por vagem e sementes saudáveis por vagem nas plantas do interior do que na borda da mata. Cerca de 56% das sementes por vagem foram encontradas saudáveis no interior da mata e só 46% na borda (Tabela 5.1). Não houve diferenças significativas entre as sementes abortadas e as sementes brocadas entre a borda e o interior da mata mas, as médias foram maiores na borda da mata.

Tabela 5.1. Efeito do ambiente sobre a fecundidade das plantas de *Acacia martiusiana*

|       | Média de sementes/vagem | No de sementes abortadas/vagem | No de sementes brocadas/vagem | No de sementes 'saudáveis'/vagem |
|-------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Mata  | 9,71 a                  | 2,0 a                          | 2,24 a                        | 5,47 a                           |
| Borda | 8,97 b                  | 2,3 a                          | 2,51 a                        | 4,15 b                           |

Há uma maior variação ao longo do tempo nas plantas da borda do que entre as plantas no interior da mata em no. de sementes saudáveis (Fig. 5.1 ). Após 69 dias pode-se notar diferenças em número de sementes saudáveis entre as plantas do interior da mata (média de 32,2/10 vagens) e aquelas da borda (média de 14,7/10 vagens).

As sementes foram pequenas, o peso da semente foi avaliado para a população obtendo-se uma média de 0,04 g (n=460), sendo que o número de sementes saudáveis produzidas por árvore variou entre 200 a 570.

#### Predadores e parasitos

Um elevado número de predadores da família Bruchidae foi encontrado nas sementes (ainda não identificados) e sete parasitos dos predadores (Tab. 5.2, identificados por John Le Salle do Museu Britânico da Historia Natural em Londres). Houve diferenças entre localidades da mata, com uma espécie só encontrada na borda, e uma só encontrada no interior da mata. Todas as identificações não estão listados para o gênero *Acacia* em Silva *et al.* (1968) e são provavelmente novas para o Brasil.

Tabela 5.2. Identificação do parasitos encontrados nas sementes de *Acacia martiusiana*

| Família           | Gênero                | Borda da mata | Interior da mata |
|-------------------|-----------------------|---------------|------------------|
| Trichogrammatidae |                       | +             | +                |
| Eurytomidae       | <i>Eurytoma</i> sp.   | +             | +                |
| Eurytomidae       | <i>Chryseida</i> sp.  | +             | +                |
| Pteromalidae      | <i>Lycus</i> sp.      | +             | +                |
| Eupelmidae        | <i>Eupelmus</i> sp.   | +             | +                |
| Eulophidae        | <i>Horismenus</i> sp. |               | +                |
| Braconidae        |                       | +             |                  |

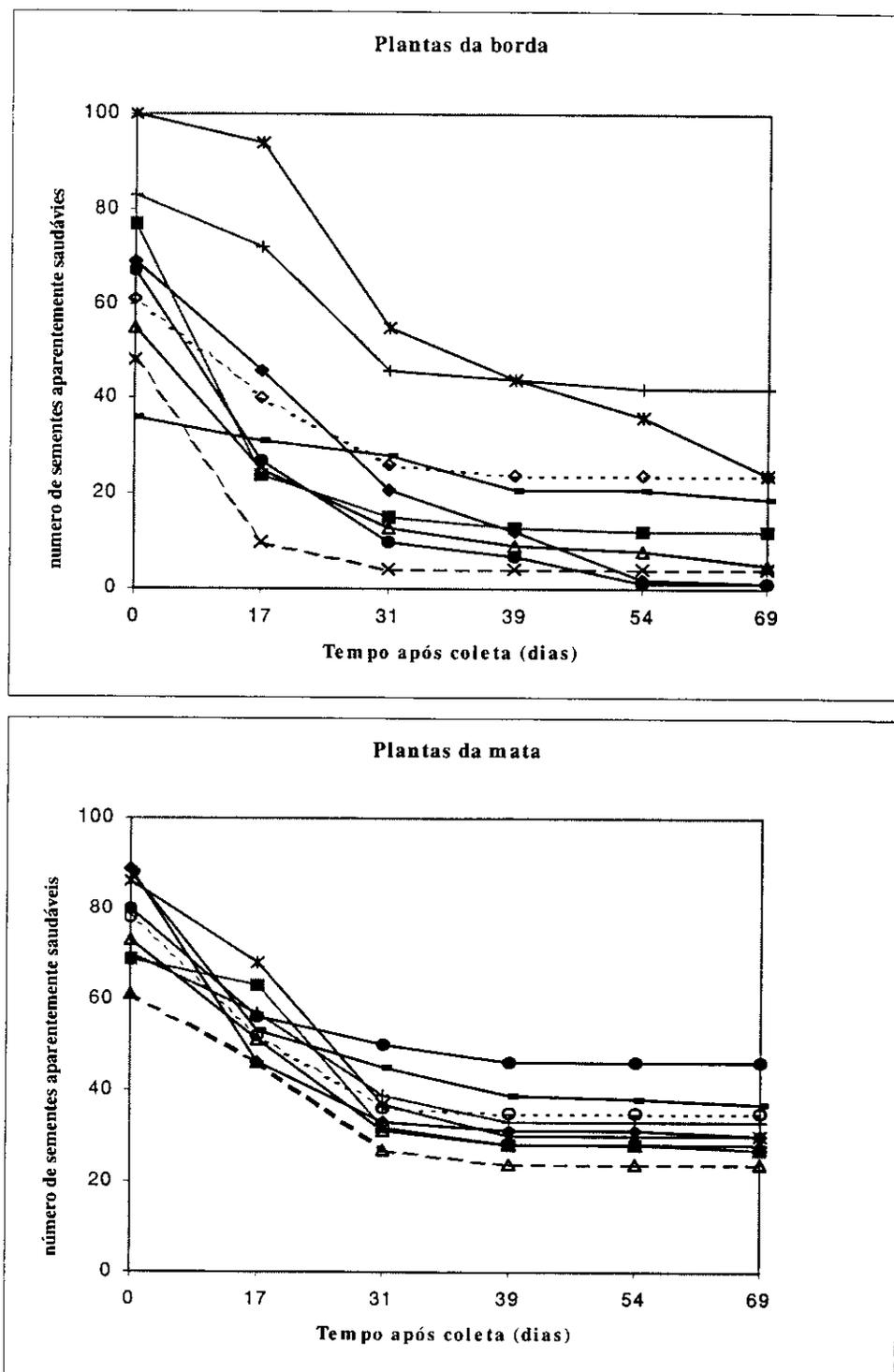


Figura 5.1. Predação de sementes de *Acacia martusiana* aparentemente saudáveis quando colhido de 9 plantas na borda e 9 plantas dentro na mata de galeria do Escondido. Cada linha e uma planta (10 vagens/planta).

A germinação foi rápida, com o hipocótilo emergindo da semente dentro de 24 a 48 horas após a sementeira, mas, as plântulas só emergiram após 15 dias.

#### Avaliação de crescimento

Não foram detectadas diferenças significativas entre as plantas quando estas foram submetidas aos tratamentos aos 163 dias meses de idade, o que indicou a homogeneidade desses grupos de plantas (Tabela 5.3).

Houve diferenças significativas entre os tratamentos aos 267 dias de idade, 104 dias após terem sido submetidas aos tratamentos, com a maior média de altura sob 90% de sombreamento (33,3 cm), que diferiu da média encontrada sob pleno sol (26,11 cm) (Fig. 5.2 & Tab. 5.3). Houve também, diferenças significativas para as médias de diâmetro entre os tratamentos, as plantas a 90% de sombreamento apresentaram a menor média (3,32 mm), que diferiu da maior média encontrada sob 50% (4,06 mm) e 70% de sombreamento (Tabela 5.3).

#### Altura e Diâmetro

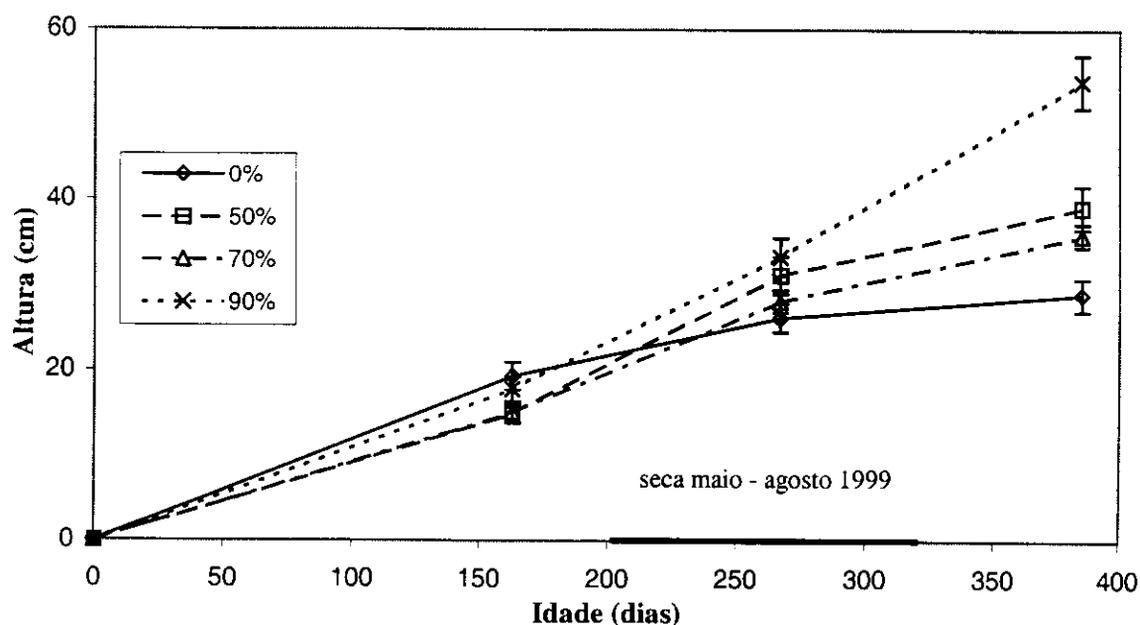


Figura 5.2. Efeito de sombreamento sobre o crescimento (altura) de plântulas de *Acacia mariosiana*. As barras indicam a média mais ou menos o intervalo de confiança ( $P > 0,05$ ).

Aos 385 dias de idade (222 dias após terem sido submetidas aos tratamentos), a tendência em altura continuou, quando a maior média de altura foi 53,95 cm sob 90% de sombreamento e a menor foi 26,29 cm sob pleno sol. Houve um forte alongamento do caule no tratamento mais sombreado, quando a relação de altura/número de internos por planta para 0% (1,3 cm) e 90% (3,0 cm) é comparada. A maior média de diâmetro, aos 267 dias, foi 5,3 mm sob 50% de sombreamento que diferiu significativamente da menor média de 4,66 mm sob pleno sol.

#### Número de folhas e de pinas

A maior média de número de folhas foi encontrada na condição de clareira (11,5 folhas) mas não houve diferenças significativas entre tratamentos 104 dias após as plantas terem sido colocadas nos tratamentos. Na próxima avaliação, 222 dias após as plantas terem sido submetidas aos tratamentos, aos 385 dias de idade, o maior número de folhas (16,9) foi encontrado sob 50% de sombreamento, que diferiu significativamente dos tratamentos 70% (13,4) e 90% (13,6).

Tabela. 5.3. Efeito de sombreamento sobre o crescimento de plântulas de *Acacia martiusiana*.

| Idade (dias) | Sombreamento % | Altura (cm) | Diâmetro (mm) | Número de Folhas/planta | Número de Pinas/planta | Número de internós/planta |
|--------------|----------------|-------------|---------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| 163          | 0              | 19,31 a     | 2,24 a        | 9,7 a                   | 53,1 a                 | 9,7 a                     |
|              | 50             | 14,90 a     | 1,92 a        | 9,0 a                   | 44,5 a                 | 9,1 a                     |
|              | 70             | 15,08 a     | 1,96 a        | 9,1 a                   | 44,7 a                 | 9,4 a                     |
|              | 90             | 17,80 a     | 2,06 a        | 9,3 a                   | 47,6 a                 | 9,5 a                     |
| 267          | 0              | 26,11 a     | 3,52 ab       | 10,8 a                  | 84,7 ab                | 14,2 a                    |
|              | 50             | 31,15 ab    | 4,06 c        | 11,5 a                  | 99,0 b                 | 15,5 a                    |
|              | 70             | 28,08 ab    | 3,91 bc       | 10,9 a                  | 81,9 a                 | 14,1 a                    |
|              | 90             | 33,30 b     | 3,32 a        | 10,8 a                  | 84,7 ab                | 13,8 a                    |
| 385          | 0              | 29,68 a     | 4,66 a        | 15,7 bc                 | 139,0 ab               | 21,8 b                    |
|              | 50             | 40,24 b     | 5,30 b        | 16,9 c                  | 170,4 b                | 23,4 b                    |
|              | 70             | 35,89 ab    | 5,18 ab       | 13,4 a                  | 118,1 a                | 18,4 a                    |
|              | 90             | 53,95 c     | 4,75 ab       | 13,6 ab                 | 131,5 a                | 18,3 a                    |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%.

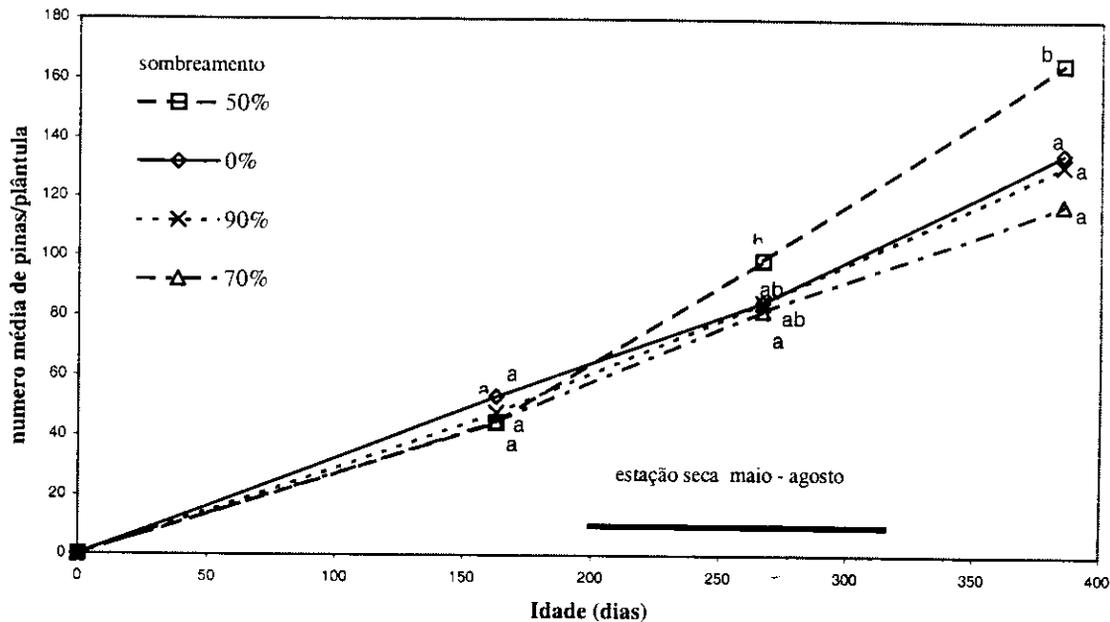


Figura 5.3. Efeito de sombreamento sobre o número médio de pinas/plântula de *A. martiusiana*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%.

Foram encontradas diferenças significativas, no número total de pinas aos 267 dias de idade, quatro meses após as plantas terem sido submetidas aos tratamentos, quando a maior média foi encontrada sob 50% de sombreamento (99,0) que diferiu significativamente da menor média encontrada sob 70% de sombreamento (81,9). Oito meses após as plantas terem sido submetidas aos tratamentos, aos 385 dias de idade, foram constatadas diferenças significativas entre as plantas a 50% de sombreamento, com a maior média (170,4), em relação às demais (Fig. 5.3). Esta foi similar à média encontrada sob pleno sol e diferiu das demais por Tuckey a 5%.

Houve diferença significativa entre a produção de folhas novas (Tabela 5.4) entre os tratamentos quando comparadas as avaliações de março e de julho quando a maior produção foi observada para as plantas sob 50% de sombreamento com o surgimento de 6,4 folhas novas. Diferenças significativas foram também detectadas entre os tratamentos com base na comparação entre julho e novembro, quando as maiores produções foram detectadas sob 50% de sombreamento e sob pleno sol, que diferiram significativamente dos demais. Não houve porém diferença significativa entre os tratamentos quanto a perda de folhas.

As folhas desta espécie apresentam nastismo, onde os folíolos e as pinas tendem a fechar e ficar voltadas para baixo sob intensa iluminação solar. Isto foi observado nas plantas em todos os tratamentos exceto em 90% onde os folíolos permaneceram no plano horizontal durante o período luminoso.

Tabela 5.4. Efeito de sombreamento sobre a produção de folhas e a perda de pinas em mudas de *Acacia martiusiana*.

| Período    | Sombreamento %                 |        |        |        |
|------------|--------------------------------|--------|--------|--------|
|            | 0                              | 50     | 70     | 90     |
|            | <b>No de folhas produzidas</b> |        |        |        |
| Mar.- Jul  | 4,10 a                         | 6,43 b | 4,67 a | 4,5 a  |
| Jul. - Nov | 6,08 ab                        | 7,28 b | 4,21 a | 4,59 a |
|            | <b>No de folhas perdidas</b>   |        |        |        |
| Mar.- Jul  | 3,25 a                         | 4,06 a | 2,92 a | 2,09 a |
| Jul. - Nov | 1,69 a                         | 2,76 a | 2,07 a | 2,00 a |

Médias seguidas pela mesma letra por período não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tuckey.

#### Biomassa

Após 107 dias sob os tratamentos (270 dias de idade), as plantas sob pleno sol mostraram maior biomassa de raiz (2,87 g), que diferiu significativamente por Tuckey a 5% (Tabela 5.5) daquela encontrada sob 90% de sombreamento (1,65 g). Outras diferenças significativas foram encontradas para a relação biomassa raiz/parte aérea que foi maior sob 70% de sombreamento (0,91) e sob pleno sol (0,85). A maior biomassa total foi encontrada sob 50% de sombreamento e a menor sob 90% (Fig. 5.4) porém, essa diferença não foi significativa ( $P=0,17$ ,  $F=1,75$ ). Houve uma grande variabilidade no crescimento dos indivíduos desta espécie, com algumas plantas acumulando muito pouca biomassa. A biomassa aérea foi maior sob 50% de sombreamento, embora a diferença não tenha sido significativa ( $P=0,06$ ,  $F= 2,69$ ).

Aos 224 dias após serem submetidas aos tratamentos, o maior acúmulo de biomassa total ocorreu sob 50% de sombreamento (17,4 g/planta) que diferiu significativamente de 90% e do pleno sol (9,9 g/planta) (Fig. 5.4). As plantas sob 50% de sombreamento acumularam mais biomassa caulinar (5,12 g) do que os outros tratamentos assim como biomassa foliar (4,47 g), que foi semelhante por Tuckey a 5% daquela encontrada sob

90% e 70%. O menor acúmulo de biomassa foliar ocorreu sob pleno sol (2,40 g). A biomassa da parte aérea foi, conseqüentemente, maior sob 50% de sombreamento (9,66 g) e diferiu das demais. A razão raiz/parte aérea foi maior sob pleno sol (1,206) e sob 70% de sombreamento (1,149).

O sistema radicular tendeu a bifurcar e produzir um grande número de raízes secundárias contrariamente ao verificado para *Acacia tenuifolia*, espécie de floresta estacional e condizendo com os sistemas radiculares pouco profundos e que se expandem lateralmente, descritos por Felfili (1994) para matas de galeria. Não foi constatado nenhum nódulo nos sistemas radiculares durante as amostragens destrutivas.

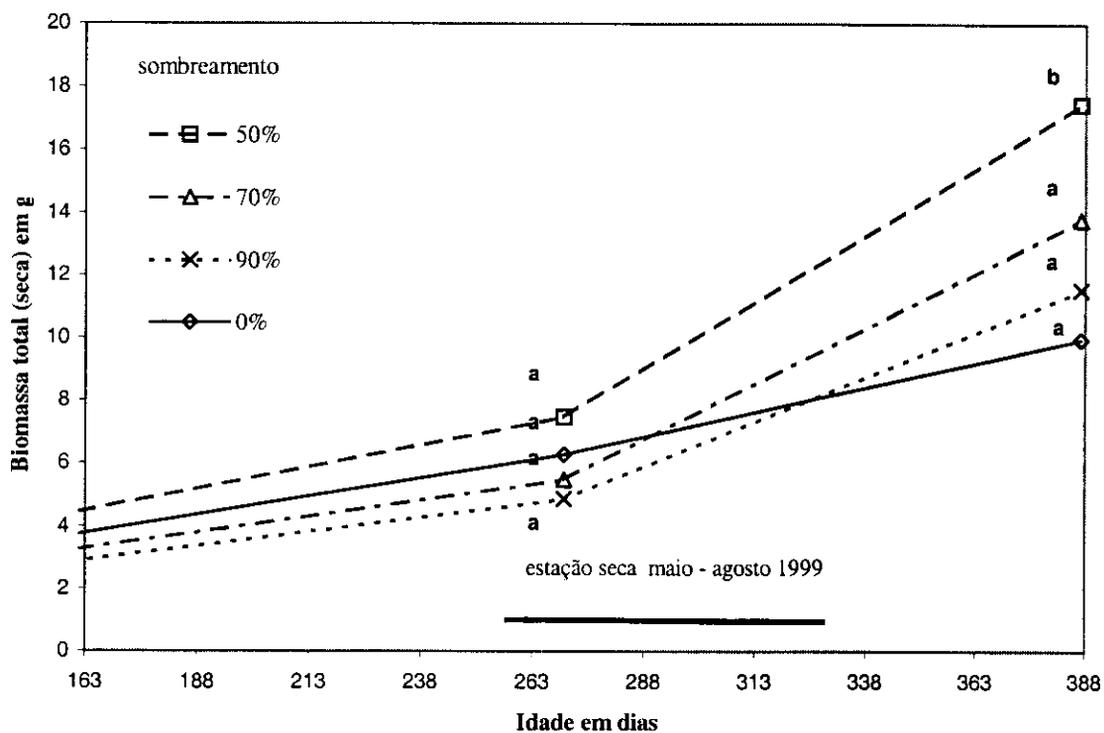


Figura 5.4. Efeito de sombreamento sobre a produção de biomassa total em plântulas de *Acacia martiusiana*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%.

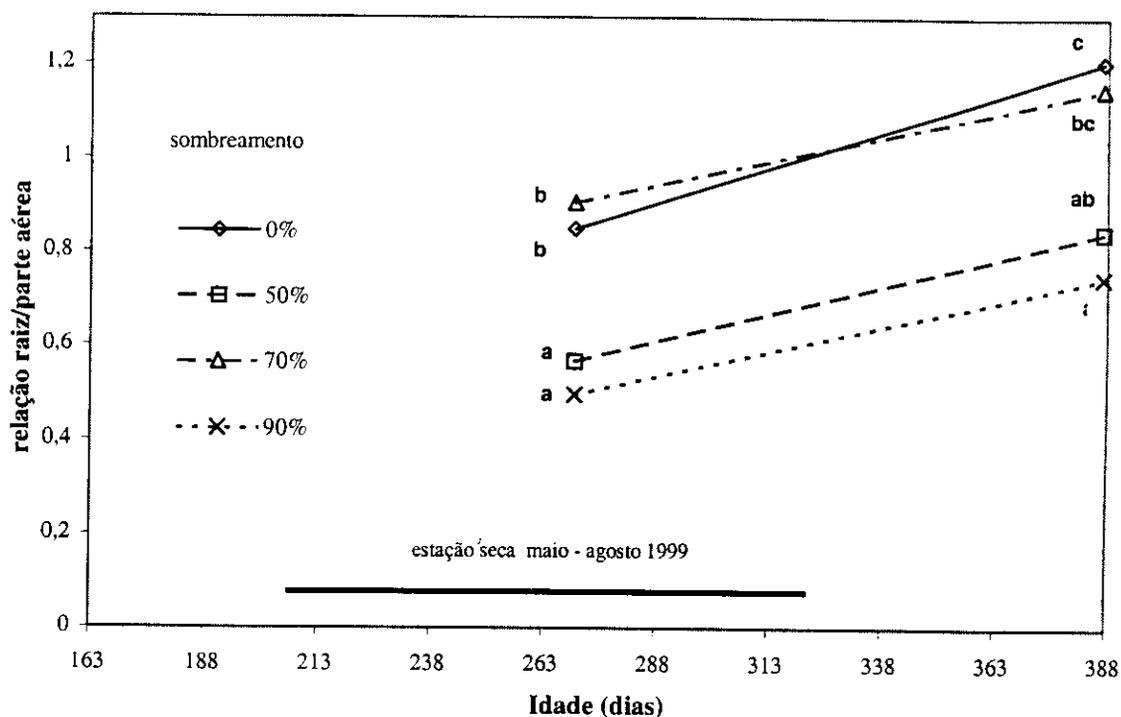


Figura 5.5. Efeito de sombreamento sobre a relação raiz/parte aérea em plântulas de *Acacia mariosiana*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%.

#### Repartição de Biomassa

O acúmulo de biomassa (Tabela 5.5) na condição de clareira (50%) foi 85% superior ao encontrado nas plantas sob pleno sol e 51% maior do que sob dossel fechado (90% de sombreamento). Neste tratamento, o mais produtivo, a biomassa total aos 387 dias repartiu-se entre as partes da planta na seguinte proporção: 44,59% na raiz, 29,79% no caule e 26,61% nas folhas, indicando um maior investimento na parte aérea, principalmente no caule. Nesta ocasião, a biomassa radicular na condição de clareira foi 58,94% superior a encontrada sob 90% de sombreamento e 32% superior a produção de biomassa radicular sob pleno sol.

Enquanto no tratamento menos produtivo, as repartições diferiram com plantas sob pleno sol apresentando a seguinte a repartição de biomassa total aos 387 dias: 52,66% na raiz, 23,24% no caule e 24,09% nas folhas, indicando um menor investimento na parte aérea, principalmente no caule, comparando com 50%. E, plantas sob 90% de sombreamento com 42,37% na raiz, 27,43 no caule e 30,20% nas folhas.

Tabela 5.5. Efeito de sombreamento sobre a produção de biomassa em plântulas de *Acacia martiusiana*

| Idade (dias) | Sombreamento (%) | Raiz (g) | Caule (g) | Folha (g) | Total (g) | Parte aérea | Raiz/parte aérea |
|--------------|------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-------------|------------------|
| 270          | 0                | 2,87 b   | 1,41 a    | 1,98 a    | 6,26 a    | 3,40 a      | 0,85 b           |
|              | 50               | 2,49 ab  | 2,00 a    | 2,97 a    | 7,46 a    | 4,97 a      | 0,57 a           |
|              | 70               | 2,57 ab  | 1,02 a    | 1,87 a    | 5,47 a    | 2,89 a      | 0,91 b           |
|              | 90               | 1,65 a   | 1,15 a    | 2,05 a    | 4,85 a    | 3,19 a      | 0,50 a           |
| 387          | 0                | 5,24 ab  | 2,31 a    | 2,40 a    | 9,94 a    | 4,71 a      | 1,21 c           |
|              | 50               | 7,78 c   | 5,20 b    | 4,47 b    | 17,44 b   | 9,67 b      | 0,84 ab          |
|              | 70               | 7,32 bc  | 3,03 a    | 3,45 ab   | 13,80 ab  | 6,48 a      | 1,15 bc          |
|              | 90               | 4,89 a   | 3,17 a    | 3,49 ab   | 11,55 a   | 6,66 a      | 0,75 a           |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tuckey.

### Taxa Relativa de Crescimento

Em todos os tratamentos houve uma taxa relativa de crescimento decrescente de 0,017-0,018  $d^{-1}$  do primeiro intervalo (0-270 dias) para o segundo (270-387 dias), quando as taxas de crescimento declinaram para 0,008  $d^{-1}$  para os níveis de 50 – 90% de sombreamento, e declinou ainda mais para o pleno sol com a taxa de 0,004  $d^{-1}$ .

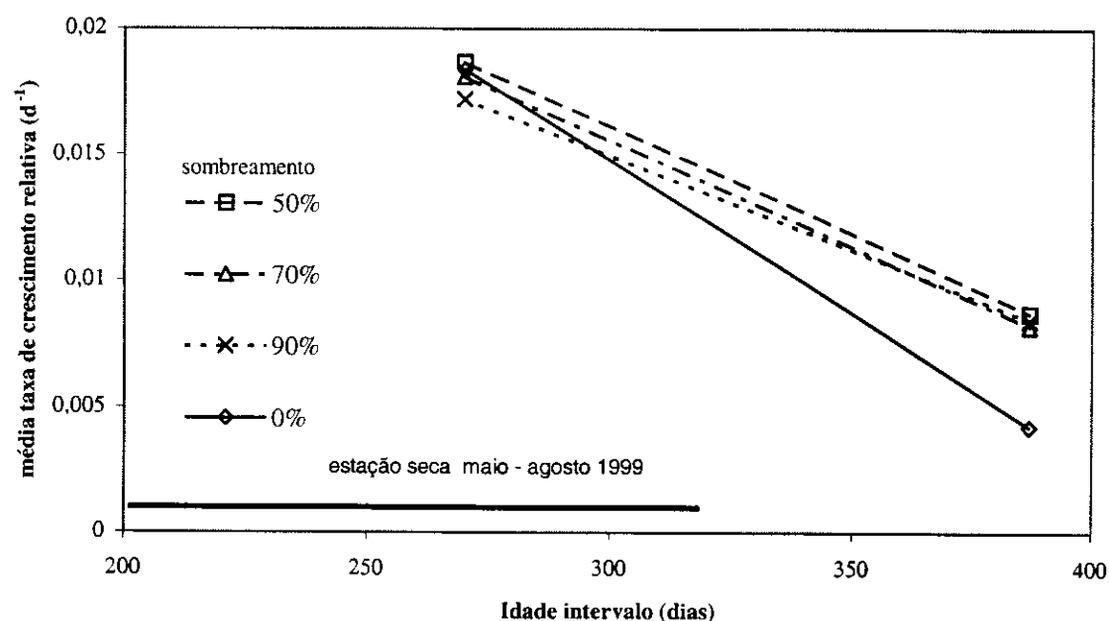


Figura 5.6. Efeito de sombreamento sobre a taxa relativa de crescimento em plântulas de *Acacia martiusiana*.

## Discussão

Indivíduos de *Acacia* sp. produzem milhares de sementes por ano, como tem sido observado na África (Fagg & Barnes 1995), no México (Cházaro Bazánez 1977) e no Brasil (observação no campo). Esta superabundância é parcialmente controlada por insetos predadores, os quais evoluíram ao longo de milênios associados a determinadas espécies, de modo que certas espécies de insetos só são encontradas em certas espécies de *Acacia*. A ecologia é complexa, e na África envolve, inclusive, uma co-evolução com herbívoros também (Coe & Coe 1987). *A. martuisiana* é uma espécie que apresenta baixo potencial de germinação e elevada predação de sementes sendo que os predadores podem estar, inclusive, presentes em sementes aparentemente saudáveis. A fecundidade é maior, devido a menor predação no decorrer do tempo, nas populações do interior da mata comparadas com aquelas encontradas na borda.

O crescimento em altura desta trepadeira foi relativamente superior ao constatado para as sete espécies arbóreas submetidas à condições de sombreamento similares (Mazzei *et al.* 1997; 1998; 1999; Salgado *et al.* 1998; 2001; Felfili *et al.* 1999; Sousa-Silva *et al.* 1999) assim como foi superior ao da espécies de floresta estacional do mesmo gênero, *Acacia tenuifolia* como para várias espécies de mata de galeria. O maior acúmulo de matéria seca ocorreu sob condições intermediárias de luz coincidindo com as espécies arbóreas colonizadoras de clareira *Zanthoxylum rhoifolium*, *Schefflera morototoni* e *Sclerolobium paniculatum* (Mazzei *et al.* 1998; Salgado *et al.* 1998; Felfili *et al.* 2000). Esta mostrou uma capacidade de aclimação à gradação de condições de luz encontrada nas matas de galeria com uma resposta mais intensa ao incremento da intensidade do sombreamento do que aquela encontrada para as outras espécies, denotando sua característica pioneira. Cerca de 24 a 30 % da biomassa total está contida nas folhas, aproximadamente 50% da biomassa aérea, indicando uma elevada produtividade da parte aérea se comparada com a de outras lianas (Hegarty & Caballé 1991) onde as folhas contribuíram entre 5 e 20% da biomassa aérea. Avalos & Mulkey (1999) verificaram uma elevada plasticidade fotossintética para *Stimaphyllon lindenianum*, uma liana de florestas secas tropicais refletida em uma capacidade quase imediata de responder a mudança significantes a luz.

A relação raiz/parte aérea assemelhou-se àquela encontrada para espécies heliófilas de mata de galeria tais como *Copaifera langsdorffi*, *Sclerolobium paniculatum*, e *Schefflera morototoni* (Salgado *et al.* 2001, Felfili *et al.* 1999, Mazzei *et al.* 1998 ) bem menor do que a encontrada para a espécie de floresta estacional, *Acacia tenuifolia*. Portanto, a alocação de biomassa radicular parece ser uma característica genética determinada pelo ambiente original de crescimento das plantas, onde a maior umidade na superfície dos solos ao longo do ano na mata de galeria, induz a formação de raízes secundárias superficiais enquanto que o estress hídrico nas florestas estacionais favorece espécies com sistema radicular profundo. O gradiente de luz também exerceu um papel determinando uma maior alocação de biomassa na parte radicular desta espécie na condição de clareira coincidindo com o padrão de várias espécies de mata de galeria (Mazzei *et al.* 1998; Salgado *et al.* 1998; 2001; Sousa-Silva *et al.* 1999) além da espécie de floresta estacional, *Acacia tenuifolia*. Apesar da busca na literatura, dados de biomassa radicular de lianas não parecem estar disponíveis.

Neste estágio de desenvolvimento da planta, os níveis intermediários de sombreamento (50 e 70%), que podem ser encontrados em clareiras na mata de galeria (Felfili & Abreu 1999, Felfili *et al.* 2000), promoveram o maior acúmulo de biomassa total. Isto confirma as observações em campo onde as plântulas desta espécie foram restritas a condições florestais e ocorreram com maiores densidades, nos locais onde distúrbios provocaram clareiras no dossel, ou nas bordas de floresta (ver capítulo 7).

O ritmo de perda e ganho de folhas manteve um caráter perenifólio para a espécie, típico da maioria das espécies de mata de galeria (Gouveia & Felfili 1998) ao contrário do ocorrido com *Acacia tenuifolia* que se mostrou caducifólia apesar da irrigação em viveiro indicando que, apesar de pertencerem ao mesmo gênero, estas espécies mantêm ritmos fenológicos distintos compatíveis com as condições ambientais de que são originárias. Putz & Windsor (1987) estudando 43 espécies de lianas na Ilha de Barro Colorado também verificaram que a maioria era perenifólia. Estes resultados reforçam o caráter de sombreadora e produtora de folheto atribuído a lianas (Putz 1984; Hegarty & Caballé 1991) que virá a contribuir para a reabilitação do ambiente de clareira.

## Conclusões

*Acacia martiusiana* teve uma plasticidade adaptativa às diferentes condições de luminosidade com melhor desenvolvimento nas condições de clareira, sob 50 e 70% de sombreamento. Isto indica que a ocorrência desta espécie está limitada às clareiras e bordas de mata de galeria pois o estresse causado pelo excesso de luz no pleno sol assim como pelo intenso sombreamento de 90% prejudica a sua produção de biomassa.

Á fenologia foliar teve um ritmo perenifólio similar ao da maioria das espécies arbóreas da mata de galeria.

O desenvolvimento inicial da espécie, em viveiro, foi condizente com os padrões esperados para algumas espécies arbóreas de mata de galeria, tais como *Shefflera morototoni*, desenvolvendo-se melhor nas condições intermediárias de luz e investindo na formação de uma massa de raízes secundárias. Portanto, esta espécie pode ser enquadrada na categoria das espécies colonizadoras de clareira nas matas de galeria.

## 6. Estrutura e distribuição espacial de população de *Acacia tenuifolia* na floresta estacional da Fazenda Sabonete no Vale do Paranã em Iaciara-GO.

### Abstract

This study was undertaken in a dry deciduous forest associated with limestone outcrops located at Fazenda Sabonete (14° 04' 00" S e 46° 22' 10" W) in the Paranã valley, Iaciara municipality, Goiás state. 25 plots of 400 m<sup>2</sup> (20 x 20 m) were randomly sampled in a 100 ha of forest, in which all individuals from 5 cm and above DBH were identified and their height and diameters measured. Subplots of 2 x 2 m and 5 x 5 m were used for natural regeneration, sampling individuals with diameters <1 cm and 1-5 cm. 72 individuals less than 1 cm, 58 between 1-5 cm and 89 greater than 5 cm were found. The densities found in the subplots were extrapolated to 400 m<sup>2</sup> in the following proportions: 288:37:3.6 for the mean values, which indicated pioneer characteristics in the population structure, with many young individuals and fewer individuals at medium and adult sizes. Distribution by size classes were calculated, which formed a reversed J distribution from the 5 cm limit indicating a regeneration capacity. The spatial distribution was aggregated for plants less than 1 cm (SD=16.97), and also in the subsequent categories SD=3.79 and 4.23.

**Key-words:** spatial distribution, population structure, *Acacia tenuifolia*, Brazil.

### Resumo

Este trabalho foi realizado na floresta estacional, de encosta com afloramentos calcários, da Fazenda Sabonete (14° 04' 00" S e 46° 22' 10" W) no Vale do Paranã no Município de Iaciara em Goiás. Em um fragmento com cerca de 100 ha foram amostradas aleatoriamente 25 parcelas de 400 m<sup>2</sup> (20 x 20 m), onde todas os indivíduos a partir de 5 cm de DAP foram identificados e tiveram os seus diâmetros e alturas mensurados. Subparcelas de 2 x 2 m e de 5 x 5 m foram utilizadas para a amostragem da regeneração natural, indivíduos com diâmetros inferiores a 1 cm e indivíduos a partir de 1 cm de diâmetro mas inferiores a 5 cm. Foram encontrados 72 indivíduos menores que 1 cm de diâmetro, 58 entre 1 e 5 cm e 89

maiores que 5 cm. As densidades encontradas nas subparcelas foram extrapoladas para 400 m<sup>2</sup> encontrando-se a seguinte proporção: 288: 37: 3,6 para os valores médios, o que denota uma estrutura de população com características pioneiras pioneira contendo muitas plântulas e poucos indivíduos de porte intermediário e adulto. Foram analisadas as distribuições por classe de tamanho e o padrão de agregação. A distribuição de indivíduos por classe de diâmetro foi decrescente e seguiu a tendência de J-invertido a partir do limite de 5 cm indicando capacidade de auto-regeneração. A distribuição das plantas menores que 1 cm de diâmetro foi agrupada SD=16,97, foi agregada assim como nas categorias subseqüentes SD=3,79 e 4,23 indicando que a espécie é seletiva quanto aos locais de ocorrência.

**Palavras-Chaves:** *Acacia tenuifolia*, Floresta Estacional, população, Brasil.

### Introdução

As espécies de Acácia brasileiras são pouco estudadas porém, este gênero é o segundo maior da família Leguminosae, compreendendo cerca de 1.340 espécies. As espécies distribuem-se pelas regiões tropicais do mundo e são particularmente abundantes nas zonas áridas onde são importantes forrageiras assim como algumas são também, produtoras de gomas como por exemplo a goma arábica (Fagg & Stewart 1994). *Acacia tenuifolia*. é uma espécie arbórea que tem a sua ocorrência registrada nas florestas estacionais do Brasil central (Mendonça *et al.* 1998).

As espécies de *Acacia* tem características pioneiras produzindo sementes em grande número e apresentando abundante floração (Cházaro Bazánez 1977). Espécies pioneiras geralmente ocorrem em baixas densidades, o seu conjunto representando geralmente menos de 10% da flora de florestas tropicais não perturbadas (Whitmore 1990), percentual comprovado nas matas de galeria do Brasil Central (Felfili 2000).

A estrutura da população pode ser descrita usando o tamanho das plantas, e essa estrutura resulta da ação de forças bióticas e abióticas (Hutchings 1986). Entre os fatores abióticos citam-se, por exemplo, a intensidade e qualidade da luz, a disponibilidade de nutrientes e água, e entre as forças bióticas, os processos de competição, predação por herbívoros e patógenos (Clark & Clark 1987). Um padrão de estrutura de tamanho comum para populações de plantas lenhosas tropicais é aquele onde o maior número de indivíduos encontra-se nas classes de menor tamanho e que diminui exponencialmente nas classes de tamanho consecutivas (J - invertido). Porém, vários padrões têm sido descritos e associados com as características sucessionais das espécies, Knight (1975) descreveu cinco padrões em seu estudo na Ilha de Barro Colorado, Panamá. A distribuição de espécies pioneiras em formações tropicais não perturbadas tende a apresentar baixa frequência em classes intermediárias de tamanho (Oliveira-Filho *et al.* 1994, Felfili 1997a; Marimon & Felfili 2000). Esta característica foi atribuída por Felfili (1997a) a elevada mortalidade que estas espécies sofrem nos estágios iniciais de desenvolvimento devido ao sombreamento nos ambientes florestais não perturbados assim como ao rápido crescimento daquelas que se encontram em condições mais favoráveis.

Os indivíduos de população podem estar distribuídos no espaço sob três formas; agregada, aleatória ou regular. Hubell (1979) sugeriu que a maioria das populações de espécies arbóreas de florestas tropicais tende a apresentar uma distribuição agrupada. O processo de dispersão dos indivíduos e a distribuição de microhabitats favoráveis ao recrutamento podem aumentar a densidade de agrupamentos, pois a mortalidade, em razão de predação, patógenos ou estresses físicos pode reduzir o agrupamento (Van Groenendael *et al.* 1996). Nas florestas estacionais onde as plantas crescem sobre relevo acidentado, no vão de rochas, sob elevado stress hídrico na seca além de estarem sujeitas a um intenso gradiente temporal de luminosidade em função da deciduidade, pouco se sabe sobre o comportamento das espécies.

Hipótese:

Neste trabalho partiu-se da premissa que *A. tenuifolia* é uma espécie pioneira com distribuição agrupada, relacionada a áreas mais abertas.

Os objetivos deste trabalho foram estudar o padrão de distribuição espacial e a estrutura de uma população de *Acacia tenuifolia* em uma floresta estacional em Goiás, Brasil.

### Material e Métodos

Este trabalho foi realizado em um fragmento de floresta estacional, de encosta com afloramentos calcários, da Fazenda Sabonete (14° 04' 00" S e 46° 22' 10" W no Vale do Paraná no Município de Iaciara em Goiás.

Os solos são rasos e muitas vezes as plantas crescem nas fendas de rochas. Foi efetuada coleta e análise de solo no laboratório da EMBRAPA CERRADOS no âmbito do projeto Conservação e Manejo das Florestas Estacionais do Vale do Paraná onde foi verificado um pH (H<sub>2</sub>O) em torno de 6-7, e Cálcio e Magnésio em torno de 15-25 cmol<sup>+</sup>kg<sup>-1</sup> caracterizando-se por um elevado nível de fertilidade. O clima é Aw (classificação de Köppen), com chuvas no verão e inverno seco e mais frio. A temperatura média anual é 20,4 °C com variação média mensal de 3,3 °C e a precipitação anual de 1.574 mm com o coeficiente de variação de 15% (Nimer 1989).

A economia regional é baseada na pecuária, de modo que somente são encontrados fragmentos das matas estacionais nas encostas com afloramentos rochosos, geralmente circundadas por pastagens exóticas. A maioria dos fragmentos tem sofrido exploração seletiva de madeira, uma vez que estas florestas são ricas em espécies nobres como os ipês, as aroeiras e os cedros.

Neste fragmento, em bom estado de conservação, com cerca de 100 ha foram amostradas aleatoriamente 25 parcelas de 400 m<sup>2</sup> (20 x 20 m), onde todos os indivíduos a partir de 5 cm de DAP (plantas adultos) foram identificados e tiveram os seus diâmetros e alturas mensurados. Subparcelas de 2 x 2 m foram utilizadas para amostrar indivíduos com diâmetros inferiores a 1 cm (plântulas) enquanto para os indivíduos com 1 cm de diâmetro e inferiores a 5 cm foram utilizadas sub-parcelas de 5 x 5 m (juvenis). As sub-parcelas foram inseridas dentro da parcela principal.

A terminologia plântulas, juvenis, adultos foi estabelecida apenas com base no tamanho dos indivíduos necessitando investigações futuras. Para detectar o grau de agrupamento utilizou-se o Coeficiente de Dispersão (Krebs 1989). O coeficiente de dispersão é o quociente da variância sobre a média. Se  $CD < 1$  a distribuição da população é uniforme, se  $CD > 1$  a distribuição é agrupada e se  $CD = 1$  esta é aleatória.

## Resultados e Discussão

### Estrutura

Foram encontrados 72 plântulas, 58 juvenis e 89 adultos na amostra de 1 ha, composta por 25 parcelas de 400 m<sup>2</sup> distribuídas pelo fragmento de 100 ha. A população de *Acacia tenuifolia* conteve 13% das árvores maduras da floresta. Nesta última classe, a espécie mais abundante, *Dilodendron bipinatum* conteve cerca de 15% da densidade total, estando junto com esta Acácia e mais algumas espécies entre as dez mais abundantes da floresta estacional da Fazenda Sabonete, ver Tabela 6.1. A quantidade de árvores mortas representou cerca de 5% do número total de indivíduos, percentual comumente encontrado para a camada lenhosa em locais não perturbados no Brasil Central (Felfili *et al.* 1994, Felfili 1997a).

As densidades encontradas nas subparcelas foram extrapoladas para 400 m<sup>2</sup> encontrando-se valores médios de 288: 37: 3,6 ou seja, uma proporção de 80 plântulas para 10 juvenis para 1 indivíduo adulto.

Tabela 6.1 – Densidades absolutas (número de indivíduos por ha) e relativas (%) na floresta estacional da Fazenda Sabonete no Vale do Paranã-GO.

| Espécie  | Família             | Densidade | Dens. (%) |
|--|---------------------|-----------|-----------|
| <i>Dilodendron bipinatum</i> Radlk.                      | Sapindaceae         | 109       | 15,44     |
| <i>Acacia tenuifolia</i> Willd.                          | Leguminosae mimos.  | 90        | 12,75     |
| <i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns | Bombacaceae         | 73        | 10,34     |
| <i>Combretum duartianum</i> Camb.                        | Combretaceae        | 68        | 9,63      |
| <i>Myracruodruon urundeuva</i> Fr. Allem                 | Anacardiaceae       | 59        | 8,36      |
| Árvores mortas   | .....               | 39        | 5,52      |
| <i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. Ex Dc.) Standl.      | Bignoniaceae        | 34        | 4,82      |
| <i>Sterculia striata</i> St. Hil. & Naud.                | Sterculiaceae       | 30        | 4,25      |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.                            | Sterculiaceae       | 28        | 3,97      |
| <i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.                     | Apocynaceae         | 26        | 3,68      |
| <i>Machaerium</i> sp1                                    | Leguminosae caesal. | 18        | 2,55      |
| Outras (35 espécies)                                     | Outras              | 132       | 18,70     |
| Total geral  |                     | 706       | 100,00    |

A distribuição de indivíduos por classe de diâmetro foi decrescente e seguiu a tendência de J-invertido, veja Figura 6.1, a partir do limite de 5 cm, indicando capacidade de auto-regeneração (Clark & Clark 1987; Nascimento & Saddi 1992; Oliveira-Filho *et al.* 1994; Felfili 1997c; Marimon & Felfili 2000), podendo ser previstas mudanças na demografia com redução no número de indivíduos nas maiores classes diamétricas devido ao menor número encontrado na classe de 5 a 7 cm em relação a classe posterior (Meyer *et al.* 1961). Este padrão foi sugerido por Jones (1956) para espécies heliófilas na Nigéria. A maior densidade na classe posterior sugere que estes indivíduos se estabeleceram sob dossel mais aberto no passado, com o fechamento do dossel, o estabelecimento de indivíduos jovens torna-se menor. Em mata de galeria *Piptocarpha macropoda*, espécie colonizadora de clareira e *Lamanonia tomentosa*, espécie emergente, ambas heliófilas também apresentaram padrão irregular de distribuição de indivíduos por classe de diâmetro (Felfili 1997c).

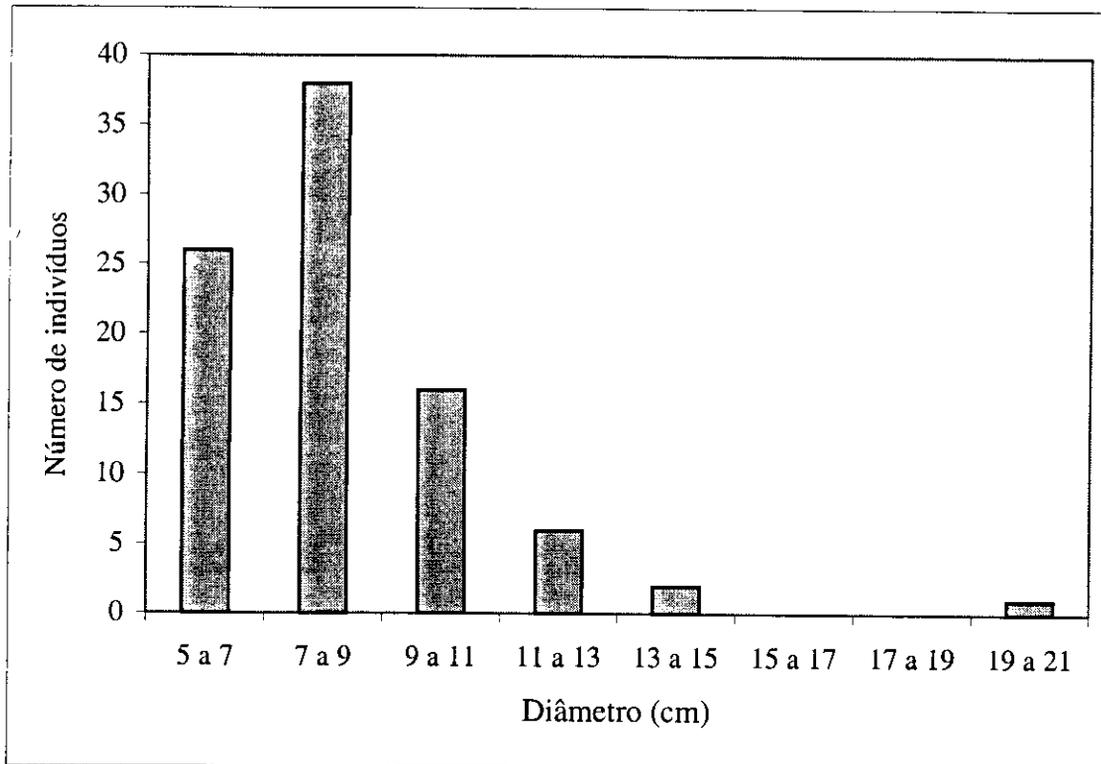


Figura 6.1 – Distribuição de freqüência diâmetros *Acacia tenuifolia* na Fazenda Sabonete no Vale do Paraná - GO.

A maioria da população atingiu até 15 cm de diâmetro e 8 m de altura, com poucos indivíduos maiores que 20 cm de diâmetro e 11 m de altura (Figura 6.2) denotando o porte médio desta espécie, que ser enquadrada na categoria mesofanerófita na classificação de formas de vida de Raunkier (Kent & Coker 1992).

A estrutura da população indica que esta tende a flutuar na área. Sua densidade elevada sugere que esta vem colonizando a área há algum tempo e que os indivíduos atualmente estabelecidos encontraram situações mais favoráveis no passado do que as atuais para o seu estabelecimento para o qual esta parece requerer pouco sombreamento.

A distribuição das plantas menores que 1 cm de diâmetro  $SD=16,97$  foi agregada assim como nas categorias subsequentes  $SD=3,79$  e  $4,23$  indicando que a espécie é seletiva quanto aos locais de ocorrência. Constatou-se, em campo, a ocorrência desta espécie nas parcelas com dossel mais aberto.

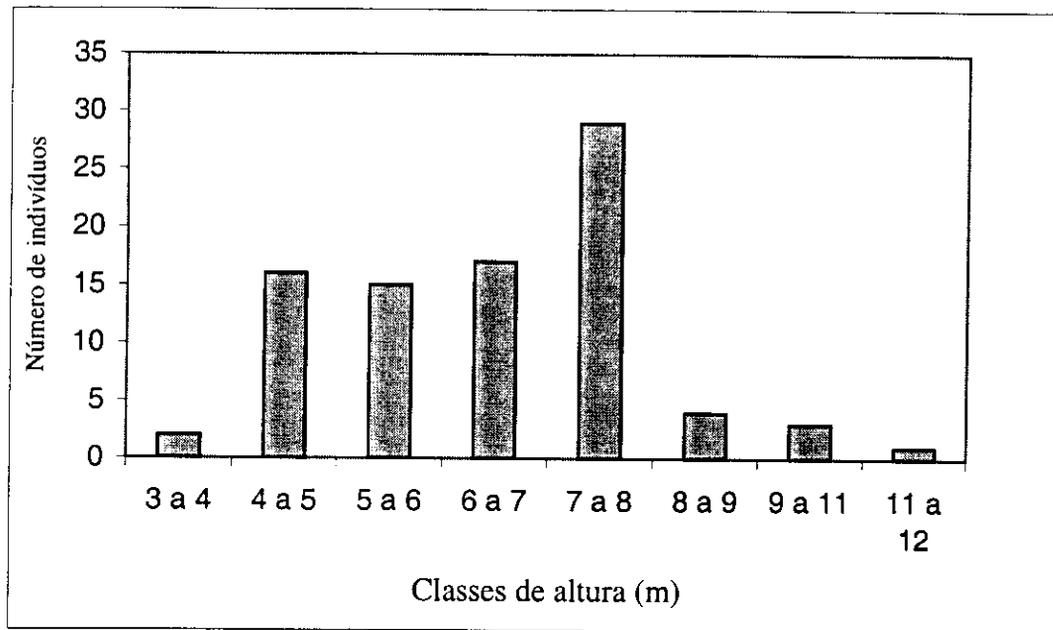


Figura 6.2 – Distribuição de frequência de altura de *Acacia tenuifolia* na Fazenda Sabonete no Vale do Paraná - GO.

## 7. Estrutura e distribuição espacial de população de *Acacia martiusiana* na mata de galeria do Córrego Escondido no Distrito Federal.

### Abstract

The structure and spatial distribution was investigated in a population of *Acacia martiusiana* in the gallery forest of Escondido, in the IBGE ecological reserve (RECOR), Federal District of Brazil. The forest area sampled was from the forest border (130 m wide) to the Escondido stream bank, about 175 m wide. Transects were measured every 10 m along the forest border, perpendicular to the border until the stream bank. Each transect was divided into 6 x 1 m contiguous plots, and the total number of individuals of *A. martiusiana* counted. The transects covered 60% of the sampled area. All stem diameters were measured at 10 cm above soil level, their heights and evidence of reproduction. The stems were divided into 3 size classes according to heights, class A < 5 m long, class B 5 m ≤ B < 15 m and class C ≥ 15 m. Within class C those individuals reproducing were separated into class S. 251 individuals were found, with 60 in A, 83 in B, 77 in C and 31 in S. Of the 251 individuals 377 stems were measured. The stem frequency by basal area formed a reversed J distribution indicating regeneration. There was a similar distribution of individuals comparing all size classes along the transect border to stream bank (Kolmogorov-Smirnov test  $P > 0,20$ ), and aggregating in the upper well drained soils near the border. Considering that the forest was partially burnt in 1994, and the pioneer characteristics observed for this species (large seed production, rare in undisturbed forests) it can be concluded that this population is well established.

**Key-words:** *Acacia martiusiana*, Gallery forest, lianas, population structure, Brasil.

## Resumo

Foi estudada a estrutura e a distribuição espacial de uma população de *Acacia martiusiana* na mata de galeria do Córrego Escondido na Reserva Ecológica do IBGE (RECOR), parte da APA Cabeça do Veado do Distrito Federal. Foi demarcado um trecho com 130 m de comprimento na borda da mata com o campo sujo até o leito do córrego. A cada 10 m, foi estabelecido sistematicamente um transecto perpendicular da borda do mato para o córrego. Cada transecto foi dividido em parcelas contíguas de 6 x 1m, e dentro de cada parcela foi contado o número total de indivíduos de *Acacia martiusiana*, uma espécie de trepadeira. A amostra abrangeu 60% da área demarcada. Foram medidos os diâmetros de todos os caules a 10 cm do solo, e os comprimentos e anotado se havia evidência de alguma fase reprodutiva. A altura ou comprimento dos caules foi dividida em três classes do tamanho, classe A < 5 m, classe B  $5m \leq B < 15m$ , classe C > 15m. Na classe C foram encontrados indivíduos em fase reprodutiva que foram separados em outra classe S = reprodução. Foram encontrados 251 indivíduos, 60 na classe A, 83 na classe B, 77 na classe C e 31 na classe S, sendo que todos estes pertenciam à classe C. Dos 251 indivíduos foram contados 377 caules. A frequência de caules por área basal (em mm<sup>2</sup>) apresentou uma distribuição de J-invertido. A distribuição das plantas da borda da mata até o córrego foi agregada com grande concentração de indivíduos de todos os tamanhos na borda da mata onde o solo é bem drenado. A tendência de distribuição das plantas em relação à distancia borda-córrego foi semelhante para todas as classes de tamanho (Kolmogorov-Smirnov  $P > 0,20$  em todas as comparações). Considerando que a área foi parcialmente queimada em 1994 e as características de espécies pioneiras observadas para a espécie (produção intensa de sementes, raridade em matas não perturbadas) pode-se concluir que esta vem colonizando a área há algum tempo e está encontrando condições propícias ao seu desenvolvimento.

**Palavras-Chaves:** *Acacia martiusiana*, *Acacia adhaerens*, Mata de galeria, lianas, estrutura, Brasil.

## Introdução

*Acacia* Mill. é o segundo maior gênero da família Leguminosae, compreendendo cerca de 1.340 espécies, distribuídas pelas regiões tropicais e particularmente diversas nas regiões áridas (Fagg & Stewart 1994). A maioria das espécies Sul Americanas são do subgênero *Aculeiferum* (secção *Monacantha*), pouco estudados e principalmente trepadeiras (com espinhos abundantes), encontradas em florestas tropicais úmidas. *Acacia martiusiana* (Steud.) Burkart (*syn.* *A. adhaerens* Benth.) é uma trepadeira com ampla distribuição geográfica na América do Sul (Burkhart 1979) em matas de galerias, matas amazônicas e matas atlânticas.

Com exceção das descrições botânicas, não existem estudos publicados sobre as populações das trepadeiras de *Acacia* na América do Sul (Silva 1990). Estas não tem sido selecionadas dentre os grupos de plantas utilizados em estudos biogeográficos no Brasil Central (Felfili *et al.* 1994). As trepadeiras podem ser colonizadoras iniciais na sucessão florestal além de serem importante fonte de alimentos para a fauna, especialmente nos fragmentos florestais onde a flora é, muitas vezes, empobrecida (Galetti & Pedroni 1994, Morellato & Leitão Filho 1996). Elas são eficientes no recobrimento de clareiras pois expandem-se rapidamente tanto no sentido vertical como horizontal. Muitas têm capacidade de rebrotar a partir de brotações radiculares e caulinares (Putz & Windsor 1987). Apenas 30% das mudas escavadas de *Acacia hayesii*, uma liana que ocorre na América Central e México, foram provenientes de sementes (Putz 1984). A relação diâmetro do caule/biomassa aérea é pequena porque estas possuem vasos eficientes no xilema que facilitam a condução (Putz 1983).

As espécies de *Acacia* tem características pioneiras apresentando abundante floração e produzindo sementes em grande número (Cházaro Bazánez 1977). Estas espécies e outras pioneiras são pouco abundantes nas matas de galeria do Distrito Federal (Felfili 1993, 1994, 1995; Felfili *et al.* 1994, Silva Júnior 1995).

A estrutura da população pode ser descrita usando o tamanho das plantas, e essa estrutura resulta da ação de forças bióticas e abióticas (Hutchings 1986). Entre os fatores abióticos citam-se, por exemplo, a intensidade e qualidade da luz, a disponibilidade de nutrientes e água, e entre as forças bióticas, os processos de competição, predação por herbívoros e patógenos (Clark & Clark 1987). Um padrão de estrutura de tamanho comum para populações de plantas lenhosas tropicais é aquele onde o maior número de indivíduos encontra-se nas classes de menor tamanho e que diminui exponencialmente nas classes de tamanho consecutivas (J - invertido). Porém vários padrões têm sido descritos, Knight (1975) descreveu cinco padrões em seu estudo na Ilha de Barro Colorado, Panamá.

Os indivíduos em uma população podem estar distribuídos no espaço sob três formas; agregada, aleatória ou regular. Hubell (1979) sugeriu que a maioria das populações de espécies arbóreas de florestas tropicais, tendem a apresentar uma distribuição agrupada. O processo de dispersão dos indivíduos e a distribuição de microhabitats favoráveis ao recrutamento podem aumentar a densidade de agrupamentos, pois a mortalidade, em razão de predação, patógenos ou estresses físicos pode reduzir o agrupamento (Van Groenendael *et al.* 1996). Nas matas de galerias encontra-se um gradiente da borda da mata para o córrego onde são percebidos grandes diferenças em relevo, umidade do solo, interface com outras vegetações, que podem influenciar a regeneração e dinâmica das populações das plantas.

Quais são os padrões de distribuição espacial e estrutura de tamanho das populações de trepadeiras nas matas de galeria? Partiu-se da hipótese que *A. martiusiana* é uma espécie heliófila e que portanto, seria preferencial na borda da mata com o campo sujo.

Os objetivos deste trabalho foram estudar o padrão de distribuição espacial e a estrutura de uma população de *Acacia martiusiana* em uma mata de galeria do Distrito Federal, Brasil.

## Material e Métodos

Este trabalho foi realizado na mata de galeria do Córrego Escondido (previamente conhecido como Córrego Monjolo) na Reserva Ecológica do IBGE (RECOR), parte da APA Cabeça do Veado do Distrito Federal, Brasil. O clima é Aw (classificação de Köppen), com chuvas no verão e inverno seco e mais frio. A temperatura média anual é 20,4 °C com variação média mensal de 3,3 °C e a precipitação anual de 1.574 mm com o coeficiente de variação de 15% (Nimer 1989). Os solos desta mata foram estudados por Silva Júnior (1995) que encontrou pH em água em torno de 4,2 - 5,2, e Ca + Mg em torno de 0,66 - 5,27 cmol<sup>+</sup>kg<sup>-1</sup>. Os valores mais elevados de Ca + Mg foram encontrados próximos da borda da mata.

A população de *Acacia martiusiana* (unha de gato) foi localizada na mata de galeria do Córrego Escondido, local denominado qr, 8-9 (no mapa da RECOR), e com coordenados (15°55'52"S 47°53'04"W). A mata apresenta um declive acentuado que se estende por uma área de aproximadamente 120 m desde a borda com o cerrado até o terreno mais plano onde ocorre o córrego. A mata varia de 160-192 m da borda até córrego (ao lado direito do córrego no declive). Esta mata foi queimada em outubro de 1994 quando um incêndio acidental atingiu grande parte da RECOR. Troncos queimados no interior da mata são evidências de que esta queimada foi intensa e extensiva na área de estudo. A mata foi muito perturbada pela queimada e muitas árvores estavam caídas na parte de maior declive da mata.

Foi demarcada um trecho com 130 m de comprimento na borda da mata com o campo sujo até o leito do córrego. A cada 10 m, foi estabelecido sistematicamente um transecto perpendicular da borda do mato para o córrego usando uma bússola e uma trena de 100 m. A área abrangida pelos transectos representou 60% da área total demarcada. A mata estava muito difícil de penetrar devido a abundância de gramíneas, trepadeiras, bambús e samambaiões, que são favorecidas pelas perturbações (Felfili 1997a). Os transectos variam de 161 a 192 m de comprimento da borda para o córrego. Cada transecto foi dividido em

parcelas contíguas de 6 x 1m, e dentro de cada parcela foi contado o número total de indivíduos de *A. martiusiana*, e medido o diâmetro (d) de todos os caules a 10 cm do solo com uma suta, o comprimento dos caules e anotado se havia evidência de alguma fase reprodutiva. A altura ou comprimento dos caules foi dividida em três classes do tamanho, classe A < 5 m (plântulas), classe  $15m \leq B \leq 5m$  (juvenis), classe C > 15m (adultos). Na classe C foram encontrados indivíduos em fase reprodutiva que foram separados em outra classe S = reprodução. A área basal foi calculada individualmente pela fórmula  $g = \pi/4 \times d^2$  (onde d = diâmetro). A terminologia plântulas, juvenis, maduras foi estabelecida apenas com base no tamanho dos indivíduos necessitando investigações futuras.

Para detectar o grau de agrupamento utilizou-se o Coeficiente de Dispersão (Krebs 1989). O coeficiente de dispersão é o quociente da variância sobre a média. Se  $CD < 1$  a distribuição da população é uniforme, se  $CD > 1$  a distribuição é agrupada e se  $CD = 1$  esta é aleatória. A distribuição de número de caules a intervalos de 6 x 15 m por transecto a partir da borda com o cerrado até a borda com o córrego foi examinada utilizando-se o teste de Kolmogorov-Smirnov. O teste foi também aplicado para a soma de todos os transectos.

## Resultados e Discussão

### Estrutura

Foram encontrados 251 indivíduos, 60 na classe A, 83 na classe B, 77 na classe C e 31 na classe S, sendo que todos os indivíduos nesta última classe pertenciam também à classe C. Como geralmente ocorre com trepadeiras, alguns indivíduos tem mais do que um caule. Em geral, encontrou-se dois ou três caules por indivíduo sendo no máximo encontrado sete caules por planta.

Dos 251 indivíduos foram contados 377 caules. A frequência de caules por área basal (em  $mm^2$ ) apresentou uma distribuição de J-invertido (Fig. 7.1), o que indica que a população está se auto-regenerando (Clark & Clark 1987, Oliveira-Filho *et al.* 1994, Felfili 1997b,

Marimon & Felfili 2000). A frequência maior foi na primeira classe, de 1-100 mm<sup>2</sup> de área basal, equivalente a 1-11 mm de diâmetro. Foram encontrados indivíduos com caules mortos e novos caules rebrotando do centro da planta.

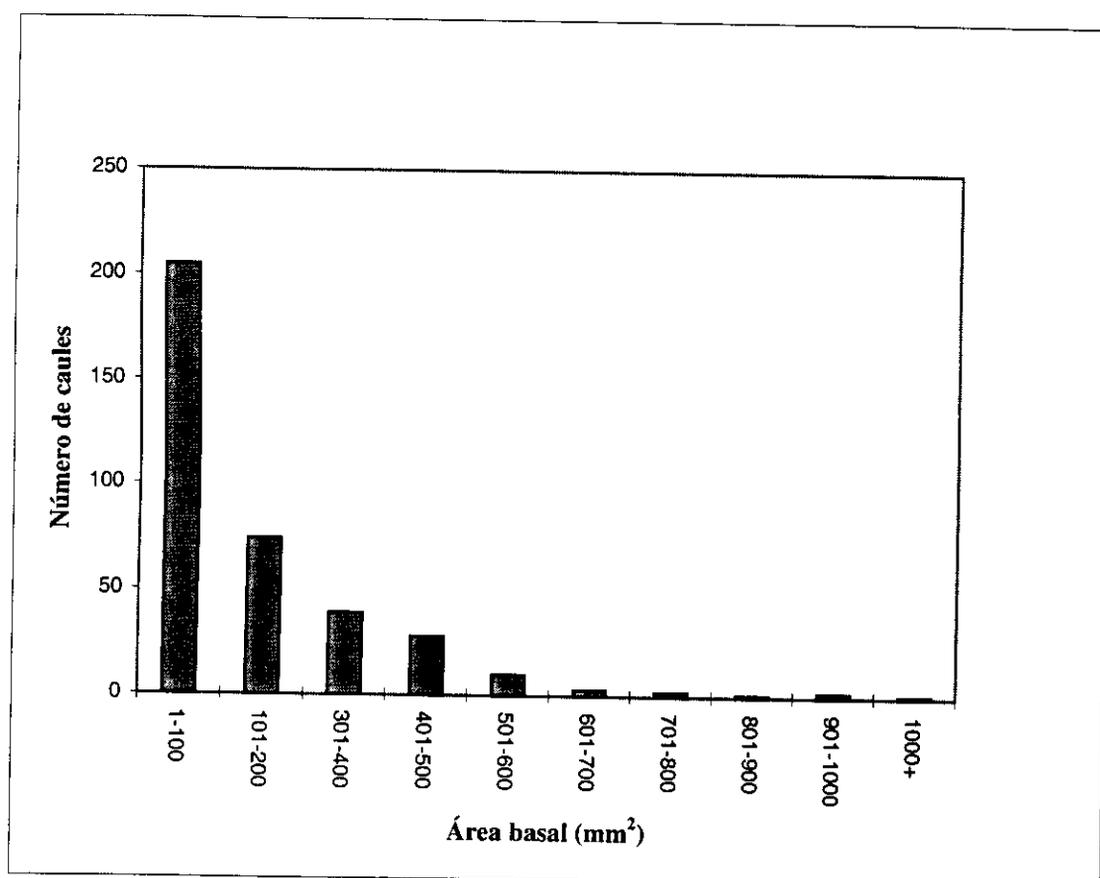


Figura 7.1. Distribuição de frequência de área basal de *Acacia martiusiana* dentro de mata de galeria do Córrego Escondido.

#### Distribuição espacial

Quando se compara o número de indivíduos por classe de tamanho (altura) da borda para o córrego (Fig. 7.2) vê-se que o maior número de plântulas (classe A) e de plantas da classe S (em reprodução) ocorre nos primeiros 30m a partir da borda. As juvenis e maduras (classes B e C) são mais abundantes entre 31-45 m da borda, ou seja, no passado a regeneração foi mais frequente dentro na mata, na encosta, (possivelmente até 1994, quando a mata foi

queimada) mas agora, com o adensamento do sub-bosque após a queimada, está mais concentrada próximo à borda.

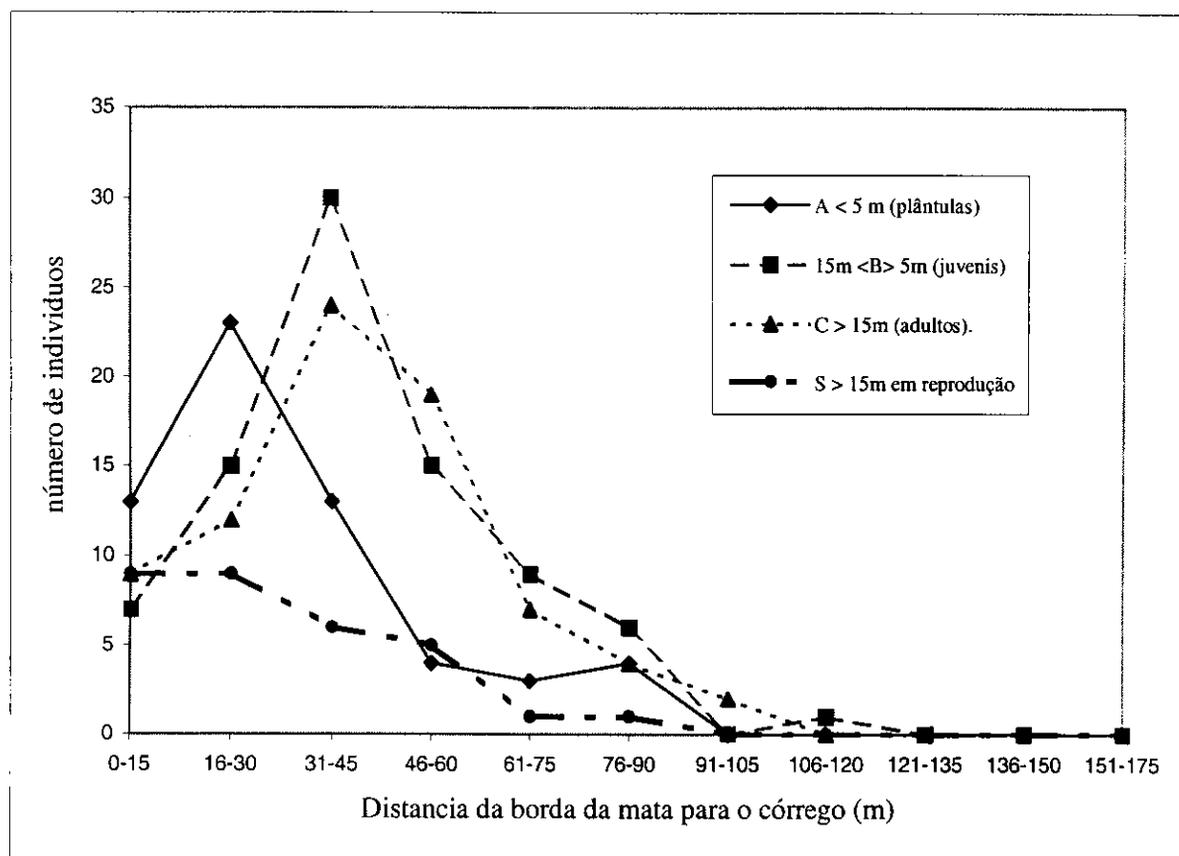


Figura 7.2. Distribuição espacial dos indivíduos de *Acacia murtuisiana* dentro de mata de galeria do Córrego Escondido.

A distribuição espacial foi fortemente agrupada na área estudada, no declive das encostas (Fig. 7.2). A grande maioria da população (85 %), em todas as classes de tamanho concentrou-se nos primeiros 60 m. Hegarty & Caballé (1991) citam as encostas como uma das condições onde as populações de lianas tendem a agregar-se buscando um melhor acesso à luz.

A distribuição das plantas da borda da mata até o córrego foi agregada com grande concentração de indivíduos de todos os tamanhos na borda da mata (CD = 10,63 (A), 11,80 (B), 9,88 (C), 4,89 (S) e 30,71 para todos os tamanhos em conjunto). A distribuição das

plantas em função de distância “borda - córrego” foi de Poisson (teste de Kolmogorov-Smirnov significativo a  $P < 0,05$  para todas as classes de tamanho separado e conjuntamente). A tendência de distribuição das plantas em relação à distancia borda-córrego foi semelhante para todas as classes de tamanho (teste de Kolmogorov-Smirnov  $P > 0,20$  em todas as comparações) a despeito das diferenças em números absolutos entre elas.

Nenhum indivíduo foi encontrado na área coluvial, plana, úmida e mal drenada, com muitas samambaias (*Pteridium sp.*). Essa área plana teve cerca de 50 m entre a área de encosta até a borda do córrego. A drenagem do solo é provavelmente um fator determinante para a ocorrência destas espécies. É comum encontrá-la em matas secas de encosta, porém geralmente não é encontrada em áreas alagadas (observação pessoal).

Esta espécie foi restrita à áreas bem drenadas e mais férteis desta mata (ver. solo do Escondido Tab.2.1) Nas florestas tropicais algumas espécies são restritas a sítios bem drenados. Conforme Peres & Baider (1997) *Bertholletia excelsa* (Lecythidaceae), está entre elas nas florestas amazônicas. *Copaifera langsdorfii* e *Platypodium elegans* (Leguminosae) entre outras espécies arbóreas são restritas a áreas bem drenadas em matas de galeria (Felfili 1995, Sampaio *et al.* 2000). Estes resultados vêm confirmar a associação entre algumas espécies e os microsítios em matas de galeria que têm a umidade como fator determinante.

Os indivíduos atingem a fase reprodutiva a partir de 15 mm de diâmetro sendo que 8 % da população demonstrava evidências de já ter atingido a maturidade sexual. A estrutura da população indica que esta tende à estabilidade na área. Considerando que a área é perturbada e as características de espécies pioneiras observadas para a espécie (produção intensa de sementes, raridade em matas não perturbadas) pode-se concluir que esta vem colonizando a área há algum tempo e está encontrando condições propícias ao seu desenvolvimento no momento, pode ter sido inclusive estimulada pelo incêndio em 1994.

### Considerações finais

Os resultados dos experimentos de nutrição e sombreamento assim como os estudos de populações e solos de ocorrência natural das espécies levaram a comprovação das duas hipóteses testadas: a disponibilidade de nutrientes nos solos distróficos do cerrado limita o crescimento e o desenvolvimento de espécies de *Acacia tenuifolia* Willd. e *Acacia martiusiana* (Steud.) Burkart., e o sombreamento limita o estabelecimento e o desenvolvimento destas espécies.

*Acacia tenuifolia* Willd., desenvolveu-se melhor nos solos com fertilidade elevada a moderada, apresentando um crescimento mínimo no Latossolo de Cerrado *sensu stricto*. Desenvolveu-se melhor em condições mais iluminadas (0% a 70% de sombreamento). As populações ocorreram naturalmente sobre solos férteis em floresta estacional, e não entrar mata de galerias ou cerrado *sensu stricto*. *Acacia martiusiana* (Steud.) também desenvolveu-se melhor nos solos com fertilidade elevada e moderada, apresentando um crescimento mínimo no Latossolo de Cerrado *sensu stricto*. Desenvolveu-se melhor em condições intemediárias de sombreamento (50-70%). A ocorrência desta espécie com maior frequência nas bordas e clareiras das matas de galeria indica uma elevada exigência luminosa enquanto que a sua raridade nas florestas estacionais talvez seja explicada pelo intenso estresse hídrico a que aquelas formações estão submetidas.

Portanto, nutrientes disponíveis e níveis de sombreamento foram fatores limitantes ao desenvolvimento de espécies de Acácia e parecem prevenir a expansão dessas espécies nos demais ambientes do Bioma Cerrado.

*Acacia tenuifolia*, uma espécie arbórea aparentemente restrita a florestas estacionais no bioma cerrado, sobre solos ricos em Ca, com pH (H<sub>2</sub>O) geralmente superior a 6, cresceu bem em solos com Ca e Mg maior do que 3 cmol<sub>(+)</sub>kg<sup>-1</sup> e com P maior do que 2 mgkg<sup>-1</sup>. O pequeno desenvolvimento em solo do cerrado *sensu stricto* acumulando, aos 679 dias, apenas 1,6 g de biomassa total em comparação com 15,2 g no solo da FERCAL demonstrou a limitação para o seu desenvolvimentos nos solos pobres em nutrientes.

*Acacia tenuifolia* respondeu com maior crescimento da porção aérea e menor desenvolvimento radicular com o sombreamento mais intenso. Acumulou maior biomassa em plântulas sob 0 – 50% de sombreamento em comparação com 90%. A estrutura de uma população natural em floresta estacional, sobre afloramento calcáreo foi agrupada com distribuição de indivíduos por classes de diâmetro típica de espécies pioneiras, sugerindo serem também, os gradientes de luminosidade limitantes a expansão da espécie em condições mais fechadas como as de mata de galeria.

*Acacia martiusiana* é uma espécie de trepadeira que ocorre em matas de galeria e matas estacionais, sob solos com pH (H<sub>2</sub>O) geralmente inferior a 6. Mas, seu crescimento foi muito maior no solos mais ricos em Ca e Mg e P. Essa espécie acumula Al nas partes aérea em uma concentração superior a 1000 ppm. Seu pequeno desenvolvimento em solo de cerrado *sensu stricto*, de apenas um oitavo daquele encontrado no solo rico em Ca da mata de galeria do Escondido, mostra a limitação deste solo. Esta desenvolveu-se melhor em condições intermediárias de luz 50-70%, com produção de biomassa aos 387 dias de idade de 17,4 g sob 50% significativamente maior do que sob pleno sol (9,9 g) e 90% de sombreamento. Sua população natural em mata de galeria distribuiu-se de modo agrupado em bordas e clareiras caracterizando-se como espécie colonizadora de clareiras e bordas sob níveis intermediários de sombreamento.

Para futuras investigações sugere-se, investigar as relações hídricas destas espécies nos vários ambientes do Bioma Cerrado. Uma revisão taxonômica das espécies brasileiras seria oportuna considerando a sua ampla distribuição geográfica e as diferenças, inclusive em forma de vida, dentro de uma mesma espécie nos diferentes ambientes.

Quanto ao potencial econômico, o potencial forrageiro das vagens e folhas assim como a composição química e produção de goma das espécies merecem investigação. A experimentação dessas espécies em condições de campo com vistas a recuperação de áreas degradadas deveria também ser conduzida.

## Referências

- ABDALA, G.C., CALDAS, L.S., HARIDASAN, M. & EITEN, G. 1997. Below ground organic matter and root:shoot ratio in a cerrado in central Brazil. *Revista Brasileira de Ecologia* 1: 36-49.
- ALLEN, S.E. 1974. *Chemical analysis of ecological materials*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, U.K. 565 p.
- ANGELY, J. 1969. *Flora analítica e fitogeográfica do estado de São Paulo, 1. Volume*. Edições Phytton, São Paulo, Brasil. 240 p.
- ANONIS, D.P. 1988. Cassie (*Acacia*) in perfumery. *Perfumer and Flavorist* 12: 31-36.
- ARASAKI, F.R. & FELIPPE, G.M. 1990. Crescimento inicial de *Kielmeyera coriacea*. *Ciência e Cultura* 42: 715-720.
- ARAÚJO, G.M. & HARIDASAN, M. 1988. A comparison of the nutritional status of two forest communities on mesotrophic and dystrophic soils in central Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 19: 1075-1089.
- ARENS, K. 1963. As plantas lenhosas dos campos cerrados como flora adaptada às deficiências minerais do solo. In: Ferri, M.G. (ed.) *Simpósio sobre o cerrado*. pp.249-265. Editora de Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ARONSON, J. & OVALLE, C. 1989. Report on a study of the natural variability, biogeography and potential for genetic improvement of *Acacia caven*. *Bulletin of the International Group for the Study of the Mimosoideae* 17: 11-121.
- ARONSON, J. 1992. Evolutionary biology of *Acacia caven* (Leguminosae, Mimosoideae): Intraspecific variation in fruit and seed characters. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 70: 958-968.
- ASHWATH, N., DART, P.J., EDWARDS, D.G., KHANNA, P.K. 1995. Tolerance of Australian tropical and subtropical *Acacias* to acid soil. *Plant and Soil, the Hague* 171: 83-87.
- ASHWATH, N., DART, P.J. & EDWARDS, D.G. 1990. What limits growth of *Acacias* in acid soils? *Nitrogen Fixing Tree Research Reports* 8:93-94.
- ASKEW, G.P., MOFFATT, D.J. & MONTGOMERY, R.F. 1971. Soils and soil moisture as factors influencing the distribution of the vegetation formations of the Serra do Roncador, Mato Grosso. In: Ferri, M.G. (ed.) *III Simpósio sobre o Cerrado*. pp.150-160. Editora de Universidade de São Paulo, São Paulo.
- AUGSPURGER, C.K. 1984. Light requirements of neotropical tree seedlings: a comparative study of growth and survival. *Journal of Ecology* 77: 777-795.

- AVALOS, G. & MULKEY, S.S. 1999. Photosynthetic acclimation of the liana *Stigmaphyllon lindenianum* to light changes in a tropical dry forest canopy. *Oecologia* 120: 475-484.
- AWANG, K. & TAYLOR, D. 1993. *Acacia mangium: growing and utilisation*. MPTS Monograph Series No.3. Winrock International and FAO, Bangkok, Thailand. 280 p.
- BALÉE, W. & CAMPBELL, D.G. 1990. Evidence for the successional status of liana forest (Xingu river basin, Amazonian Brazil). *Biotropica* 22: 36-47.
- BARROSO, G.M. 1965. Leguminosas da Guanabara. *Archivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro* 18: 109-177.
- BARROS, L.M. & BARBOSA, D.C.A. 1995. Crescimento de *Acacia farnesiana* (L.) Willd. em casa de vegetação. *Phyton* (Argentina) 57: 179-191.
- BATMANIAN, G.J. & HARIDASAN, M. 1985. Primary production and accumulation of nutrients by the ground layer community of cerrado vegetation of central Brazil. *Plant and Soil* 88: 437-440.
- BENTHAM, G. 1875. Revision of the suborder Mimoseae. *Transactions of the Linnean Society of London* 30: 335-664.
- BENTHAM, G. 1876. Leguminosae III. Mimoseae. In: Martius, C.F.P. (ed.) *Flora Brasiliensis* 15: 250-503. [Reprint Verlag von J. Cramer, 3301. Lehre. (1967)].
- BLACKMAN, G.E. & WILSON, G.L. 1951. Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment. VII. An analysis of the differential effects of light intensity on the net assimilation rate, leaf-area ratio, and relative growth rate of different species. *Annals of Botany* 15: 373-408.
- BROWN, N.D. & WHITMORE, T.C. 1992. Do dipterocarp seedlings really partition rain forest gaps? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B*, 335: 369-78.
- BROWN, N.D. 1990. *Dipterocarp regeneration in tropical rain forest gaps of different sizes*. D.Phil. thesis, University of Oxford, Oxford. 169 p.
- BURKART, A. 1979. Leguminosas. Mimosoideas. In: P. Reitz (ed.) *Flora Illustrada Catarinense* 1 (LEGU): 17-48.
- BUCKLAND, S.M. & GRIME, J.P. 2000. The effects of trophic structure and soil fertility on the assembly of plant communities: a microcosm experiment. *Oikos* 91: 336-352.
- CHAPIN III, F.S., VITOUSEK, P.M., VAN CLEVE, K. 1986. The nature of nutrient limitations in plant communities. *American Naturalist* 127: 48-58.

- CHAPPILL, J.A., MASLIN, B.R. 1995. A phylogenetic assessment of the tribe Acaciae. In: Crisp M., Doyle J.J. (eds.) *Advances in Legume Systematics 7: Phylogeny*. pp. 77-99. Royal Botanic Gardens Kew, U.K.
- CHÁZARO BASANEZ, M. DE J. 1977. El Huizache, *Acacia pennatula* (Schlect. & Cham.) Benth. una invasora del Centro de Veracruz. *Biotropica* 2: 1-18.
- CHAZDON, R., PEARCY, R., LEE, D., FETCHER, N. 1996. Photosynthetic responses of tropical forest plants to contrasting light environments. In: Mulkey, S.S., Chazdon, R.L. & Smith, A.P. (eds.) *Tropical forest plant ecophysiology*. pp. 5-55. Chapman & Hall, New York, U.S.A.
- CLARK, D.A. & CLARK, D.B. 1987. Analisis de la regeneracion de arboles del dosel en bosque muy humedo tropical: aspectos teoricos y practicos. *Revista de Biologia Tropical* 35: 41-54.
- CLARK, D.A. & CLARK, D.B. 1992. Life history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rainforest. *Ecological Monographs* 62: 315-344.
- COCHRANE, T.T. 1989. Chemical properties of native savanna and Forest soils in central Brazil. *Soil Science Society of America Journal* 53: 139-141.
- CODEPLAN 1984. *Atlas do Distrito Federal*. Brasília. 640 p.
- COE, M. & COE, C. 1987. Large herbivores, acacia trees and bruchid beetles. *South African Journal of Science* 83: 624-635.
- CROAT, T.B. 1978. *Flora of Barro Colorado Island*. Stanford University Press, California, U.S.A.
- DAI, H. 1996. Influence of light conditions in canopy gap on forest regeneration: a new gap light index and its application in a boreal forest in east-central Sweden. *Forest Ecology and Management* 84: 187-197.
- DARWIN, C. & DARWIN, F. 1880. *The power of movement in plants*. London, U.K.: John Murray.
- DEANS, J.D., DIAGNE, O., LINDLEY, D.K., DIONE, M. & PARKINSON, J.A. 1999. Nutrient and organic-matter accumulation in *Acacia senegal* fallows over 18 years. *Forest Ecology and Management* 124: 153-167.
- DELITTI, W.B.C. & BURGER, D.M. 2000. Carbon and mineral nutrient pools in a gallery forest at Mogi Guaçu River, Southeast Brazil. *Annals of Forest Science*. 57: 39-47.
- DE FARIA, S.M., LEWIS, G.P., SPRENT, J.I. & SUNDERLAND, J.M. 1989. Occurrence of nodulation in the Leguminosae. *New Phytologist* 111: 607-619.
- DE SOUZA, L.A.G., DA SILVA, M.F. & MOREIRA, F.W. 1994. Capacidade de nodulação de cem leguminosas da Amazônia. *Acta Amazonica* 24: 9-18.

- DENSLOW, J.S. 1980. Gap partitioning among tropical rainforest trees. *Biotropica* 12: 45-55.
- DIEM, H.G., GUEYE, I., GIANINAZZI-PEARSON, V., FORTIN, J.A. & DOMMERGUES, Y.R. 1981. Ecology of vesicular arbuscular mycorrhizae in the tropics: the semi arid zone of Senegal. *Acta Oecologica, Oecologia Plantarum* 2: 53-62.
- DUCKE, A. 1922. Plantes nouvelles on peu connues de la region amazonienne (IIe parte) *Archivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. 3: 3-269.
- DUCKE, A. 1925a. Plantes nouvelles on peu connues de la region amazonienne (IIIe parte) *Archivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. 4: 1-210.
- DUCKE, A. 1925b. As leguminosas do Estado do Para. *Archivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. 4: 211-346.
- EBINGER, J.E., SIEGLER, D.S. & CLARKE, H.D. 2000. Taxonomic revision of south American species of the genus *Acacia* subgenus *Acacia* (Fabaceae:Mimosoideae) *Systematic Botany* 25: 588-617.
- EITEN, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *Botanical Review* 38: 201-341.
- ERNST, W.H.O. & TOLSMA, D.J. 1989. Mineral nutrients in some Botswana savanna types. In: Proctor, J. (ed.) *Mineral nutrients in tropical forest and savanna ecosystems*. pp. 97-120. Special publication number 9 of the British Ecological Society, Blackwell Scientific Publications, Oxford. U.K.
- EMBRAPA. 1978. *Levantamento do reconhecimento dos solos do distrito Federal*. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agro-pecuária (EMBRAPA), Rio de Janeiro. Boletim Técnico 53. 455 p.
- EMBRAPA. 1979. *Manual de métodos de análises de solos*. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agro-pecuária (EMBRAPA), Rio de Janeiro.
- FAGG, C.W. 1991. *Acacia tortilis*: Fodder tree for desert sands. *Nitrogen Fixing Tree Highlights* 91-01 Nitrogen Fixing Tree Association, Waimanalo, Hawaii, U.S.A. 2 p.
- FAGG, C.W. 1992. Germplasm collection of *Faidherbia albida* in east and southern Africa. In: Vandenbeldt, R.J. (ed.) *Faidherbia albida in the West African Semi-Arid Tropics*, pp.19-24. Proceedings of a Workshop, 22-26 April 1991, ICRISAT & ICRAF, Niamey, Niger.
- FAGG, C.W. & GREAVES, A. 1990. *Acacia nilotica 1869-1988*. Annotated Bibliography No. F42. CABI/OFI publication, CAB International, Wallingford, Oxon. 82 p.

- FAGG C.W. & STEWART J.L. 1994. The value of *Acacia* and *Prosopis* in arid and semiarid environments. *Journal of Arid Environments* 27: 1-23.
- FAGG, C.W. & BARNES, R.D. 1995. *African Acacias: Study and Assembly of the Genetic Resources*. Final Report of ODA Research Scheme R.5655. 1 May 1993 - 31 April 1995. Oxford Forestry Institute, Department of Plant Sciences, University of Oxford, Oxford, U.K. 173 p.
- FELFILI, J.M. 1993. *Structure and dynamics of a gallery forest in central Brazil*. D. Phil. Thesis. University of Oxford. Oxford, U.K. 180p.
- FELFILI, J.M. 1994. Floristic composition and phytosociology of the gallery forest alongside the Gama stream in Brasília, DF, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 17: 1-11.
- FELFILI, J.M. 1995. Diversity, structure and dynamics of a gallery forest in central Brazil. *Vegetatio* 117: 1-15.
- FELFILI, J.M. 1997a. Comparison of the dynamics of two gallery forests in Central Brasil. In: Imaña-Encinas, J. & Klein, C. (eds.) *Proceedings of the International Symposium on Assessment and Monitoring of Forests in Tropical dry regions with Special Reference to Gallery Forests*. pp. 115-124. University of Brasília, Brasília.
- FELFILI, J.M. 1997b. Dynamics of the natural regeneration in the Gama gallery forest in central Brazil. *Forest Ecology and Management* 91: 235-245.
- FELFILI, J.M. 1997c. Diameter and height distributions of a gallery forest community and some of its main species in central Brazil over a six-year period (1985-1991). *Revista Brasileira de Botânica* 20: 155-162.
- FELFILI, J.M. 1998. Determinação de padrões de distribuição de espécies em uma mata de galeria no Brasil Central com a utilização de técnicas de análise multivariada. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer* 2: 35-47.
- FELFILI, J.M. 2000. Crescimento, recrutamento e mortalidade nas matas de galeria do Planalto Central. In: Cavalcanti, T.B. & Walter, B.M.T. (eds.) *Tópicos Atuais em Botânica*. pp. 152-58. EMBRAPA- CENARGEN/ Sociedade Botânica do Brasil, Brasília-DF.
- FELFILI, J.M. & ABREU, H.A.M. 1999. Regeneração natural de *Roupala montana* Aubl., *Piptocarpha macropoda* Back. e *Persea fusca* Mez. em quatro condições ambientais na mata de galeria do Gama-DF. *Revista CERNE* 6: 125-132.
- FELFILI, J.M., FILGUEIRAS, T.S., HARIDASAN, M., SILVA JUNIOR, M.C., MENDONÇA, R. & REZENDE, A.V. 1994. Projeto biogeografia do bioma cerrado: vegetação e solos. *Cadernos de Geociências do IBGE* 12: 75-166.
- FELFILI, J.M., RIBEIRO, J.F., FAGG, C.W. & MACHADO, J.W. 2000. Recuperação de matas de galeria. EMBRAPA/CPAC, Planaltina, Go. 45 p.

- FELFILI, J.M., FRANCO, A.C., FAGG, C.W. & SOUSA-SILVA, J.C. 2001. Desenvolvimento inicial de espécies de mata de galeria. In: Ribeiro, J.F., Fonseca, C.E.L. & Sousa-Silva, J.C. (eds.) *Cerrado: Caracterização e recuperação de matas de galeria*. pp. 3-33. EMBRAPA-CERRADOS, Planaltina.
- FELFILI, J.M., HILGBERT, L.F., FRANCO, A.C., SOUSA-SILVA, J.C., REZENDE, A.V., NOGUEIRA, M.V.P. 1999. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. *Revista Brasileira de Botânica* 22: 297-301.
- FELFILI, J.M. & SILVA JÚNIOR, M.C. 1992. Floristic composition, phytosociology and comparison of cerrado and gallery forests at Fazenda Água Limpa, Federal District, Brazil. In: Furley, P.A., Proctor, J.A. & Ratter, J.A. (eds.) *Nature and dynamics of forest/savanna boundaries*. pp. 393-415. Chapman and Hall, London, U.K.
- FELFILI, J. M., SILVA JÚNIOR, M. C., REZENDE, A. B., MACHADO, J. W. B., NOGUEIRA, P. E. & WALTER, S. M. T. 1994. Vegetação arbórea. *Cadernos de Geociências do IBGE* 12: 84-114.
- FELFILI, J. M., SILVA JUNIOR, M. C., REZENDE, A. V., NOGUEIRA, P. E., WALTER, B. W. T., SILVA, A. & ENCINAS, J. I. 1997. Comparação florística e fitossociológica do cerrado nas Chapadas Pratinha e dos Veadeiros. In: Leite, L. & Saito, C. (eds.) *Contribuição ao conhecimento ecológico do Cerrado*. pp. 6-11. Editora Universidade de Brasília, Brasília-DF.
- FELFILI, J. M., SILVA JÚNIOR, M. C., FILGUEIRAS, T. S. & NOGUEIRA, P. E. 1998. Comparison of cerrado (sensu stricto) vegetation in Central Brazil. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 50: 237-243.
- FELIPPE, G.M. & DALE, J.E. 1990. The effects of phosphate supply on growth of plants from the Brazilian cerrado: experiments with seedlings of the annual weed, *Bidens gardneri* Baker (Compositae) and the tree, *Qualea grandiflora* (Mart.) Vochysiaceae). *Oecologia* 2: 81-86.
- FENNER, M. 1985. *Seed Ecology*. Chapman and Hall, London, U.K.
- FERREIRA, M.G.M., CÂNDIDO, J.F., CANO, M.A.O. & CONDÉ, A.R. 1977. Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas. *Revista Árvore* 1: 121-134.
- FETENE, M. & FELEKE, Y. 2001. Growth and photosynthesis of seedlings of four tree species from a dry tropical afro-montane forest. *Journal of Tropical Ecology* 17: 269-283.
- FILGUEIRAS, T. S., FELFILI, J. M., SILVA JUNIOR, M. C. & NOGUEIRA, P. E. 1998. Floristic and structural comparison of cerrado (sensu stricto) vegetation in central Brazil. In: Dallmeyer, F. (ed.) *Measuring and monitoring forest biological diversity*. pp. 633-648. Smithsonian Foundation/MAB, Parthenon publishers, New York, U.S.A.

- FRANCO, A.C. 2000. Water and light use strategies by cerrado woody plants In: Cavalcanti, T.B. & Walter, B.M.T. (eds.) *Tópicos Atuais em Botânica*. pp. 292-298. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia/Sociedade Botânica do Brasil, Brasília.
- FURLEY, P. & RATTER, J.A. 1988. Soil resources and plant communities of the central Brazilian cerrado and their development *Journal of Biogeography* 15: 97-108.
- FURTINI NETO, A.E.F., RESENDE, A.V., VALE, F.R. & SILVA, I.R. 1999. Liming effects on growth of native woody species from Brazilian savannah. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 34: 829-837.
- GALETTI, M. & PEDRONI, F. 1994. Seasonal diet of capuchin monkey (*Cebus apella*) in a forest in South-east Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 10: 27-39.
- GAUCH, H.G. 1972. *Inorganic plant nutrition*. Dowden, Kutchinson and Roos, Inc., Stroudsburg, PA., U.S.A. 488 p.
- GENTRY, A. 1991. The distribution and evolution of climbing plants. In: Putz, F.E. & Mooney, H.A. (eds.) *The biology of vines*. pp. 3-49. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- GENTRY, A. 1993. *A field guide to the families and genera of Woody plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru)*. Conservation International, Washington DC., U.S.A. 895 p.
- GENTRY, A. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. In: Bullock, S.H., Mooney, H.A., Medina, E. (eds.) *Seasonally dry tropical forests*. pp. 146-194. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- GILBERT, I.R., JARVIS, P.G. & SMITH, H. 2001. Proximity signals and shade avoidance differences between early and late successional trees. *Nature* 411: 792-795.
- GOEDERT, W.J. 1986. *Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo*. EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina. 423 p.
- GOODLAND, R. & POLLARD, R. 1973. The Brazilian cerrado vegetation, a fertility gradient. *Journal of Ecology* 61: 219-224.
- GOODLAND, R. 1971. A physiognomic analysis of the cerrado vegetation of central Brazil. *Journal of Ecology* 59: 411-419.
- GOUVEIA, G.P & FELFILI, J.M. 1998. Fenologia de comunidades de matas de galeria e de cerrado no Distrito Federal. *Revista Árvore* 22: 443-450.

- GRIMES, J.W. 1992. Description of *Acacia tenuifolia* var. *producta* (Leguminosae, Mimosoideae), a new variety from the Guianas, and discussion of the typification of the species. *Brittonia* 44: 266-269.
- GUINET, P. & VASSAL, J. 1978. Hypotheses on the differentiation of the major groups in the genus *Acacia* (Leguminosae). *Kew Bulletin* 32: 509-527.
- HARIDASAN, M. 1982. Aluminium accumulation by some cerrado native species of central Brazil. *Plant and Soil* 65: 265-273.
- HARIDASAN, M. 1985. Accumulation of nutrients by eucalyptus seedlings from acidic and calcareous soils of the cerrado region of Central Brazil. *Plant and Soil* 86: 35-45.
- HARIDASAN, M. 1990. Solos do Distrito Federal. In Pinto, M.N. (ed.) *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. pp. 309-330. Editora Universidade de Brasília, Brasília.
- HARIDASAN, M. 1992. Observations on soils, foliar nutrient concentrations and floristic composition of cerrado *sensu stricto* and cerradão communities in central Brazil. In: Furley, P.A., Procter, J. e Ratter, J.A. (eds.) *Nature and Dynamics of Forest-Savanna Boundaries*. pp. 171-184. Chapman and Hall, London, U.K.
- HARIDASAN, M. 1994. Solos. In: Felfili, J.M., Filgueiras, T.S., Haridasan, M., Silva Junior, M.C., Mendonça, R. & Rezende, A.V. (eds.) Projeto biogeografia do bioma cerrado: vegetação e solos. *Cadernos de Geociências do IBGE* 12: 75-166.
- HARIDASAN, M. & ARAÚJO, G.M. 1987. Aluminium-accumulating species in two forest communities in the cerrado region of central Brazil. *Forest Ecology and Management* 24: 15-26.
- HARIDASAN, M., SILVA JR. M.C., FELFILI, J.M., REZENDE, A.V. & SILVA, P.E.N. 1997. Gradient analysis of soil properties and phytosociological parameters of some gallery forests on the "Chapada dos Veadeiros" in the cerrado region of central Brazil. In: Imana-Encinas, J. & Kleinn, C. (eds.) *Proceedings of the International Symposium on Assessment and monitoring of forests in tropical dry regions with special reference to gallery forests*. pp. 259-275. Universidade de Brasília, Brasília.
- HARIDASAN, M. 2000. Nutrição mineral das plantas nativas do cerrado grupos funcionais. In: Cavalcanti, T.B. & Walter, B.M.T. (eds.) *Tópicos Atuais em Botanica*. pp.159-164. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia/Sociedade Botanica do Brasil, Brasília.
- HARIDASAN, M. 2001. Nutrient cycling as a function of landscape and biotic characteristics in the cerrado of central Brazil. In: McClain, M.E., Victoria, R.L. & Richey, J.E. (eds.) *Biochemistry of the Amazon Basin and its role in a changing world*. pp. 68-83. Oxford University Press, Oxford, U.K.

- HARTSHORN, G.S. 1989. Gap-phase dynamics and tropical tree species richness. In: Holm-Nielsen, L.B. & Basev, H. (eds.) *Tropical Forests Botanical Dynamics and Speciation*. pp. 65-73. Academic Press, London, U.K.
- HEGARTY, E.E. & CABALLÉ, G. 1991. Distribution and abundance of vines in forest communities. In: Putz, F.E. & Mooney, H.A. (eds.) *The biology of vines*. pp. 313-335. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- HOEHNE, F.C. 1919. *Historia Natural Botanica Parte VIII. Leguminosae*. Comissão de linhas telegráficas estratégicas de Matto Grosso ao Amazonas. Publicação 45. Anexo no 5. Rio de Janeiro. pp. 22-23.
- HOGBERG, P. 1992. Root symbiosis of trees in African dry tropical forests. *Journal of Vegetation Science* 3: 393-400.
- HUBBELL, S.P. 1979. Tree dispersion, abundance and diversity in a tropical dry forest. *Science* 203: 1299-1309.
- HUBBELL, S.P. & FOSTER, R.B. 1987. La estructura espacial en gran escala de un bosque neotropical. *Revista de Biología Tropical* 35: 7-22.
- HUTCHINGS, M.J. 1986. The structure of plant populations. In: Crawley, M.J. (ed.) *Plant Ecology* pp. 97-136. Blackwell Scientific Publishers, Oxford, U.K.
- IRWIN, H.S. 1966. Contributions to the Botany of Guiana. III. Leguminosae-Mimosoideae. *Memoires of the New York Botanical Gardens* 15: 96-111.
- JANZEN, D.J. 1974. Swollen-Thorn Acacias of Central America. *Smithsonian Contributions to Botany* 13, 131 p.
- JAYASANKAR, S. & MOHANKUMAR, B. 1992. Early growth and nodulation in five Acacia species. *Myforest* 28: 215-220.
- JONES, E.W. 1956. Ecological studies on the rain forest of Southern Nigeria IV (continued). The plateau forest of Okumu Forest Reserve. *Journal of Ecology* 44: 83-117.
- KAGEYAMA, P. & GANDARA, F.B. 2000. Recuperação de áreas ciliares. In: Rodrigues, R.R. & Leitão Filho, H. de F. (eds.) *Matas ciliares, conservação e recuperação*. pp. 249-269. Editora de Universidade de São Paulo, São Paulo.
- KENT, M. & COKER, P. 1992. *Vegetation description and analysis - a practical approach*. Belhaven Press, London. 363 p.
- KENNEDY, D.N. & SWAINE, M.D. 1992. Germination and growth of colonizing species in artificial gaps of different sizes in Dipterocarp rain forests. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B* 335: 357-67.
- KING, D.A. 1991. Correlations between biomass allocation, relative growth rate and light environment in tropical forest saplings. *Functional Ecology* 5: 485-492.

- KITAJIMA, K. 1996. Ecophysiology of tropical tree seedlings. In: Mulkey, S.S., Chazdon, R.L. & Smith, A.P. (eds.) *Tropical Forest Plant Ecophysiology*. pp. 559-596. Chapman and Hall, New York, U.S.A.
- KNIGHT, D.H. 1975. Phytosociological analysis of species-rich tropical forest on Barro Colorado, Panama. *Ecological Monographs* 45: 259-284.
- KOZLOWSKI, T.T., KRAMER, P. J., PALTARDY, S.G. 1991. *The physiological ecology of wood plants*. Academic Press, San Diego, U.S.A.
- KREBS, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins Publishers, New York, U.S.A. 654 p.
- LAMBERS, H. & PORTER, H. 1992. Inherent variation in growth rate between higher plants: A search for physiological causes and ecological consequences. *Advances in Ecological Research* 23: 187-261.
- LEWIS, G.P. 1987. *Legumes of Bahia*. Royal Botanic Gardens, Kew, U.K. 369 p.
- LEWIS, G.P. 1996. Two new species of *Acacia* (Leguminosae:Mimosoideae) from Brazil. *Kew Bulletin* 51: 371-375.
- LEWIS, G.P., OWEN, P.E. 1989. *Legumes of the ilha de Maracá*. Royal Botanic Gardens, Kew, U.K. 95p.
- LIMA, M.P.M. de & GUEDES-BRUNI, R.R. 1994. *Reserva ecológica de Macaé de Cima: Nova Friburgo - RJ, Aspectos Florísticos das espécies vasculares* Volume 1. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 404 p.
- LOPES, A.S. & COX, F.R. 1977. A survey of the fertility status of the surface soils under cerrado vegetation in Brazil. *Soil Science Society of America Journal* 41: 742-747.
- LÜTTGE, U. 1997. *Physiological ecology of tropical plants*. Springer-Verlag, Berlin, Germany. 384 p.
- MACBRIDE, J.F. 1943. *Acacia*. In: MacBride, J.F. Flora of Peru, Family Leguminosae. pp. 74-83. Field Museum of Natural History Botanical Series, 13 part 3, Chicago, Illinois.
- MAC DOUGALL, D. & KELLMAN, M. 1992. The understorey light regime and patterns of tree seedlings in tropical riparian forest patches. *Journal of Biogeography* 19: 667-675.
- MACHADO, J.W.B. 1989. *Resposta de populações de *Copaifera langsdorffii* Desf. a presença de níveis elevados de cálcio no solo e à saturação hídrica*. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo. 129 p.

- MADSEN, E.B. 1990. *The genus Acacia Mill. in Ecuador*. Cand. scient. thesis, Botanical Institute, University of Aarhus, Denmark. 23 p.
- MANDAL A.K., ENNOS R. A. & FAGG C.W. 1994. Mating system analysis in a natural population of *Acacia nilotica* subspecies *leiocarpa*. *Theoretical and Applied Genetics* 89: 931-35.
- MARIMON, B. S. & FELFILI, J.M. 2000. Distribuição de diâmetros e alturas na floresta monodominante de *Brosimum rubescens* Taub. na reserva indígena Areões, Água Boa-MT, Brasil. *Revista Árvore* 24: 143-150.
- MARIMON, B. S., VARELLA, R.F. & MARIMON JÚNIOR, B. 1998. Fitossociologia de uma área de cerrado de encosta em Nova Xavantina, Mato Grosso. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer* 3: 82-101.
- MAZORRA, M.A., SAN JOSE, J.J., MONTES, R. & GARCIA MIRAGAYA, J. 1987. Aluminium concentration in the biomass of native species of the Morichals (swamp palm community) at the Orinici Llanos, Venezuela. *Plant and Soil* 102: 275-277.
- MAZZEI, L.J., REZENDE, A.V., FELFILI, J.M., FRANCO, A.C., SOUZA-SILVA, J.C., CORNACHIA, G. & SILVA, M.A. 1997. Comportamento de plântulas de *Ormosia stipularis* Ducke submetidas a diferentes níveis de sombreamento em viveiro. In: Leite, L. L. & C. H. Saito, (eds.). *Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado*. pp. 17-21. Universidade de Brasília, Brasília.
- MAZZEI, L.J., FELFILI, J.M., REZENDE, A.V., FRANCO, A.C. & SOUSA-SILVA, J.C. 1998. Crescimento de plântulas de *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire, Steyermark & Frodin em diferentes níveis do sombreamento no viveiro. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer* 3: 27-36.
- MAZZEI, L.J., SOUSA-SILVA, J.C., FELFILI, J.M., REZENDE, A. V. & FRANCO, A.C. 1999. Crescimento de plântulas de *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee & Lang em viveiro. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer* 4: 21-29.
- MCVAUGH, R. 1987. *Acacia*. In: McVaugh, R. (ed.) *Flora Novo-Galiciana. A descriptive account of the vascular plants of Western México. Leguminosae*. 5. pp. 118-143. The University of Michigan Press, Ann Arbor, U.S.A.
- MELO, J.T. 1999. Resposta de mudas de algumas espécies arbóreas nativas do cerrado aos nutrientes em latossolo vermelho escuro. Tese de doutorado. Universidade de Brasília, Brasília. 102 p.
- MENDONÇA FILHO, C.V. 1996. *Braúna, Angico, Jacarandá e outros leguminosas de mata atlântica: estação biológica de Caratinga, Minas Gerais*. Belo Horizonte, Minas Gerais. 99 p.
- MENDONÇA, R., FELFILI, J.M., WALTER, B. M.T., SILVA JÚNIOR, M.C., REZENDE, A.V., FILGUEIRAS, T.S. & NOGUEIRA, P.E.N. 1998. Flora

- vascular do Cerrado. In: Sano, S. & Almeida, S. (eds.) *Cerrado: ambiente e flora*. pp. 287-556. EMBRAPA-CPAC, Planaltina.
- MENDONÇA, R., FELFILI, J.M., FAGG, C.W., SILVA, M.A., FILGUEIRAS, T.S. & WALTER, B.M.T. 2000. Florística da região do Espigão Mestre do São Francisco, Bahia e Minas Gerais. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer* 6: 38-94.
- MEYER, H.A., RECKNAGEL, A. B., STEVENSON, D.D. & BARTOO, R.A. 1961. *Forest Management*. Ronald Press, New York, U.S.A.
- MILLER, J.T. & BAYER, R.J. 2001. Molecular phylogenetics of *Acacia* (Fabaceae: Mimosoideae) based on the chloroplast *MatK* coding sequence and flanking *TrnKintron* spacer regions. *American Journal of Botany* 88: 697-705.
- MITCHELL, P.L. & WHITMORE, T.C. 1993. Use of Hemispherical Photographs in Forest Ecology. O.F.I. Occasional Papers n° 44, University of Oxford, Oxford, U.K. 39 p.
- MORELLATO, P.C. & LEITÃO-FILHO, H.F. 1996. Reproductive phenology of climbers in a southeastern Brazilian Forest. *Biotropica* 28: 180-191.
- MOREIRA, A.G. & KLINK, C.A. 2000. Biomass allocation and growth of tree seedlings from two contrasting Brazilian savannas. *Ecotropicos* 13: 43-51.
- MOREIRA, F.M.S., DA SILVA, M.F. & DE FARIA, S.M. 1992. Occurrence of nodulation in legume species in the Amazonian region of Brazil. *New Phytologist* 121: 563-570.
- MURPHY, P.G. & LOGO, A.E. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 67-88.
- MURPHY, P.G. & LOGO, A.E. 1995. Dry forests of Central America and the Caribbean. In: Bullock SH, Mooney HA & Medina E (eds.) *Seasonally dry tropical forests* pp. 9-34. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- MUNHOZ, C.B.R. & PROENÇA, C.E.B. 1998. Composição florística do município de Alto Paraíso de Goiás na Chapada dos Veadeiros. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer* 3: 102-150.
- NASCIMENTO, M.T. & SADDI, N. 1992. Structure and floristic composition in an area of cerrado in Cuiabá – MT. *Revista Brasileira de Botânica* 15: 47-55.
- NIMER, E. 1989. *Climatologia do Brasil*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro. 421 p.
- NJITI, C.F. & GALIANA, A. 1996. Symbiotic properties and *Rhizobium* requirements for effective nodulation of five tropical dry zone acacias. *Agroforestry Systems* 34: 265-275.

- NOGUEIRA, P.E. & HARIDASAN, M. 1997. Foliar nutrient concentrations of tree species in four gallery forests in Central Brazil. In: Imana-Encinas, J. & Kleinn, C. (eds.) *Proceedings of the International Symposium on Assessment and monitoring of forests in tropical dry regions with special reference to gallery forests*. pp. 309-321. University of Brasília, Brasília.
- OLIVARES, E & MEDINA, E. 1992. Water and nutrient relations of woody perennials from tropical dry forests. *Journal of Vegetation Science* 3: 383-392.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T., SCOLFORO, J.R.S. & MELO, J.M. 1994. Composição florística e estrutura comunitária de um remanescente de floresta semidecídua Montana em Lavras, MG. *Revista Brasileira de Botânica* 17: 107-117.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. & RATTER, J.A. 1995. Study of the origin of Central Brazilian Forests by the analysis of plant species distribution patterns. *Edinburgh Journal of Botany* 52: 141-194.
- PAGANO, S.N. & DURIGAN, G. 2000. Aspectos da ciclagem de nutrientes em matas ciliares do oeste do estado de São Paulo, Brasil. In: Rodrigues, R.R. & Leitão Filho, H. de F. (eds.) *Matas ciliares conservação e recuperação*. pp. 109-123. Editora de Universidade de São Paulo, São Paulo.
- PAULA, J.E. DE & ALVES J.L. DE H. 1997. *Madeiras nativas, anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso*. Fundação Mokiti Okada, Brasília. 540 p.
- PAULILO, M.T.S. & FELIPPE, G.M. 1998. Growth of the shrub-tree flora of the Brazilian cerrados: a review. *Tropical Ecology* 39: 165-174.
- PELLEW, R.A. 1980. The production and consumption of *Acacia* browse and its potential for animal protein production. In: H.N. Le Houérou (ed.) *Browse in Africa* pp. 223-233. International Livestock Centre for Africa, Addis Ababa, Ethiopia.
- PENNINGTON, R.T., PRADO, D.E. & PENDRY, C.A. 2000. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography* 27: 251-260.
- PERES, C.A & BAIDER, C. 1997. Seed dispersal, spatial distribution and population structure of Brazilnut trees (*Bertholletia excelsa*) in southeastern Amazonia. *Journal of Tropical Ecology* 13: 595-616.
- PINARD, M., HOWLETT, B. & DAVIDSON, D. 1996. Site conditions limit pioneer tree recruitment after logging of dipterocarp forests in Sabah, Malaysia. *Biotropica* 28: 2-12.
- PIO CORREA, M. 1984. *Dicionário das plantas úteis do Brasil*. Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal Volumes I-VI. 4349 p.

- PIRES, A., FELFILI, J.M. & ABREU, A.R. 1999. Florística e fitossociologia do cerrado stricto sensu na APA de Cafuringa – DF. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer* 4: 5-20.
- PRADO, D.E. 2000. Seasonally dry forests of tropical south América: from forgotten ecosystems to a new phytogeographic unit. *Edinburgh Journal of Botany* 57: 437-461.
- PUTZ, F.E. 1983. Liana biomass and leaf area of a "terra firme" forest in the Rio Negro Basin, Venezuela. *Biotropica* 15: 185-189.
- PUTZ, F.E. 1984. The natural history of lianas on Barro Colorado Island, Panama. *Ecology* 65: 1713-1724.
- PUTZ, F.E. & WINDSOR, D.M. 1987. Liana phenology on Barro Colorado Island, Panama. *Biotropica* 19: 334-341.
- RATTER, J.A. 1986. Notas sobre a vegetação da Fazenda Água Limpa (Brasília, DF, Brasil). Editora Universidade de Brasília, Textos Universitários n. 003, Brasília. 136p.
- RATTER, J.A., RICHARDS, P.W., ARGENT, G. & GIFFORD, D.R. 1973. Observations on the vegetation of northeastern Mato Grosso. 1. The woody vegetation types of the Xavantina-Cachimbo expedition area. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 226: 449-492.
- RATTER, J.A., ASKEW, G.P., MONTGOMERY, R.F. & GIFFORD, D.R. 1977. Observações adicionais sobre o cerrado de solos mesotróficos no Brasil Central. In: Ferri, M.G. (ed.) *IV Simposio sobre o cerrado*. pp. 306-316. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- RATTER, J. A., ASKEW, G. P., MONTGOMERY, R. F. & GIFFORD, D. R. 1978. Observations on the vegetation of northeastern Mato Grosso. II. Forests and soils of the Rio Suiá-Missú area. *Proceedings of the Royal Society of London B*. 235: 259-280.
- RATTER, J.A., BRIDGEWATER, S., ATKINSON, R. & RIBEIRO, J.F. 1996. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation II: Comparison of the woody vegetation of 98 areas. *Edinburgh Journal of Botany* 53:153-180.
- REATTO, A., CORREIA, J.R. & SPERA, S.T. 1998. Solos do Bioma Cerrado: aspectos pedológicos In: Sano, S. & Almeida, S. (eds.) *Cerrado: ambiente e flora*. pp. 47-86. EMBRAPA-CPAC, Planaltina.
- REDDELL, P. & WARREN, R. 1987. Inoculation of *Acacias* with mycorrhizal fungi: potential benefits. In: *Australian Acacias in developing countries*. ACIAR Proceedings, Australian Centre for International Research No.16: 50-53.

- REIS, M.G.F., REIS, G.G. REGAZZI, A.J. & LELES, P.S.S. 1991. 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* 15: 23-32.
- RENO, N.B., SIQUEIRA, J.O., CURI, N. & VALE, F.B. DO 1997. Limitações nutricionais ao crescimento inicial de quatro espécies arbóreas nativas em latossolo vermelho-amarelo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 32: 17-25.
- REZENDE, A.V., SALGADO, M.A.S., FELFILI, J.M., FRANCO, A.C., SOUZA-SILVA, J.C., CORNACHIA, G. & SILVA, M.A. 1998. Crescimento e repartição de biomassa em plântulas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a diferentes regimes de sombreamento em viveiro. *Boletim do Herbário Ezechias Heringer* 2: 19-33.
- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado In: Sano, S. & Almeida, S. (eds.) *Cerrado: ambiente e flora*. pp. 89-166. EMBRAPA-CPAC, Planaltina.
- RIZZINI, C.T. 1965. Experimental studies on seedling development of cerrado woody plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 52: 410-426.
- ROBINSON, J., HARRIS, S.A. 2000. A plastid DNA phylogeny of the genus *Acacia* Miller (Acacieae, Leguminosae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 132: 195-222.
- RODRIGUES, R.R. & NAVE, A.G. 2000. Heterogeneidade Florística das matas ciliares. In: Rodrigues, R.R. & Leitão Filho, H. de F. (eds.) *Matas ciliares conservação e recuperação*. pp. 45-71. Editora de Universidade de São Paulo, São Paulo.
- RODRIGUES, R.R. & GANDOLFI, S. 2000. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: Rodrigues, R.R. & Leitão Filho, H. de F. (eds.) *Matas ciliares conservação e recuperação*. pp. 235-247. Editora de Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ROSS, J.H. 1981. An analysis of the African *Acacia* species: their distribution, possible origins and relationships. *Bothalia* 13: 389-413.
- ROSSI, C.V., SILVA JÚNIOR, M.C. & SANTOS, C.E.N. 1998. Fitossociologia do estrato arbóreo do cerrado (*sensu stricto*) no Parque Ecológico Norte, Brasília – DF. *Boletim do Herbário Ezechias Heringer* 2: 49-56.
- RUNKLE, J.R. 1989. Synchrony of regeneration in gaps and latitudinal differences in tree species diversity. *Ecology* 70: 546-47.
- SABATII, E.N. & WEIN, R.W. 1987. Fire and *Acacia* seeds-a hypothesis of colonisation success. *Journal of Ecology* 75: 937-946.

- SABITII, E.N. & WEIN, R.W. 1988. Fire behaviour and the invasion of *Acacia sieberana* into savanna grassland openings. *African Journal of Ecology* 26: 301-313.
- SALGADO, M.A.S., REZENDE, A.V., SOUSA-SILVA, J.C., FELFILI, J.M. & FRANCO, A.C. 1998. Crescimento inicial de *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. em diferentes condições do sombreamento. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer* 3: 37-45.
- SALGADO, M.A.S., REZENDE, A.V., FELFILI, J.M., FRANCO, A.C. & SOUSA-SILVA, J.C. 2001. Crescimento e repartição de biomassa em plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. submetidas a diferentes níveis de sombreamento em viveiro. *Brasil Florestal* 70: 13-21.
- SAMPAIO, A.B., WALTER, B.M.T. & FELFILI, J.M. 2000. Diversidade e distribuição de espécies arbóreas em duas matas de galeria na micro-bacia do Riacho Fundo, Distrito Federal. *Acta Botânica Brasílica* 14: 197-214.
- SARMIENTO, G. 1984. *The ecology of Neotropical savannas*. Harvard University Press, Cambridge, USA.
- SARMIENTO, G. 1992. Adaptive strategies of perennial grasses in South American savannas. *Journal of Vegetation Science* 3: 325-336.
- SCARIOT, A. & SEVILHA, A.C. 2000. Diversidade, estrutura e manejo de florestas decíduais e as estratégias para a conservação. In: Cavalcanti, T.B. & Walter, B.M.T. (eds.) *Tópicos Atuais em Botânica*. pp. 183-188. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia/Sociedade Botânica do Brasil, Brasília.
- SCHNEE, L. 1973. *Plantas Comunes de Venezuela*. Segunda Edición. Universidad Central de Venezuela, Instituto de Botánica Agrícola, Maracay, Venezuela. pp. 52, 84, 249, 261, 645, 687.
- SCHNITZER, S.A, DALLING, J.W. & CARSON, W.P. 2000. The impact of lianas on tree regeneration in tropical forest canopy gaps: evidence for an alternative pathway of gap-phase regeneration. *Journal of Ecology* 88: 655-666.
- SIEGLER, D.S. & EBINGER, J.E. 1988. *Acacia macrantha*, *A. pennatula* & *A. cochliacantha* (Fabaceae: Mimosoideae) species complex in Mexico. *Systematic Botany* 13: 7-15.
- SILVA JÚNIOR, M.C. 1987. Relações entre parâmetros do solo e da vegetação de cerrado da estação florestal de experimentação de Paraobepa – MG. *Revista Brasileira de Botânica* 10: 125-137.
- SILVA JÚNIOR, M.C. 1995. *Tree communities of the gallery forests of the IBGE Ecological station, Federal District, Brazil*. Ph.D. thesis, University of Edinburgh, Edinburgh, U.K. 257 p.

- SILVA JÚNIOR, M.C. 1999. Composição florística, fitossociologia e estrutura diamétrica na mata de galeria do Monjolo, reserva ecológica do IBGE (Recor), DF *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer* 4: 30-45.
- SILVA JÚNIOR, M.C., FURLEY, P. A. & RATTER J. A. 1996. Variations in tree communities and soils with slope in gallery forest, Federal District, Brazil. In: Anderson, M.G. & Brooks, S.M. (eds.) *Advances in Hillslope Processes*, pp. 451-469. John Wiley and Sons Ltd., London, U.K. Volume 1.
- SILVA JÚNIOR, M.C., NOGUEIRA, P.E. & FELFILI, J.M. 1998. Flora lenhosa das matas de galeria no Brasil Central. *Boletim do Herbário Ezechias Heringer* 2: 57-75.
- SILVA, A.S.L. 1990. Contribuição ao estudo sistemático das espécies do gênero *Acacia* Mill. (Leguminosae-Mimosoideae) ocorrentes na Amazônia Brasileira. *Boletim do Museu Paraense. Emílio Goeldi, serie Botânica*. 6: 159-226.
- SILVA, F.P., BORGES, R.C.G. & PIRES, I.E. 1996. Avaliação de parâmetros genéticos de *Acacia mangium* Willd., aos 63 meses de idade, no vale do Rio Doce - MG. *Revista Árvore* 20: 299-308.
- SILVA, M.A. da & NOGUEIRA, P.E. 1999. Avaliação fitossociológica do estrato arbustivo-herbáceo em cerrado stricto sensu após incêndio acidental, no Distrito Federal, Brasil. *Boletim do Herbário Ezechias Heringer* 4: 65-79.
- SILVA, P.E.N. 1991. *Estado nutricional de comunidades arbóreas em quatro matas de galeria na região dos cerrados do Brasil central*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília. 111 p.
- SILVA, A. G. A., GONÇALVES, C.R., GALVÃO, D.M., GONÇALVES, A. J. L., GOMES, J., SILVA, M. N. & SIMONI, L. 1968. Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitos e predadores. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro. 4 tomos. 1793 p.
- SINGH, K.P. 1989. Mineral nutrients in tropical dry deciduous forest and savanna ecosystems in India. In: Proctor, J. (ed.) *Mineral nutrients in tropical forest and savanna ecosystems*. pp. 153-168. Special publication number 9 of the British Ecological Society, Blackwell Scientific Publications, Oxford. U.K.
- SMYTH, T.J. & CRAVO, M.S. 1992. Aluminium and calcium constraints to continuous crop production in a Brazilian Amazon oxisol. *Agronomy Journal*, Madison 84: 843-850.
- SOKAL, R.R. & ROLF, F.J. 1981. *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research*. Freeman, New York, U.S.A. 859 p.
- SOUSA-SILVA, J.C., SALGADO, M.A.S., FELFILI, J.M., REZENDE, A.V. & FRANCO, A.C. 1999. Desenvolvimento inicial de *Cabralea canjerana* Saldanha sob diferentes condições de luz. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer* 4: 80-89.

- SPURR, S.H. & BARNES, V.D. 1992. *Forest Ecology*, 3rd ed. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, U.S.A. 687 p.
- STEYERMARK, J.A. & HUBER, O. 1978. Flora del Avila, Flora y vegetación de las montañas del Avila, de la Silla y del Naiguatá. pp. 560. Publicación especial de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales y Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Caracas, Venezuela.
- SWAINE, M. & WHITMORE, T.C. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Vegetatio* 75: 81-86.
- TAN, K. & KELTJENS, W.G. 1995. Analysis of acid-soil stress in sorghum genotypes with emphasis on aluminium and magnesium interactions. *Plant and Soil*, the Hague 171: 147-150.
- TIMBERLAKE, J., FAGG, C.W., & BARNES, R.D. 1999. *A Field Guide to the Acacias of Zimbabwe*. CBC Publishing, Harare, Zimbabwe. 160 p.
- UCHIDA, T., CAMPOS, M.A.A., BARBOSA, A.P. & MARQUES, A.S.J. 1998. Influência do sombreamento no desenvolvimento de mudas de Cumaru (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. -Fabaceae) Cultivadas em viveiro. In: Higuchi, N., Campos, M.A.A., Sampaio, P.T.B. & dos Santos, J. (eds.) *Pesquisas Florestais para a conservação da floresta e reabilitação de áreas degradadas da Amazônia* pp. 253-264. INPA, Manaus.
- VALE, F.R. do, FURTINI NETO, A.E., RENO, N.B., FERNANDES, L.A. & RESENDE, A.V. 1996. Crescimento radicular de espécies florestais em solo ácido. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 31: 609-616.
- VALE, A. T. 2000. Caracterização da biomassa lenhosa de um cerrado *sensu stricto* da região de Brasília para o uso energético. Tese do doutorado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo. 111 p.
- VALLADARES, F., WRIGHT, J., LASSO, E., KITAJIMA, K. & PERCY, R.W. 2000. Plastic phenotypic response to light of 16 congeneric shrubs from a Panamanian rainforest. *Ecology* 8: 1925-1936.
- VAN GROENENDAEL, J.M., BULLOCK, S.H. & PEREZ-JIMENEZ, A. 1996. Aspects of the population biology of the gregarious tree *Cordia elaeagnoides* in a Mexican tropical deciduous forest. *Journal of Tropical Ecology* 12: 11-24.
- VENUS, J.C. & CAUSTON, D.R. 1979. Plant Growth Analysis: a re-examination of the methods of calculation of relative growth and net assimilation rates without using fitted functions. *Annals of Botany* 43: 633-638.
- VIEIRA, G. 1996. *Gap dynamics in a managed Amazonian forest: structural and ecophysiological aspects*. D.Phil. Thesis. University of Oxford, Oxford, U.K. 164 p.

- WALTER, B. M. T. 1995. *Distribuição espacial de espécies perenes em uma Mata de Galeria Inundável no Distrito Federal; florística e fitossociologia*. Tese de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília. 200 p.
- WALTERS, J. & KOZAK, A. 1965. *Effects of seedling size on survival and growth of plantations with particular reference to Douglas fir*. Vancouver, University of British Columbia, Research Papers 72, 25p.
- WHITMORE, T. C. 1989. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. *Ecology* 70: 536-538.
- WHITMORE, T. C. 1990. *An introduction to tropical rain forests*. Clarendon Press, Oxford, U.K. 226 p.
- WRIGHT, J.S. & CORNEJO, F.H. 1990. Seasonal drought and the timing of flowering and leaf fall in a neotropical forest. In: Bawa, K.S. & Hadley, M. (eds.) *Reproductive biology of Tropical forest plants*. pp. 49-61. Parthenon Publishing/MAB-UNESCO.
- WOODSON, R.E. & SCHERY, R.W. 1950. Flora of Panama. Leguminosae-Mimosoideae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 37: 185-314.

## Anexo I. Notas sobre a taxonomia das espécies

*Acacia tenuifolia* (L.) Willd., Sp. Pl. 4:1091 (1806)

sin. *Acacia paniculata* Willd. Sp. Pl. 4:1074 (1806)

*Senegalia turbacensis* Britton & Killip, Ann. New York Acad. Sci. 35:146 (1936)

Hábito: arbusto escandente, árvore ou liana.

*Acacia tenuifolia* cresce em florestas decíduas e semidecíduas desde as terras baixas costeiras até os planaltos, do sudoeste do México, América Central, Caribe, até a porção norte e central da América do Sul (Venezuela, Equador, Bolívia e Brasil). Ela cresce em uma vasta gama de *habitats* e altitudes e tem sido descrita como uma liana, arbusto ou árvore de pequeno porte.

### História taxonômica

Willdenow descreveu duas espécies de *Acácia* no seu *Species plantarum* em 1806, *tenuifolia* baseada em *Mimosa tenuifolia* Linnaeus e *paniculata*, descrita pela primeira vez. Bentham (1875) combinou as duas, fazendo *A. tenuifolia* um sinônimo de *A. paniculata*. Em 1876 Bentham na *Flora Brasilienses* de Martius citou *A. paniculata* mas nos seus sinônimos ele não incluiu *A. tenuifolia*. Britton & Rose (1928) transferiram *M. tenuifolia* para *Senegalia* sem mencionar *A. paniculata*.

Vários autores, tratando a flora de diversas regiões neotropicais usaram o nome mais antigo *tenuifolia* tendo *paniculata* como um sinônimo, ver Woodson & Schery (1950) no seu tratamento da Flora do Panamá, McVaugh (1987) no seu tratamento da Flora do Oeste do México, e Masden (1990) no seu tratamento da flora do Equador.

Irwin (1966) aceitou *paniculata* sem referência a *tenuifolia* no seu tratamento da flora da Guiana, e descreveu a espécie com uma liana aculeada largamente distribuída na Amazônia e na Guiana, estendendo-se para o sul até São Paulo. MacBride (1943) na

flora do Peru aceitou *paniculata* sem referência a *tenuifolia*, com o sinônimo *Senegalia paniculata* (Willd.) Killip. Steyermark & Huber (1978) e Schnee (1973) na Venezuela citaram apenas *paniculata*. No Brasil, Hoehne (1919), Ducke (1925), Barroso (1965), Silva (1990) e Lewis (1987) todos aceitaram *A. paniculata* sem referência a *tenuifolia*.

Grimes (1992) ao descrever uma nova variedade de *A. tenuifolia* das Guianas, também deu ao espécimen tipo o nome mais antigo de *tenuifolia* e colocou *A. paniculata* Willd. e *A. multipinnata* Ducke como sinônimas. Muitos dos nomes de Lineus não foram tipicados na sua época por isso Grimes baseou-se nas ilustrações de Plumier que retratavam as espécies descritas. Esta espécie pertence a um complexo taxonômico e eu acredito que ainda não está satisfatoriamente classificada. A planta estudada aqui é uma árvore de pequeno a médio porte, ver estrutura de população no Capítulo 7, comum nas florestas estacionais do Brasil Central.

No Distrito Federal existem exicatas de *Acacia tenuifolia* (depositadas nos herbários de UB, IBGE, CENAGEN) e coletadas em áreas de afloramento calcáreo como na FERCAL no passado, porém, no decorrer deste trabalho, mesmo efetuando diversas excursões nenhum indivíduo foi encontrado. Sua ocorrência é restrita às florestas estacionais e muitas vezes está identificada pelo sinônimo *A. paniculata* (Mendonça *et al.* 1998).

#### Descrição

É uma árvore pequena, que alcança 5-12m de altura e diâmetro a altura do peito (DAP) de até 21 cm, esta apresenta uma copa ampla. Brotos foliares são glabros, as partes mais jovens são marrons avermelhadas com alguns pelos vermelhos glandulares, logo tornando-se verde oliva com acúleos curvos (1-5 mm de comprimento) espalhados sob a ráquis e sob o pecíolo. Estes são curvos, com formato de gancho e ocorrem ao longo de quatro cristas equidistantes. Nos ramos mais jovens a casca é verde e depois torna-se marrom cremosa e lisa nos galhos e finalmente desenvolve-se em uma casca marrom e distintamente fissurada no tronco principal. As estípulas são pareadas na base de cada folha, estreitamente lanceoladas e com cerca de 2-7 mm x 0.5 - 1 mm, são decíduas, sendo apenas encontradas em brotos jovens e portanto, não são encontradas com frequência em espécimens de herbário. Estas são membranosas e não adquirem formato

de espinho, o que é um dos caracteres definidores neste subgênero. As folhas são bipinadas e verde oliva quando maduras com cerca de (10)15-30 cm de comprimento e (4)10-17 cm de largura, os pecíolos (incluindo o pulvino) são de 17 – 25 mm longos, pubescentes e acanalados na parte adaxial (superior) a partir de um único, largo e chato nectário peciolar situado acima do pulvino. O nectário elíptico tem cerca de 2-5 mm de comprimento e 1-2 mm de largura, verde quando jovem tornando-se laranja amarronzado. A ráquis é (6)11-28 cm longa e pubescente, acanalada no lado adaxial, com 1-10 ou mais pequenos nectários com forma de xícara (de até 1 mm) ocorrendo na base dos pares de pinas apenas na porção superior da ráquis. As partes inferiores (abaxial) da raquis e do pecíolo são aculeados, principalmente na porção inferior da rachis. O ápice da ráquis estende-se além da pina terminal com um afilado e mucro glabro (1-2 mm longo). Ela tem entre 13 a 30 pares de pinas multifolioladas; a ráquis da pina é (1.5) 3.5 – 13 cm longa; 20-75 pares de folíolos pequenos ((2.5)4-6 mm longo x 0.5 - 1 mm largo) por pina, estes apresentam superfície oposta glabra com margens variavelmente ciliatas, forte assimetria na base, linear oblonga, ápice agudo, veia primária assimétrica, venação secundária pouco distinta.

Inflorescência em capítulo, cada um com 6 – 10 mm em diâmetro na ântese de cor creme-esbranquiçada, dispostas em densas panículas terminais culminando em brotos jovens crescendo rapidamente, cada espiga capituliforme com 25-40 flores sésseis, pedúnculos (4) 10-15 mm longos e tomentosos. Cálice 1-2 mm longo, pubescente com 4-5 lóbulos, creme esverdeado pálido, pétalas fundidas em um tube 2 – 2.5 mm longo, puberulento nos lóbulos. Filamentos brancos com 75 – 150, 4-6 mm de comprimento. Floresce entre abril e maio.

A vagem linear varia muito em tamanho, com 9-21 cm de comprimento e 2-6 cm de largura, stipe 0.5–1 cm, com ápice arredondado, e válvulas com margens grossas e levantadas. Marron avermelhada quando seca, contendo até 16 sementes por vagem, mas geralmente encontra-se uma média de apenas oito sementes saudáveis por vagem. As sementes são achatadas, 8-10 x 5-6 mm, de esverdeadas a marrom avermelhadas, pleurograma estreito e oblongo (como uma ferradura alongada)5-7 x 1.5-2 mm. As vagens maturam entre junho e julho e usualmente só remanescem uma ou duas vagens por inflorescência.

### Variação em características da vagem dentro de população

Muitas das características mensuradas acima são muito variáveis, ambos dentro e entre populações de espécies. Tamanhos de vagens e de sementes e pesos também diferem significativamente entre árvores dentro de uma população, o que é uma indicação de variação genética. Esta é demonstrada na Figura I.1. onde vagens ( $n=10$ ) foram amostradas de 10 árvores da população da Serra da Laranjeira.

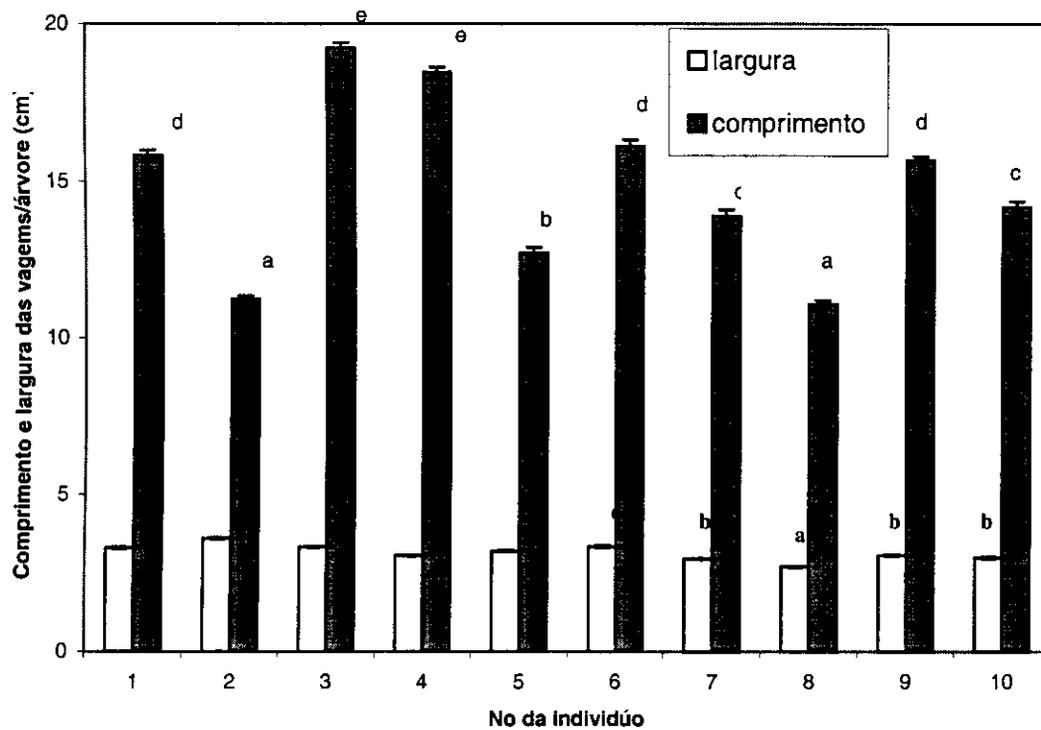


Fig I.1. Medidas das vagens amostradas de dez árvores de uma população de *Acacia tenuifolia* na Serra da Laranjeira. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%.

*Acacia martiusiana* (Steud.) Burk.

sin. *Mimosa martiusiana* Steudel. em Nomenclator Botanicus edic 2,2:148. (1841)

*Acacia adhaerens* Bentham em Hooker's London Journ. Bot. 1:517 (1842)

*Mimosa adhaerens* Martius em Herb. Flor. Brasiliensis, Flora 20(2) Beiblatter: 122 (1837)

*Acacia martiusiana* é uma liana que ocorre nas florestas sempreverdes da América do Sul, desde o sul do Brasil até as Guianas na porção Oeste, existindo também registros na Bolívia, no leste do Continente.

#### História taxonômica

Martius descreveu *Mimosa adhaerens* em 1837 baseado no seu espécimen número 174. Bentham transferiu esta espécie para *Acacia* e deu uma nova descrição para *Acacia adhaerens* em 1842 em Hooker's London Journal of Botany, baseado no mesmo tipo. Em 1876 Bentham na Flora Brasiliensis de Martius citou *A. adhaerens* como uma liana e citou espécimens procedentes do Rio até Minas e Goiás. Barroso (1965) citou-a também das mesmas regiões, incluindo-se a Guanabara. Burkhart (1979) fez uma nova combinação, colocando *A. adhaerens* como um sinônimo de *Acacia martiusiana*. Mais recentemente, registros de Lewis (1987) incluem *A. adhaerens* proveniente da Bahia, ocorrendo em Caatinga perturbada e mata de cipó, sem fazer referência a *A. martiusiana*. A nomenclatura desta espécie ainda não está bem estabelecida mas, nesta tese será usado o nome *A. martiusiana*.

#### Descrição

*Acacia martiusiana* é uma trepadeira encontrada nas matas de galeria do Brasil central (Mendonça *et al.* 1998), geralmente ocorre em baixas densidades, ocupando clareiras e bordas. Esta cresce até o nível do dossel (acima de 20 m em matas de galeria), possui folhas bipinadas, e numerosos acúleos espalhados pelas quinas dos ramos que apresentam quatro faces e ao longo da parte inferior da ráchis (ráque e pecíolos são

pilosos) das folhas, estas estruturas permitem a planta subir e afixar-se nos troncos das árvores vizinhas. Caso contrário esta se espalha pela superfície do solo e pode crescer verticalmente sem apoio até cerca de 2 m (observação pessoal). É comumente conhecida como Unha de Gato e vamos-junto, que é um nome que reflete seus eficientes acúleos.

Os brotos foliares são pubescentes, as partes mais jovens tingem-se de marron-avermelhadas logo tornando-se verde claro com acúleos curvos espalhados ao longo de quatro acentuadamente elevadas quinas nos ramos. A casca é verde e pubescente desenvolvendo-se finalmente em uma ramo cinzento que perde a pubescência. As estípulas são pareadas na base de cada folha, com cerca de 4 mm x 1 mm, e decíduas de modo que são somente encontradas na fase inicial de crescimento do broto e nas panículas florescendo na base de cada pedúnculo.

As estípulas são membranosas e não adquirem formato de espinho neste subgênero. As folhas são bipinadas, e verdes quando maduras, com cerca de 10-20 cm de comprimento e 10-16 cm de largura; os pecíolos, incluindo-se o pulvino é 15-20 mm longo, pubescente e acanalado no lado adaxial, com um único e às vezes dois nectários peciolares. O pequeno nectário colunar tem cerca de 1 mm de comprimento e 0,5 mm de largura, verde quando jovem tornando-se em marrom alaranjado na maturidade. A ráquis é 10 cm – 15 cm longa e pubescente, acanalada no lado adaxial, com pequenos nectários colunares (mesmo tamanho do nectário peciolar) ocorrendo na base de cada par de pina. As partes inferiores (abaxial) da ráquis e do pecíolo são aculeados. O ápice da ráquis estende-se além do par terminal de pinas como um mucro pontiagudo e piloso (4 mm longo). Esta tem entre 10 a 22 pares de pinas multifoliadas, o ráquis da pina é estreito e pubescente, 3 cm – 9 cm longo, com 40 – 70 pares de folíolos pequenos (4-8 mm de comprimento x 1 mm de largura) e glabros com margens variavelmente ciliares, fortemente assimétricos, oblongos na base, ápice agudo, veia primária assimétrica, venação secundária pouco distinta.

Ela tem uma glândula peciolar protuberante, em forma colunar, entre cada par de pina ao longo da ráquis pilosa. Esta contém entre 10 a 22 pares de pinas, e entre 40 a 70 folíolos, que são glabros com veia central excêntrica) por pina em folhas maduras. Estas folhas mostram nastismo, um fenômeno estudado e registrado para esta família por Charles Darwin (Darwin e Darwin 1880).

Capítulo com 15 mm em diâmetro na ântese, de cor creme pálido, dipostas em panículas terminais muito ramificadas. Cada espiga capitulifome tem cerca de 50 flores sésseis, pedúnculos 6 - 7 mm longo e pilosa. Cálice 2 mm longo com 5 lóbulos fundidos em um tubo, pilosa, creme pálido e esverdeado; pétalas 3 mm longa, 5 lóbulos fundidos em um tubo, creme pálido. Filamentos 6-7 mm longo, creme esbranquiçado, livre na base.

Floresce em fevereiro, e após a polinização por insetos (principalmente abelhas) os frutos desenvolvem dentro de três a quatro meses em vagens planas e deiscentes com muitas sementes com a forma de discos planos. Geralmente apenas 1-2 vagens por inflorescência atingirão a maturidade, mas muitas centenas de vagens e milhares de sementes podem ser produzidas em um bom ano, provavelmente contribuindo também, para o banco de sementes no solo. As vagens variam consideravelmente em forma e tamanho, entre diferentes plantas mostrando diversidade genética.

A vagem linear varia muito em tamanho, com 7-15 cm de comprimento e 1-3 cm de largura, estipe com 0.5-1 cm, com ápice arredondado, e válvulas finas com margens grossas e levantadas, cinza escura quando seca, contendo até 16 sementes por vagem, mas geralmente encontra-se uma média de apenas 8-10 sementes por vagem, e muitas vezes só 2-3 são saudáveis. As sementes são achatadas e elípticas, 8-10 x 5-6 mm, de esverdeadas a marrom avermelhadas, pequeno pleurograma estreito e oblongo 1-2 x 0.5-1 mm. As vagens maturam entre junho e julho e usualmente só remanesçam uma ou duas vagens por inflorescência.

#### Varição em características da vagem dentro de população

Muitas das características mensuradas acima são muito variáveis, ambos dentro e entre populações de espécies. Tamanhos de vagens e de sementes e pesos também diferem significativamente entre indivíduos dentro de uma população, o que é uma indicação de variação genética. Esta é demonstrada na Figura 1.2. onde vagens (n=10) foram amostradas de 10 indivíduos da população da mata de galeria do córrego Escondido.

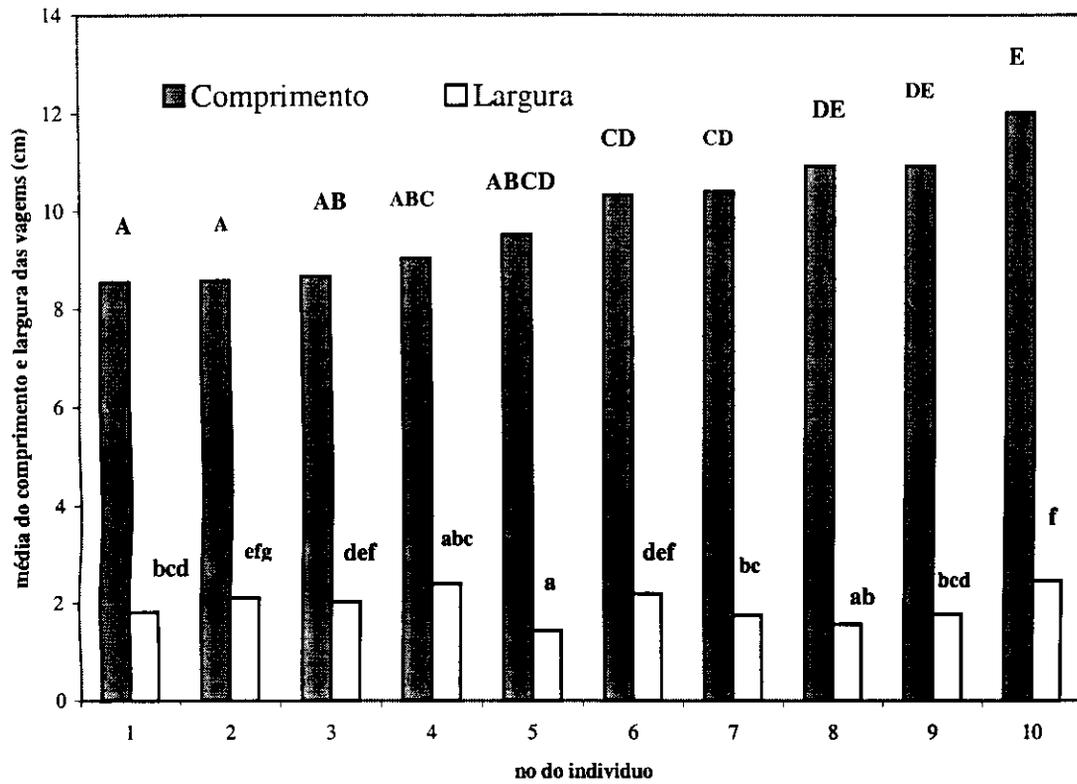


Figura. I.2. Medidas das vagens amostradas de dez árvores de uma população de *Acacia marnieriana* no mata de galeria do córrego Escondido. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%.