



**unesp**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**

**Faculdade de Ciências Agrônomicas**

**CÂMPUS DE BOTUCATU**

**DESENVOLVIMENTO INICIAL E NUTRIÇÃO DE ESPÉCIES  
ARBÓREAS NATIVAS SOB FERTILIZAÇÃO, EM PLANTIOS DE  
RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE CERRADO DEGRADADO**

**ENY DUBOC**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrônomicas  
da UNESP - Câmpus de Botucatu, para obtenção do  
Título de Doutor em Agronomia (Energia na Agricultura)

**BOTUCATU-SP**

**Setembro, 2005**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU**

**DESENVOLVIMENTO INICIAL E NUTRIÇÃO DE ESPÉCIES  
ARBÓREAS NATIVAS SOB FERTILIZAÇÃO, EM PLANTIOS DE  
RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE CERRADO DEGRADADO**

**ENY DUBOC**

Orientador: Prof. Dr. Iraê Amaral Guerrini

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas  
da UNESP - Câmpus de Botucatu, para obtenção do  
Título de Doutor em Agronomia (Energia na Agricultura)

**BOTUCATU-SP**

**Setembro, 2005**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E  
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO  
UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Duboc, Eny, 1960-  
D815d Desenvolvimento inicial e nutrição de espécies arbóreas  
nativas sob fertilização, em plantios de recuperação de  
áreas de cerrado degradado / Eny Duboc. - Botucatu :  
[s.n.], 2005.  
xix, 151 f. : il. color., gráfs., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Fa-  
culdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2005  
Orientador: Iraê Amaral Guerrini  
Inclui bibliografia.

1. Essências florestais. 2. Cerrados. 3. Minerais na nu-  
trição de plantas. 4. Plantas - Efeito do nitrogênio. 5.  
Plantas - Efeito do fósforo. I. Guerrini, Iraê Amaral. II.  
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"  
(Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas.  
III. Título.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS .....	IV
LISTA DE FIGURAS .....	IX
DEDICATÓRIA .....	XII
AGRADECIMENTOS .....	XIII
RESUMO .....	XIV
SUMMARY .....	XVII
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. HIPÓTESE .....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
3.1. Revegetação, ambiente e solo .....	4
3.2. Bioma Cerrado .....	7
3.2.1. Mata de Galeria .....	8
3.2.2. Cerrado sentido restrito .....	11
3.3. Sucessão secundária e exigências nutricionais de espécies arbóreas nativas .....	14
3.3.1. Exigências nutricionais- Nitrogênio .....	19
3.3.2. Exigências nutricionais - Fósforo .....	20
3.4. Espécies utilizadas nos experimentos .....	22
3.4.1. <i>Amburana cearensis</i> (Fr. Allem.) A.C. Smith - (Amburana) .....	22
3.4.2. <i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg - (Angico-do-cerrado) .....	23
3.4.3. <i>Astronium fraxinifolium</i> Schott - (Gonçalo-alves) .....	24
3.4.4. <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. - (Óleo-de-copaíba) .....	25

3.4.5. <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong. (Orelha-de-negro) ..	26
3.4.6. <i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) Macbride - (Tamboril-do-cerrado) .....	28
3.4.7. <i>Eugenia dysenterica</i> Mart. ex DC. - (Cagaita) .....	28
3.4.8. <i>Inga vera</i> Wild. Ssp <i>affinis</i> - (Ingá) .....	29
3.4.9. <i>Plathymenia reticulata</i> Benth. - (Vinhático) .....	30
3.4.10. <i>Schinus terebinthifolius</i> (Raddi) - (Aroeirinha) .....	31
3.4.11. <i>Tapirira guianensis</i> Aubl.- (Pau-pombo) .....	32
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	34
4.1. Localização e caracterização da área experimental .....	34
4.2. Histórico da área .....	36
4.3. Delineamento experimental e tratamentos .....	37
4.4. Manejo da área .....	41
4.5. Coleta de dados, preparo das amostras e análises químicas .....	42
4.6. Análise estatística .....	42
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	44
5.1. Sobrevivência - Cerrado Denso .....	44
5.2. Sobrevivência - Mata de Galeria .....	47
5.3. Diâmetro do colo e diâmetro de copa – Cerrado Denso .....	51
5.3.1. Espécies pioneiras .....	51
5.3.2. Espécies secundárias .....	56
5.3.3. Espécies pioneiras x espécies secundárias .....	61
5.4. Diâmetro do colo e diâmetro de copa – Mata de Galeria .....	63

5.4.1. Espécies pioneiras .....	63
5.4.2. Espécies secundárias .....	68
5.4.3. Espécies pioneiras x espécies secundárias .....	72
5.5. Teor de nutrientes, Al e Na nas folhas – Cerrado Denso .....	74
5.5.1. Espécies pioneiras .....	74
5.5.2. Espécies secundárias .....	86
5.6. Teor de nutrientes, Al e Na nas folhas – Mata de Galeria .....	96
5.6.1. Espécies pioneiras .....	96
5.6.2. Espécies secundárias .....	105
5.7. Espécies, elementos minerais e modelo de plantio .....	112
6. CONCLUSÕES .....	135
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	137

## LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Classificação, composição química e granulométrica do solo da área experimental no Cerrado Denso, antes e após a aplicação dos tratamentos .....	35
2. Classificação, composição química e granulométrica do solo da área experimental na Mata de Galeria , antes e após a aplicação dos tratamentos ...	36
3. Sugestões de adubação de cova para espécies nativas do Cerrado .....	37
4. Adubação de base (quantidade e fonte) utilizada nos experimentos em solo de Cerrado Denso e de Mata de Galeria .....	38
5. Dose de fósforo (P), quantidade e fonte utilizada nos experimentos em solo de Cerrado Denso e de Mata de Galeria .....	38
6. Dose de nitrogênio (N), quantidade e fonte utilizada nos experimentos em solo de Cerrado Denso e de Mata de Galeria .....	39
7. Espécies utilizadas no experimento .....	40
8. Esquema de análise de variância usada para comparar as variáveis sobrevivência, diâmetro de copa e teor foliar em solo de Cerrado Denso e de Mata de Galeria .....	43
9. Esquema de análise de variância usada para comparar a variável incremento do diâmetro do colo em solo de Cerrado Denso e de Mata de Galeria .....	43
10. Esquema de análise de variância usada para comparar o diâmetro do colo de espécies pioneiras x espécies secundárias (sucessão) em solo de Cerrado Denso ou de Mata de Galeria .....	43
11. Sobrevivência de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N) .....	45
12. Sobrevivência de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P) .....	45
13. Sobrevivência de espécies secundárias 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N) .....	46

14. Sobrevivência de espécies secundárias 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P) .....	47
15. Sobrevivência de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N) .....	47
16. Sobrevivência de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P) .....	48
17. Sobrevivência de espécies secundárias 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P) .....	49
18. Sobrevivência de espécies secundárias 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N) .....	50
19. Incremento do diâmetro do colo (mm) de espécies pioneiras, média de 3 avaliações (4, 8 e 12 meses após plantio), em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).....	52
20. Diâmetro de copa (cm) de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).....	53
21. Incremento do diâmetro do colo (mm) de espécies pioneiras, média de 3 avaliações (4, 8 e 12 meses após plantio), em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P) .....	54
22. Diâmetro de copa (cm) de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P) .....	56
23. Incremento do diâmetro do colo (mm) de espécies secundárias, média de 3 avaliações (4, 8 e 12 meses após plantio), em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N) .....	56
24. Diâmetro de copa (cm) de espécies secundárias 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N) .....	58

25. Incremento do diâmetro do colo (mm) de espécies secundárias, média de 3 avaliações (4, 8 e 12 meses após plantio) em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P) .....	59
26. Diâmetro de copa (cm) de espécies secundárias 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P) .....	60
27. Incremento do diâmetro do colo (mm) de espécies pioneiras e secundárias (média dos 4, 8 e 12 meses) após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N) .....	61
28. Incremento do diâmetro do colo (mm) de espécies pioneiras e secundárias (média dos 4, 8 e 12 meses) após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P) .....	62
29. Incremento do diâmetro do colo (mm) de espécies pioneiras, média de 3 avaliações (4, 8 e 12 meses após plantio) em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N) .....	64
30. Diâmetro de copa (cm) de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N) .....	65
31. Incremento do diâmetro do colo (mm) de espécies pioneiras, média de 3 avaliações (4, 8 e 12 meses após plantio) em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P) .....	66
32. Diâmetro de copa (cm) de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P) .....	67
33. Incremento do diâmetro do colo (mm) de espécies secundárias, média de 3 avaliações (4, 8 e 12 meses após plantio) em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N) .....	69
34. Diâmetro de copa (cm) de espécies secundárias 12 meses após o plantio em Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).....	70
35. Incremento do diâmetro do colo (mm) de espécies secundárias, média de 3 avaliações (4, 8 e 12 meses após plantio) em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P) .....	71

36. Diâmetro de copa (cm) de espécies secundárias 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P) .....	72
37. Incremento do diâmetro do colo (cm) de espécies pioneiras e secundárias (média dos 4, 8 e 12 meses) após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N) .....	73
38. Incremento do diâmetro do colo (cm) de espécies pioneiras e secundárias (média dos 4, 8 e 12 meses) após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P) .....	73
39. Macronutrientes nas folhas de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).....	75
40. Micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N) .....	76
41. Macronutrientes nas folhas de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P).....	82
42. Micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P) .....	83
43. Macronutrientes nas folhas de espécies secundárias 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).....	87
44. Micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies secundárias 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N) .....	88
45. Macronutrientes nas folhas de espécies secundárias 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P).....	92
46. Micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies secundárias 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P) .....	94

47. Macronutrientes nas folhas de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).....	96
48. Micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N) .....	98
49. Macronutrientes nas folhas de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P) .....	101
50. Micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P) .....	102
51. Teor de nutrientes, Al e Na nas folhas de espécies secundárias 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N) .....	106
52. Teor de nutrientes, Al e Na nas folhas de espécies secundárias 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P) .....	109
53. Classificação do crescimento (incremento líquido médio do diâmetro do colo em mm) de espécies pioneiras e secundárias, aos 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso e de Mata de Galeria adubadas com nitrogênio (N) ou fósforo (P), no Distrito Federal .....	113

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Fitofisionomias do bioma Cerrado .....	8
2. Diagrama de perfil (1) e cobertura arbórea (2) de uma Mata de Galeria não Inundável (A) e de uma Mata de Galeria Inundável (B), representando uma faixa de 80 m de comprimento por 10 m de largura .....	9
3. Mata de Galeria, Distrito Federal – Brasil .....	10
4. Diagrama de perfil (1) e cobertura arbórea (2) de um Cerrado Denso representando uma faixa de 40 m de comprimento por 10 m de largura .....	13
5. Cerrado Denso, Distrito Federal – Brasil .....	13
6. Dados de precipitação mensal e indicação da época de aplicação da cobertura com nitrogênio .....	39
7. Parcela experimental indicando o módulo de plantio, área útil e a bordadura ..	40
8. Composição do módulo experimental para a área de Cerrado Denso, indicando as espécies utilizadas .....	41
9. Composição do módulo experimental para a área de Mata de Galeria, indicando as espécies utilizadas .....	41
10. Equações de regressão do diâmetro do colo de espécies pioneiras em função da aplicação de doses de fósforo (P) em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal .....	55
11. Equações de regressão do diâmetro do colo de espécies secundárias em função da aplicação de doses de nitrogênio (N) em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal .....	57
12. Equações de regressão do diâmetro de copa de espécies secundárias em função da aplicação de doses de nitrogênio (N) em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal .....	58
13. Equações de regressão do diâmetro de colo de espécies pioneiras x secundárias em função da aplicação de doses de nitrogênio (N) em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal .....	62
14. Equações de regressão do diâmetro de colo de espécies pioneiras x secundárias em função da aplicação de doses de fósforo (P) em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal .....	63

15. Equações de regressão do diâmetro do colo de espécies pioneiras em função da aplicação de doses de nitrogênio (N) em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal .....	65
16. Equações de regressão do diâmetro do colo de espécies pioneiras em função da aplicação de doses de fósforo (P) em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal .....	67
17. Equações de regressão do diâmetro de copa de espécies pioneiras em função da aplicação de doses de fósforo (P) em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal .....	68
18. Equação de regressão do diâmetro de copa de espécie secundária em função da aplicação de doses de nitrogênio (N) em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal .....	70
19. Efeitos da adubação nitrogenada sobre o teor de macronutrientes nas folhas de espécies pioneiras plantadas em solo de Cerrado Denso do Distrito Federal	79
20. Efeitos da adubação nitrogenada sobre o teor de micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies pioneiras plantadas em solo de Cerrado Denso do Distrito Federal .....	80
21. Efeitos da adubação fosfatada sobre o teor de macronutrientes nas folhas de espécies pioneiras plantadas em solo de Cerrado Denso do Distrito Federal ....	84
22. Efeitos da adubação fosfatada sobre o teor de micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies pioneiras plantadas em solo de Cerrado Denso do Distrito Federal .....	85
23. Efeitos da adubação nitrogenada sobre o teor de macronutrientes nas folhas de espécies secundárias plantadas em solo de Cerrado Denso do Distrito Federal .....	89
24. Efeitos da adubação nitrogenada sobre o teor de micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies secundárias plantadas em solo de Cerrado Denso do Distrito Federal .....	90
25. Efeitos da adubação fosfatada sobre o teor de macronutrientes nas folhas de espécies secundárias plantadas em solo de Cerrado Denso do Distrito Federal.	93
26. Efeitos da adubação fosfatada sobre o teor de micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies secundárias plantadas em solo de Cerrado Denso do Distrito Federal .....	95

27. Efeitos da adubação nitrogenada sobre o teor de macronutrientes nas folhas de espécies pioneiras plantadas em solo de Mata de Galeria do Distrito Federal .....	99
28. Efeitos da adubação nitrogenada sobre o teor de micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies pioneiras plantadas em solo de Mata de Galeria do Distrito Federal .....	100
29. Efeitos da adubação fosfatada sobre o teor de macronutrientes nas folhas de espécies pioneiras plantadas em solo de Mata de Galeria do Distrito Federal ...	103
30. Efeitos da adubação fosfatada sobre o teor de micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies pioneiras plantadas em solo de Mata de Galeria do Distrito Federal .....	104
31. Efeitos da adubação nitrogenada sobre o teor de macronutrientes nas folhas de espécies secundárias plantadas em solo de Mata de Galeria do Distrito Federal .....	107
32. Efeitos da adubação nitrogenada sobre o teor de micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies secundárias plantadas em solo de Mata de Galeria do Distrito Federal .....	108
33. Efeitos da adubação fosfatada sobre o teor de macronutrientes nas folhas de espécies secundárias plantadas em solo de Mata de Galeria do Distrito Federal	110
34. Efeitos da adubação fosfatada sobre o teor de micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies secundárias plantadas em solo de Mata de Galeria do Distrito Federal .....	111

**Aos meus filhos,**

**Amanda**

**Andrei**

**Gustavo**

**e ao meu companheiro ...**

**Pelo carinho, amor e compreensão**

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Expresso meus sinceros agradecimentos à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, pela oportunidade de realizar este trabalho e pela concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho” - Faculdade de Ciências Agrônômicas, pela oportunidade de realização do curso.

Ao professor Dr. Iraê Amaral Guerrini, pelo apoio e orientação no curso e no desenvolvimento deste trabalho.

Ao colega da EMBRAPA Cerrados Dr. José Felipe Ribeiro, pelo apoio financeiro proporcionado pelo projeto Conservação e Manejo da Biodiversidade do Bioma Cerrado – CMBBC e pela amizade nos momentos difíceis.

Ao Sr. Luiz Horta proprietário da Fazenda Campanha em Planaltina de Goiás-DF, por permitir o acesso para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos assistentes de pesquisa João Batista dos Santos, Nelson de Oliveira Pais e ao contratado pelo projeto CMBBC Djalma José Pereira, pelo inestimável apoio nos trabalhos de campo.

Aos funcionários dos Laboratórios de Solo e de Folhas, pelas análises realizadas.

Aos membros da banca examinadora, pelas críticas e sugestões.

À todos os colegas e amigos que fiz em Botucatu.

Em especial à minha família e aos meus filhos, pelo companheirismo, carinho e compreensão pela rabugice das noites de sono mal dormidas e pelos muitos finais de semana passados na frente do computador.

## RESUMO

DESENVOLVIMENTO INICIAL E NUTRIÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS SOB FERTILIZAÇÃO, EM PLANTIOS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE CERRADO DEGRADADO. Botucatu, 2005. 153p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autor: ENY DUBOC

Orientador: IRAÊ AMARAL GUERRINI

Quando o ecossistema de uma área desmatada apresenta baixa resiliência, o retorno ao estado anterior, através da sucessão vegetal, pode não ocorrer ou ser extremamente lento, persistindo as condições propícias à degradação ambiental. Uma opção de recuperação baseia-se no uso de mudas para revegetação, visando acelerar o processo de sucessão secundária. Os solos de cerrado apresentam limitações quanto à fertilidade e, deste modo, a adição de nutrientes pode aumentar o sucesso dos plantios de recuperação. Entretanto, há poucos estudos de campo sobre a adubação de espécies nativas do cerrado. O objetivo principal deste trabalho foi determinar o efeito da adição de doses de nitrogênio e fósforo sobre diferentes espécies arbóreas nativas nas condições de solo de Cerrado Denso e de Mata de Galeria no Distrito Federal, Brasil.

Foram estudadas as respostas em crescimento e sobrevivência de mudas de 11 espécies arbóreas nativas plantadas em solo, onde anteriormente havia um Cerrado Denso (LATOSSOLO VERMELHO AMARELO) e uma Mata de Galeria (PLINTOSSOLO) do Distrito Federal, à doses crescentes de nitrogênio (0, 10, 20 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de N), na forma de uréia, e à doses crescentes de fósforo (0, 10, 20 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P), na forma de superfosfato triplo, na cova, utilizando delineamento de blocos ao acaso. As espécies estudadas foram: as pioneiras – *Inga vera* Wild. ssp *affinis* (DC.) T.D. Penn (ingá), *Plathymenia reticulata* Benth (vinhático), *Astronium fraxinifolium* Schott (gonçalo-alves), *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg (angico-do-cerrado), *Schinus terebinthifolius* (Raddi) (aroeirinha), *Tapirira guianensis* Aubl. (pau-pombo), e as secundárias - *Copaifera langsdorffii* Desf. (óleo-de-copaíba), *Amburana cearensis* (Fr. All.) A.C. Smith (amburana), *Eugenia dysenterica* DC (cagaita), *Enterolobium gummiferum* (Mart.) Macbride (tamboril-do-cerrado) e *Enterolobium*

*contortisiliquum* (Vell.) Morong. (orelha-de-negro). As espécies foram analisadas em conjunto de acordo com seu estágio sucessional (pioneiras e secundárias). Os experimentos tiveram a duração de um ano e foram avaliados os incrementos do diâmetro do colo aos 4, 8 e 12 meses após o plantio. Aos 12 meses de idade foram avaliados o diâmetro de copa, sobrevivência e o teor de nutrientes nas folhas.

A sobrevivência média das espécies secundárias na Mata de Galeria foi afetada pela adubação nitrogenada. No Cerrado Denso, independente do estágio sucessional, a adubação com fósforo ou com nitrogênio não exerceu influência sobre a sobrevivência das espécies, assim como na Mata de Galeria quando adubadas com fósforo.

As espécies apresentaram diferenças quanto aos requerimentos nutricionais. Foi viável o agrupamento em pioneiras e secundárias, que mostrou, na média, que os requerimentos nutricionais são distintos, nos dois ambientes. No Cerrado Denso, as espécies pioneiras apresentaram resposta linear e positiva à adubação com nitrogênio, e para as espécies secundárias, 10 kg ha<sup>-1</sup> de N foi a melhor dose. O requerimento nutricional de fósforo pelas espécies pioneiras e secundárias pode ser considerado moderado, pois para ambas a melhor dose foi a de 10 kg ha<sup>-1</sup> de P. Na Mata de Galeria, as espécies pioneiras apresentaram ajuste quadrático, alcançando melhor crescimento com a dose de 40 kg ha<sup>-1</sup> de N. Para as secundárias, as doses de 0, 20 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de N não diferiram entre si. Quanto ao fósforo, as pioneiras mostraram elevado requerimento nutricional (40 kg ha<sup>-1</sup> de P), e as secundárias um requerimento moderado (10 kg ha<sup>-1</sup> de P).

No Cerrado Denso, a aroeirinha e o gonçalo-alves (Anacardiaceae) apresentaram os menores teores de N nas folhas, mas foram bastante responsivos em incremento no diâmetro do colo. O angico-do-cerrado e o ingá alcançaram os maiores teores de N, sendo que o angico-do-cerrado, com pequeno crescimento, se mostrou pouco eficiente na utilização dos nutrientes. Todas as espécies atingiram pequenos teores de P nas folhas, abaixo de 2,0 g kg<sup>-1</sup> de P, com exceção do pau-pombo e do gonçalo-alves na Mata de Galeria. As pioneiras angico-do-cerrado e vinhático, e as secundárias tamboril-do-cerrado e óleo-de-copaíba adubadas com P apresentaram os menores teores de fósforo, abaixo de 1,2 g kg<sup>-1</sup> de P. A capacidade destas espécies de crescerem com baixo teor de fósforo nos tecidos indicam elevada eficiência nutricional.

Todas as espécies apresentaram teores de cobre nas folhas abaixo de  $6 \text{ mg kg}^{-1}$ . As espécies secundárias apresentaram teores de manganês superiores a  $50 \text{ mg kg}^{-1}$ , tanto na Mata de Galeria como no Cerrado Denso. As espécies, tanto pioneiras como secundárias, apresentaram teor foliar de zinco mais baixos no Cerrado Denso do que na Mata de Galeria; entretanto, apenas o tamboril-do-cerrado ficou abaixo do limite de  $9 \text{ mg kg}^{-1}$  de Zn. No Cerrado Denso algumas espécies superaram  $600 \text{ mg kg}^{-1}$  de Al nas folhas. Dentre as espécies secundárias, o óleo-de-copaíba, tanto adubado com P ou com N no Cerrado Denso e com P na Mata de Galeria, apresentou o mais alto teor de boro nas folhas, muito acima dos valores alcançados pelas espécies pioneiras.

## SUMMARY

INITIAL GROWTH AND MINERAL NUTRITION OF WOODY NATIVE SPECIES UNDER FERTILIZATION IN RECLAIM PLANTING OF DEGRADED ÁREAS OF CERRADO. Botucatu, 2005. 153p. Thesis (Doctor in Agronomy / Energy in Agriculture) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: ENY DUBOC

Adviser: IRAÊ AMARAL GUERRINI

Whenever the ecosystem of a deforested area presents low resilience, the return to the previous state, through the plant succession, may not occur. Also, it may be extremely slow, when the conditions for environmental degradation remain. An option for recovery is based on the use of seedlings for revegetation, aiming at accelerating the process of secondary succession. The Cerrado soils present limitations regarding fertility. In that way, the addition of nutrients may enhance the chance of success in the reclaim plantations, however, there are few studies about the fertilization effect on the native species in field conditions. The main objective of this work was to determine the effect of nitrogen and phosphate doses on different woody species in the conditions of Cerrado Denso and Gallery Forest.

The response in growth and survival of 11 woody native species planted in a soil, where have previously a Cerrado Denso (LATOSSOLO VERMELHO AMARELO) and a Gallery Forest (PLINTOSSOLO) of the Brazilian Federal District, to nitrogen doses (0, 10, 20 and 40 kg ha<sup>-1</sup> of N), as urea, and phosphate doses (0, 10, 20 and 40 kg ha<sup>-1</sup> of P), as triple superphosphate, in a randomized block design. The species were grouped for analysis, according to their successional stage (pioneers and secondary). The species were: pionners – *Inga vera* Wild. ssp *affinis* (DC.) T.D. Penn (ingá), *Plathymenia reticulata* Benth (vinhático), *Astronium fraxinifolium* Schott (gonçalo-alves alves), *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg (angico-do-cerrado), *Schinus terebinthifolius* (Raddi) (aroeirinha) and *Tapirira guianensis* Aubl. (pau-pombo), and secondary - *Copaifera langsdorffii* Desf. (óleo-de-copaíba), *Amburana cearensis* (Fr. All.) A.C. Smith (amburana), *Eugenia dysenterica* DC (cagaita), *Enterolobium gummiferum* (Mart.) Macbride (tamboril-do-cerrado) and *Enterolobium*

*contortisiliquum* (Vell.) Morong. (orelha-de-negro). The experiments were one year long and evaluated stem diameter at 4, 8 and 12 months after planting. Also, crown diameter, survival rates and leaf nutrient concentration were measured at 12 months-old.

The secondary species had their survival affected by nitrogen, but not by phosphorus fertilization in the Gallery Forest. In the Cerrado Denso, independent of the successional stage, phosphorus or nitrogen fertilization did not affect the species survival. There were differences in the nutritional requirements among species. Grouping pioneers and secondary species was adequate as the nutritional requirements were different for both environments. In the Cerrado Denso, the pioneer species presented a positive and linear response to the nitrogen fertilization. For the secondary species, 10 kg ha<sup>-1</sup> of N was the best dose. Phosphorus nutritional requirement is moderate. For both groups the best dose was 10 kg ha<sup>-1</sup> of P.

In the Gallery Forest, the pioneer species response was best represented by a quadratic fit, reaching the maximum growth at 40 kg ha<sup>-1</sup> of N. For the secondary species, the response to doses of 0, 20 and 40 kg ha<sup>-1</sup> of N were not statistically different ( $P > 0.05$ ). Regarding to phosphorus, the pioneer species presented high nutritional requirement (40 kg ha<sup>-1</sup> of P), while it was moderate for the secondary species (10 kg ha<sup>-1</sup> of P).

In the Cerrado Denso, aroeirinha and gonçalo-alves (Anacardiaceae) presented lower leaf N-content, but were very responsive regarding the increase in stem diameter. The species angico-do-cerrado and ingá had the highest N leaf concentration. The angico-do-cerrado presented low efficiency in nutrient utilization because of its slow growth.

All the species presented low leaf P levels, below 2.0 g kg<sup>-1</sup>, except for the species pau-pombo and gonçalo-alves in the Gallery Forest. The pioneer species (angico and vinhático) and the secondary (tamboril-do-cerrado and óleo-de-copaíba fertilized with P) have shown the lowest P levels, below 1.2 g kg<sup>-1</sup> of P. The ability of those plants to grow with low P levels in their tissues indicates high nutritional efficiency.

Copper leaf levels were below 6 mg kg<sup>-1</sup> for all species. The secondary species have shown manganese levels over 50 mg kg<sup>-1</sup>, both in the Gallery Forest and in the Cerrado Denso. Lower leaf zinc concentrations were observed in the Cerrado Denso than in the Gallery Forest, for both pioneer and secondary species. However only the tamboril-do-cerrado was below the threshold of 9 mg kg<sup>-1</sup> of Zn. In the Cerrado Denso, some species

exceeded the limit of  $600 \text{ mg kg}^{-1}$  of Al in the leaves. Among the secondary species, the óleo-de-copaíba, fertilized either with P or N, in the Cerrado, and with P in the Gallery Forest presented the highest boron levels in the leaves, far above those found in the pioneer species.

keywords: woody native species, Cerrado, mineral nutrition, fertilization, phosphorus; nitrogen.

## 1. INTRODUÇÃO

As formações nativas do Cerrado estão sendo intensamente degradadas, sofrendo com a ação do homem seja pela supressão para implantação de culturas agrícolas ou de pastagens, para a retirada de madeira, mas em especial pelo desconhecimento e pequena valorização do potencial econômico do Cerrado, além do descumprimento da Legislação ambiental. Observa-se diversos estágios de degradação da vegetação, desde sua completa ausência, até formações secundárias extremamente degradadas. Que aliadas a fatores como: ausência de conservação do solo; uso em desacordo com a aptidão; presença de gramíneas exóticas; alterações das condições químicas, físicas e biológicas dos solos; inadequação da locação de estradas e carreadores; inexistência em muitas propriedades de locais adequados para fornecimento de água para o gado; além da contaminação doméstica, industrial e agropecuária dos mananciais, contribuem para baixa resiliência do ambiente.

Nestas áreas a recomposição natural da vegetação, através da sucessão, pode não ocorrer ou ser muito lenta, persistindo as condições propícias à degradação ambiental. Uma opção de recuperação baseia-se no uso de mudas para revegetação, visando acelerar o processo de sucessão secundária. Todavia, os solos degradados apresentam limitações quanto à acidez e à fertilidade e os estudos sobre os requerimentos nutricionais de espécies nativas do Bioma Cerrado são preliminares, em especial sobre a adubação à campo.

O objetivo principal deste trabalho foi determinar o efeito da adubação sobre o crescimento e a sobrevivência de mudas de diferentes espécies arbóreas nativas

plantadas em solos degradados de Cerrado Denso e de Mata de Galeria, visando obter informações que subsidiem programas de revegetação dessas áreas.

Os objetivos específicos foram:

Avaliar a eficiência da adubação com fósforo e com nitrogênio aplicados na cova, no momento do plantio, sobre o crescimento inicial e sobrevivência de mudas de onze espécies nativas;

Avaliar o teor foliar de macronutrientes, micronutrientes e de Al e Na nas espécies estudadas, após 1 ano da aplicação dos tratamentos.

## **2. HIPÓTESE**

Entre as espécies nativas do Cerrado, existem diferenças nas necessidades de fertilização para o crescimento e a sobrevivência de onze espécies. Existem aquelas que reagem positivamente à fertilização e, conseqüentemente, apresentam maior crescimento e sobrevivência.

Essas espécies apresentam desempenho distinto conforme sua ecologia e ambiente de origem. A interação entre espécie e ambiente produz resultados distintos na revegetação do entorno de Mata de Galeria em solos de cerrado e em Cerrado denso.

Modelos de plantio de revegetação de áreas degradadas considerando o comportamento silvicultural e ecológico das espécies produzem resultados distintos em Matas de Galeria em ambiente de cerrado e em Cerrado Denso.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. Revegetação, ambiente e solo**

Quando o ecossistema de uma área degradada apresenta baixa resiliência, o retorno ao estado anterior, através da sucessão vegetal, pode não ocorrer ou ser extremamente lento, persistindo assim as condições propícias à degradação ambiental. Uma opção de recuperação, para essas condições baseia-se no uso de mudas para revegetação, pois acelera o processo de sucessão secundária e, conseqüentemente, reduz o tempo de formação da vegetação. Entretanto, diversos fatores, dentre eles o nível de degradação das condições químicas e físicas do solo, devem ser levados em consideração nesse processo como: uso anterior da área e seu manejo, escolha das espécies e seu papel na sucessão vegetal e de recuperação ambiental; utilização de micorrizas; controle de pragas, em especial formigas cortadeiras; proteção contra incêndios e concorrência com gramíneas.

A vegetação desempenha papel fundamental na conservação do solo e na redução dos processos erosivos. Para que ocorra a colonização vegetal é necessária a disponibilidade de nutrientes e umidade no solo, fatores normalmente insuficientes em áreas degradadas pela erosão e que apresentam deficiência química e física do solo. Daí a importância de oferecer melhores condições ao solo para favorecer a sucessão vegetal nesses ambientes (SANTANA FILHO et al., 1997).

O desempenho das espécies florestais é fortemente influenciado pelas características do sítio. Pequenas variações entre sítios contíguos provocam grande variação de resposta no crescimento das árvores. As características físicas e químicas do solo, o teor de umidade, normalmente associados à topografia e à competição com ervas daninhas, são os fatores que mais têm influenciado no crescimento das espécies testadas até agora em recuperação de áreas degradadas (DAVIDE, 1994).

A presença de invasoras de rápido crescimento, em especial gramíneas, é uma das dificuldades encontradas na recuperação de áreas degradadas em ambientes heliófilos, como áreas de cerrado. Além de restringirem o processo de sucessão, competindo por água e nutrientes nas fases iniciais do estabelecimento das mudas, produzem grandes quantidades de matéria seca propícias à incêndios e oneram os custos finais de revegetação pelo maior número de manutenções exigidas.

Deve-se considerar também que as partes aéreas de mudas de cerrado possuem taxas de crescimento extremamente lentos. Isto provavelmente é resultado de características inerentes às plantas, como lento crescimento, grande alocação de carbono para raízes, ligados à baixa disponibilidade de nutrientes nos solos e limitação de luz por sombreamento de copas. O estabelecimento de mudas depende de sua capacidade de alcançar rapidamente as camadas de solo, permanentemente úmidas, abaixo das zonas de crescimento de raízes de gramíneas (FRANCO, 2000). Aparentemente, o primeiro ano é o mais crítico para a sobrevivência das mudas e a mortalidade é semelhante no período úmido e no período seco (FRANCO et al., 1996).

A adequação química e física do solo ou substrato e a seleção de espécies adequadas para a revegetação é muitas vezes requerida para cada situação. O nível adequado de fertilização depende da espécie utilizada e de características específicas de cada sítio, e em situações emergenciais, possibilita o rápido estabelecimento da vegetação reduzindo ou controlando a erosão, com conseqüente estabilização da superfície e a melhoria das condições do substrato (OLIVEIRA NETO et al., 1997), permitindo, inclusive, o estabelecimento de outras espécies.

Para Felfili et al. (2001), na maioria das vezes, as Matas de Galeria ocorrem sobre solos pobres e ácidos, mas a nutrição das espécies florestais é garantida pela serapilheira. As concentrações de nutrientes disponíveis na serapilheira são muito altas

comparadas aos valores encontrados para os solos nessas vegetações. Assim, há necessidade de fertilização do solo nos projetos de recuperação de áreas degradadas e naqueles ambientes perturbados onde já não existe uma camada de serapilheira.

Também, para Silva et al. (2001) devido à baixa fertilidade natural, as plantas nativas de Cerrado são, provavelmente, adaptadas às condições de escassez de nutrientes e à presença de alumínio tóxico, associado à acidez. Mas como ainda não se tem dados de pesquisa sobre o potencial de resposta de frutíferas nativas à aplicação de fertilizantes e corretivos de acidez, os autores propõem adubação para o fornecimento de nutrientes necessários ao bom desenvolvimento inicial das plantas e estabelecimento no campo.

Furtini Neto et al. (1999c), avaliando a resposta de 15 espécies florestais de diferentes grupos sucessionais à calagem, concluíram que em geral, as espécies pioneiras e secundárias apresentaram as maiores respostas à calagem, enquanto que a produção de matéria seca total das espécies clímax não foi afetada pelos tratamentos de solo. Os autores classificaram as espécies estudadas em relação à tolerância a acidez do solo em: altamente tolerantes (*Aspidosperma parvifolium*, *Anadenanthera falcata*, *Platycamus regnellii*); tolerantes (*Houvenia dulcis*, *Hymenaea courbaril*, *Copaifera langsdorffii*); moderadamente tolerantes (*Peltophorum dubium*, *Senna macranthera*, *Jacaranda mimosifolia*, *Senna multijuga*); sensíveis (*Stenolobium stans*, *Luehea grandiflora*), e altamente sensíveis (*Schinus terebinthifolius*, *Cedrella fissilis* e *Trema micrantha*).

Vale et al. (1996) também encontraram grande diversidade na performance de várias espécies florestais quando plantadas em solos ácidos. *Enterolobium contortisiliquium* mostrou-se muito sensível às condições de solo ácido, aumentando a matéria seca das raízes com a calagem do solo.

A despeito das espécies nativas do cerrado serem tolerantes à baixa fertilidade, esse fato não elimina a possibilidade de resposta à fertilização. Os estudos realizados até o momento (GARCIA, 1990; BRUFORD, 1993; MORAES, 1994; VILELA e HARIDASAN, 1994; MELO, 1999) têm apresentado respostas diferenciadas à adubação e à calagem em função das espécies.

Entretanto, outros autores consideram que a alteração das condições dos solos de Cerrado, como pH, adubação utilizada, bem como o nível de revolvimento do

solo, interferem diretamente nas condições de vida dos fungos que convivem com o sistema radicial. Sem a presença das micorrizas e com o pH corrigido para as espécies de interesse agrônomo, a vegetação de Cerrado não tem mais condições de se reinstalar, mesmo que a área de cultivo seja abandonada (MORRETES, 1992).

Para Durigan et al. (1998), o revolvimento do solo associado à calagem, alterando a química do solo, apresentou os mais baixos valores de densidade e cobertura da vegetação na indução do processo de regeneração de cerrado em área de pastagem.

As discussões sobre a nutrição mineral das plantas nativas do cerrado muitas vezes enfocam os aspectos de baixa fertilidade dos solos da região, sem a devida atenção às adaptações das plantas nativas, reservas de nutrientes na biomassa vegetal e os processos envolvidos na ciclagem de nutrientes de ecossistemas naturais. As diferenças entre plantas nativas do cerrado e de outros ecossistemas, quanto à nutrição mineral e sua influência no funcionamento e estrutura de ecossistemas naturais, são raramente discutidas na literatura (HARIDASAN, 2000).

### **3.2. Bioma Cerrado**

O bioma Cerrado comporta formações florestais, savânicas e campestres, cada qual com diferentes tipos fitofisionômicos, totalizando 11 tipos principais. As formações florestais são: Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão; as formações savânicas são: Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda; e as campestres são: Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre (RIBEIRO e WALTER, 1998).

As formações florestais do Cerrado pertencem a dois grupos: aquele associado aos cursos d'água (ribeirinhas), geralmente em solos mais úmidos, e o que não possui associação com cursos de água (interflúvios), que geralmente ocorre em solos mais ricos em nutrientes (PRADO e GIBBS, 1993; OLIVEIRA FILHO e RATTER, 1995). O grupo associado aos cursos d'água reúne a Mata Ciliar e a Mata de Galeria. Essas são as fisionomias ribeirinhas que podem ocorrer tanto em terrenos com solos bem drenados, quanto nos mal

drenados. Já o segundo grupo engloba a Mata Seca e o Cerradão, que ocorrem nos interflúvios, basicamente, nos terrenos bem drenados (RIBEIRO e WALTER, 2001).

As formações savânicas do Cerrado englobam quatro tipos fitofisionômicos principais: Cerrado sentido restrito, o Parque de Cerrado, o Palmeiral e a Vereda. O Cerrado sentido restrito caracteriza-se pela presença dos estratos arbóreo e arbustivo-herbáceo definidos, com as árvores distribuídas aleatoriamente sobre o terreno em diferentes densidades. De acordo com a densidade (estrutura) arbóreo-arbustiva, ou do ambiente em que se encontra, o Cerrado sentido restrito apresenta quatro subtipos: Cerrado Denso, Cerrado Típico, Cerrado Ralo e Cerrado Rupestre (RIBEIRO e WALTER, 2001), conforme pode ser visualizado na Figura 1.



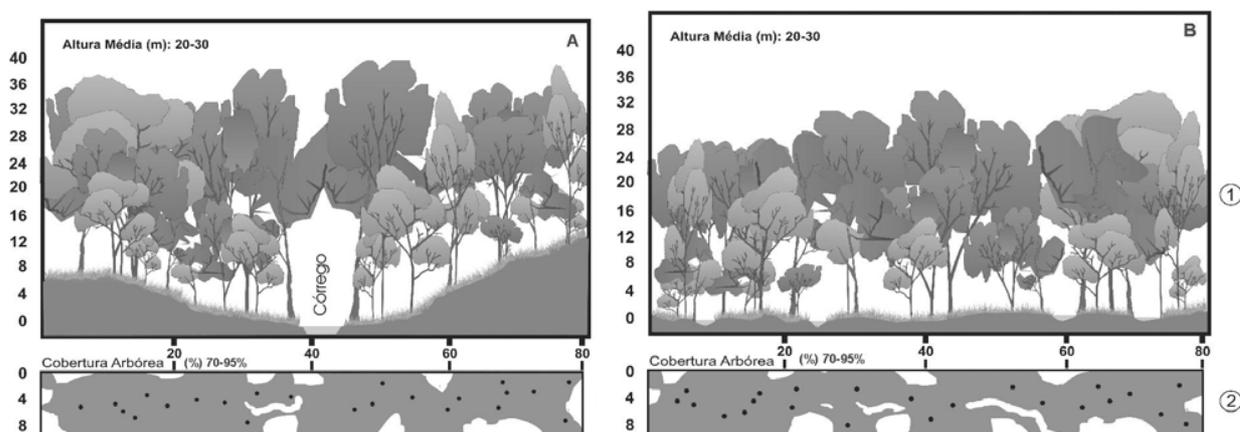
**Figura 1.** Fitofisionomias do bioma Cerrado (RIBEIRO e WALTER, 2001).

Foram escolhidos para objeto deste estudo dois tipos fitofisionômicos: uma formação florestal, a Mata de Galeria, e uma formação savânica, o Cerrado sentido restrito, subtipo Denso. O primeiro devido a sua importância ecológica como área de preservação permanente, e o segundo por possuir vegetação predominantemente arbórea, representando a forma mais densa e alta desse tipo fitofisionômico.

### 3.2.1. Mata de Galeria

Mata de Galeria é a vegetação que acompanha os riachos de pequeno porte e córregos dos planaltos do Brasil Central, formando corredores fechados (galerias)

sobre os cursos d'água. Essas matas, geralmente, encontram-se encravadas no fundo de vales ou nas cabeceiras de drenagem onde os cursos d'água ainda não escavaram o canal definitivo (RATTER et al., 1973; RIBEIRO et al., 1983). A fisionomia é perenifólia, praticamente não apresentando caducifolia durante a estação seca. Quase sempre é circundada por faixas de vegetação não florestal em ambas as margens, havendo uma transição brusca com formações savânicas e com os campos (RIBEIRO e WALTER, 1998), conforme pode ser visto nas Figuras 2 e 3.



**Figura 2.** Diagrama de perfil (1) e cobertura arbórea (2) de uma Mata de Galeria não Inundável (A) e de uma Mata de Galeria Inundável (B), representando uma faixa de 80 m de comprimento por 10 m de largura (RIBEIRO e WALTER, 1998).

A altura média das árvores varia entre 20 e 30 metros e a superposição das copas formam cobertura arbórea de 70% a 95%. A umidade relativa é alta no seu interior, mesmo na época seca (julho a agosto) (RIBEIRO e WALTER, 1998).

Nas Matas de Galeria, os solos são edáfica e pedologicamente bastante variáveis, podendo ocorrer até mesmo LATOSSOLOS, semelhantes aos das áreas de Cerrado sentido amplo, adjacentes (HARIDASAN, 1998). Neste caso, a posição topográfica mais baixa dessa fisionomia faz com que esses solos apresentem maior fertilidade devido ao carreamento de solo e de matéria orgânica oriunda da vegetação das áreas adjacentes. Mesmo assim, os solos nas Matas de Galeria podem apresentar acidez maior que a encontrada naquelas áreas adjacentes (RIBEIRO e WALTER, 2001).



**Figura 3.** Mata de Galeria, Distrito Federal – Brasil (Foto: JOSÉ FELIPE RIBEIRO).

A lixiviação de nutrientes dos solos localizados nas partes mais altas, a erosão geológica e a deposição coluvial de materiais resultantes de intemperismo durante a formação dos solos, são as principais causas das diferenças de fertilidade dos solos sob Matas de Galeria e outras fitofisionomias do Cerrado. A natureza do material de origem também influencia a fertilidade de algumas Matas de Galeria. Nos casos onde o solo das Matas é desenvolvido *in situ*, com pouca ou nenhuma expressão de transporte de sedimentos e com menor desenvolvimento pedogenético (solos mais “jovens”, como Terras Roxas, Podzólicos, Cambissolos e Litólicos), a expressão das características da rocha que lhe deu origem é bastante evidente (CORREIA et al., 2001). Neste caso, os autores afirmam que as espécies nativas das Matas de Galeria devem ser consideradas mais exigentes quanto a macronutrientes do que aquelas das formações de Cerrado, característica que é acentuada em ambientes de solos pobres em nutrientes.

Estudos sobre concentração foliar de nutrientes em quatro Matas de Galeria do Distrito Federal concluíram que as Matas de Galeria apresentaram concentrações foliares de magnésio superiores às encontradas nos Cerrados e Cerradões (NOGUEIRA e HARIDASAN, 1997).

A disponibilidade de nutrientes nos ecossistemas de Matas de Galeria é maior na camada de serapilheira do que na camada superficial do solo (HARIDASAN, 1998; FELFILI et al., 2001). A produção de serapilheira e seu conteúdo de nutrientes também variam em função da disponibilidade de nutrientes entre Matas e Cerrado (PAGANO e DURIGAN, 2000). Estudando a correlação entre nutrientes disponíveis no solo e na serapilheira e os teores de nutrientes nas folhas de espécies arbóreas de quatro Matas de Galeria no Distrito Federal, Góes Júnior (1996) também encontrou grande variação de nutrientes disponíveis entre as parcelas e variação nas diferentes épocas do ano.

Para Haridasan (1998), as árvores das Matas de Galeria da região do Cerrado não apresentam as características escleromórficas comuns entre as espécies arbusto-arbóreas das comunidades do Cerrado sentido restrito, talvez devido à maior disponibilidade de nutrientes, especialmente fósforo e magnésio.

### **3.2.2. Cerrado sentido restrito**

O Cerrado sentido restrito caracteriza-se pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, geralmente com evidências de queimadas. Os arbustos e subarbustos encontram-se espalhados, com algumas espécies apresentando órgãos subterrâneos perenes (xilopódios), que permitem a rebrota após a queima ou corte (RIBEIRO e WALTER, 1998).

Os troncos das plantas lenhosas em geral possuem cascas com cortiça grossa, fendida ou sulcada e as gemas apicais de muitas espécies são protegidas por densa pilosidade. As folhas em geral são rígidas e coriáceas (EITEN, 1994). Esses caracteres fornecem aspectos de adaptação às condições de seca (xeromorfismo). Todavia, as plantas arbustivas e arbóreas, por possuírem, em geral, sistemas radiculares muito profundos, não sofrem restrição hídrica durante a estação seca (FERRI, 1961).

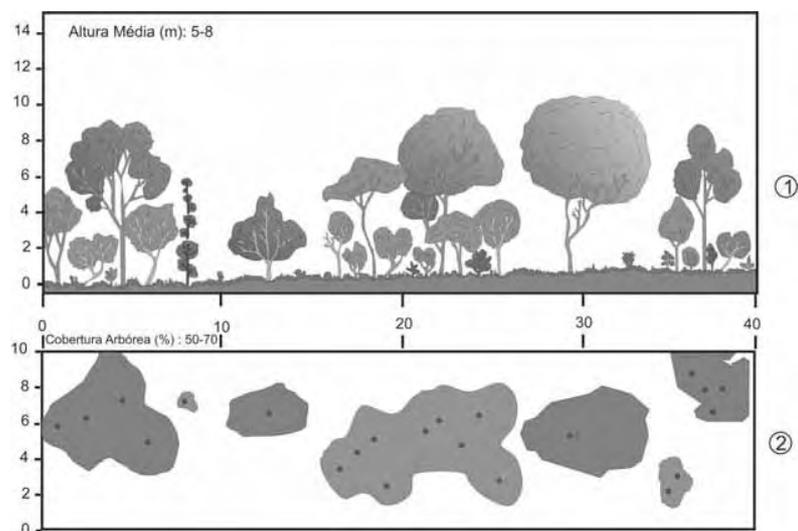
Grande parte dos solos da vegetação de Cerrado sentido restrito são das classes LATOSSOLO VERMELHO e LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO. Apesar das boas características físicas, são solos forte ou moderadamente ácidos (pH entre 4,5 e 5,5), com carência generalizada dos nutrientes essenciais, principalmente fósforo e nitrogênio. Com frequência apresentam altas taxas de alumínio. O teor de matéria orgânica varia de médio a baixo.

As baixas concentrações de nutrientes nas folhas de espécies nativas em comunidades associadas aos solos distróficos refletem a baixa fertilidade dos solos (ARAÚJO, 1984). Além de apresentar baixos teores de nutrientes nas folhas, o cerrado sentido restrito também apresenta baixo estoque de nutrientes na biomassa de sua vegetação arbórea e da camada rasteira (HARIDASAN, 2000).

A deficiência de nutrientes, a disponibilidade de água em função da estacionalidade do clima e da profundidade do lençol freático e o fogo têm sido considerados como principais determinantes do cerrado (EITEN, 1994; HARIDASAN, 2000; HOFFMANN, 1998; COUTINHO, 1982). As variações na densidade das árvores em diferentes formas fisionômicas, como cerrado sentido restrito, campo cerrado, campo sujo e campo limpo, não parecem ser uma consequência direta da variação de fertilidade dos solos, mas das mudanças nos fatores edáficos como profundidade do solo, nível do lençol freático e variações na declividade (HARIDASAN, 1992).

As subdivisões fisionômicas distintas do cerrado sentido restrito originam-se devido à complexidade dos fatores condicionantes, sendo as principais: o Cerrado Denso, o Cerrado Típico e o Cerrado Ralo. A separação dos subtipos dá-se, inicialmente, pela densidade arbórea, seguindo-se critérios de substrato e flora, havendo diversas hipóteses sobre as causas do raleamento da camada lenhosa (RIBEIRO e WALTER, 1998).

O Cerrado Denso é um subtipo de vegetação predominantemente arbóreo, com cobertura de 50% a 70% e altura média de cinco a oito metros, representando a forma mais densa e alta de Cerrado sentido restrito. Os estratos arbustivo e herbáceo são mais ralos, provavelmente devido ao sombreamento resultante da maior densidade de árvores (RIBEIRO e WALTER, 1998), conforme pode ser visto nas Figuras 4 e 5.



**Figura 4.** Diagrama de perfil (1) e cobertura arbórea (2) de um Cerrado Denso representando uma faixa de 40 m de comprimento por 10 m de largura (RIBEIRO e WALTER, 1998).



**Figura 5.** Cerrado Denso, Distrito Federal – Brasil (Foto: JOSÉ FELIPE RIBEIRO).

### 3.3. Sucessão secundária e exigências nutricionais de espécies arbóreas nativas

A sucessão secundária é o processo que ocorre através das mudanças que se verificam nos ecossistemas após a destruição parcial da comunidade, que pode ser uma pequena área de floresta nativa devido à queda de uma árvore ou em vários hectares de uma cultura agrícola abandonada. Nesse processo ocorre uma progressiva mudança na composição florística da floresta, partindo de espécies pioneiras até espécies climácicas (KAGEYAMA e GANDARA, 2001).

A separação das espécies, em grupos ecofisiológicos, com base na resposta a clareiras de diferentes tamanhos, além do entendimento da dinâmica das florestas tropicais, pode auxiliar na elaboração de estratégias de regeneração de áreas deflorestadas. A partir de 21 características, as quais se modificam através dos estágios sucessionais e que foram observadas em áreas perturbadas antrópicas de diferentes idades, Budowski (1965) identifica quatro grupos de espécies: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climácicas.

Plantios mistos compostos de espécies arbóreas de diferentes estágios sucessionais arranjados em diferentes modelos têm sido propostos por vários autores (BOTELHO et al., 1995; CARPANEZZI et al., 1990; DURINGAN e NOGUEIRA, 1990; FONSECA et al., 2001; KAGEYAMA e CASTRO, 1989; KAGEYAMA et al., 1994; RODRIGUES et al., 1992a; SALVADOR e OLIVEIRA, 1989).

Alguns desses arranjos são compostos por módulos com mudas de espécies clímax exigentes de luz ou tolerantes à sombra posicionadas no centro de um polígono e rodeadas por 4 ou mais plantas sombreadoras, pioneiras ou secundárias iniciais. Entretanto, Durigan (1999) sugere que no domínio do Cerrado, mantidas as densidades proporcionais entre as espécies dos diferentes estágios sucessionais, o plantio em módulos não difere do plantio aleatório.

Além da tolerância a solos ácidos e de baixa fertilidade, as espécies de cerrado apresentam outras peculiaridades de importância fundamental para os processos naturais ou induzidos de restauração: são heliófitas (com raras exceções de espécies que ocorrem no sub-bosque do cerradão) e apresentam excepcional capacidade de rebrota a partir de estruturas subterrâneas após o corte ou a passagem do fogo. Essas duas características

fazem com que o processo sucessional do cerrado seja muito diferente do modelo consagrado para florestas (DURIGAN, 2003). No cerrado, o processo sucessional consiste apenas de uma alteração de fisionomias mais abertas para fisionomias mais densas, até um clímax que é definido pela capacidade de suporte do meio (GOODLAND e FERRI, 1979; COUTINHO, 1982; PIVELLO e COUTINHO, 1996).

Sombreamento por copas pode restringir o crescimento de mudas de espécies de cerrado nas fases iniciais de desenvolvimento das plantas (FRANCO, 2000). A capacidade peculiar das espécies do cerrado de recobrir o terreno à partir da rebrota de estruturas subterrâneas, depende das propriedades físicas e químicas do solo e do tempo decorrido após o desmatamento. A regeneração por brotação tem maior êxito no processo de recuperação da cobertura vegetal do cerrado, do que a reprodução à partir de sementes (DURIGAN et al., 1998).

Para efeito de comparação, uma vez que a maioria dos plantios de recuperação de áreas degradadas têm adotado essa sistemática, optou-se nesse estudo pelo plantio em módulos compostos por espécies secundárias e pioneiras, de acordo com critérios de classificação definidos por Budowski (1965), tanto no entorno de uma Mata de Galeria como na área sob solo de Cerrado Denso. Por outro lado, vários estudos sobre a nutrição mineral de espécies nativas têm levado em conta a classificação sucessional das espécies e os resultados obtidos até o momento têm confirmado diferenças nos requerimentos nutricionais de acordo os estágios sucessionais (DUBOC, 1994; VALE et al., 1996; RENÓ et al. 1997; SILVA et al., 1997; FERNANDES et al., 2000; FURTINI NETO et al., 1999abc; FURTINI NETO et al., 2000; RESENDE et al., 1999; RESENDE et al. 2000; SOUZA et al. 2001).

Os valores de densidade natural dos indivíduos lenhosos podem ser utilizados como parâmetro para definir o espaçamento a ser adotado em plantios de restauração da vegetação do cerrado, embora estes valores variem entre fisionomias e entre diferentes regiões. De acordo com revisão de DURIGAN (2003), Boone Hauffman et al. (1994) encontraram 600 ind. ha<sup>-1</sup> no Campo cerrado e 833 ind. ha<sup>-1</sup> no Cerrado sentido restrito (alt. ≥ 2 m); Durigan et al. (1997) encontraram 1515 árvores ha<sup>-1</sup> no Cerradão e Durigan e Leitão Filho (1995) 2126 árvores ha<sup>-1</sup> em Mata Ciliar (DAP ≥ 5 cm).

Comparando estudos sobre parâmetros fitossociológicos da vegetação arbórea de Cerrado típico, considerando DAP ≥ 10 cm, RIBEIRO et al. (1985) encontraram

nessa revisão variação na densidade da vegetação de acordo com o estudo; em Oliveira et al. (1982) 567 ind. ha<sup>-1</sup>; em Medeiros (1983) 947 ind. ha<sup>-1</sup> e em Ribeiro (1983) 559 ind. ha<sup>-1</sup>.

Quanto à mortalidade e o pequeno desenvolvimento de mudas em plantios em áreas degradadas, as principais causas são o estresse hídrico, a competição com ervas invasoras e o ataque de formigas. Taxas de mortalidade de 20% podem ser consideradas baixas (CORRÊA, 1998). Em grandes projetos, mortalidade de até 40% é considerada normal nessa atividade (PIÑA-RODRIGUES et al., 1997).

Para Felfili (2000), o incremento diamétrico médio para árvores maduras em Matas de Galeria está na ordem de 0,30 cm ano<sup>-1</sup>, similar à outras florestas tropicais. Espécies lenhosas, em condições naturais, com incremento de 0,50 cm de diâmetro por ano podem ser consideradas de rápido crescimento, como por exemplo, o óleo-de-copaíba e o pau-pombo.

Com relação à nutrição de espécies arbóreas nativas, a demanda por nutrientes varia entre espécies, estação climática e estágio de crescimento, e é mais intensa na fase inicial de crescimento das plantas. As espécies dos estádios sucessionais iniciais possuem maior capacidade de absorção de nutrientes relativamente àquelas dos estádios sucessionais subsequentes, característica intimamente relacionada com o potencial de crescimento ou taxa de síntese de biomassa (FURTINI NETO et al., 2000).

Espécies pioneiras e secundárias apresentam como estratégias de estabelecimento rápido crescimento inicial e posteriores reduções nos índices de crescimento, independentemente da disponibilidade de nutrientes. Gonçalves et al. (1992) verificaram que espécies pioneiras possuem sistema radicular mais desenvolvido e raízes finas em maior densidade, além de apresentarem maiores taxas de crescimento e absorção de nutrientes que as clímax. Espécies clímax estudadas em condições de campo por Lima et al. (1997) não apresentaram resposta à fertilização fosfatada aos 8 meses após o plantio das mudas, mas sim aos 16 meses.

Variações na concentração, absorção e eficiência de uso de nutrientes entre espécies pioneiras, secundárias e clímaxes, foram observadas, tanto na fase de viveiro como no campo, em nove espécies de diferentes grupos sucessionais. Na fase de viveiro, à exceção do P na matéria seca da parte aérea, as pioneiras apresentaram concentrações médias de N, P, K e Ca superiores às das secundárias (GONÇALVES et al., 1992). As espécies

pioneiras têm maior eficiência nutricional para o P do que as espécies clímaxes, mas com relação ao N e ao Ca, tanto pioneiras como clímaxes têm eficiências nutricionais semelhantes. (Brown, 1990, citado por GONÇALVES et al., 1992).

De acordo com Lima et al. (1997), em espécies como *Senna macranthera* (fedegoso), *Senna multijuga* (cássia verugosa), *Schinus terebinthifolius* (aroeirinha), *Peltophorum dubium* (angico amarelo), *Tabebuia chrysotricha* (ipê tabaco), *Machaerium villosum* (jacarandá mineiro) e *Platycianus regnellii* (pau pereira), em condições de campo, a aplicação de 20 g de N, 40 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 30 g de K<sub>2</sub>O por cova elevou consideravelmente o crescimento inicial, com respostas positivas para altura, diâmetro da copa e diâmetro da base. A altura de plantas aos oito meses foi influenciada pelos tratamentos. Plantas sem adubação apresentaram crescimento reduzido, não atingindo altura superior a 73 cm. Os incrementos variaram de 63 a 323% em relação à testemunha, sendo que as pioneiras mostraram-se mais responsivas à fertilização com NPK, com incrementos médios de 149% relativamente aos tratamentos sem adubação. As respostas à omissão de N, P e K do tratamento completo foram bastante diferenciadas e mais influenciadas pela omissão de N do que de P e muito pouco pela omissão de K. A omissão de N e P reduziu o crescimento de todas as espécies. Apenas o angico amarelo, ipê tabaco, jacarandá mineiro e pau pereira tiveram crescimento reduzido pela omissão de K do tratamento completo.

Foi constatada redução no crescimento inicial de mudas de *Aspidosperma polyneuron* (peroba rosa) e de *Cedrela fissilis* (cedro) em solução nutritiva pela omissão de nutrientes, sendo que a peroba rosa foi mais afetada pela omissão de cálcio, nitrogênio e fósforo e o cedro pela omissão de nitrogênio e fósforo, enquanto que a omissão de potássio afetou muito pouco o crescimento das plantas (MUNIZ e SILVA 1995a e 1995b).

Em casa de vegetação, com utilização da técnica do nutriente faltante, a *Tibouchina granulosa* (quaresmeira) mostrou alta exigência nutricional, respondendo à adubação com N, P, K, Ca, Mg, S e dos micronutrientes Zn, B, Cu, Fe, e Mn. A exigência nutricional de *Platycianus regnellii* (pau pereira) foi maior para N, P, Ca e S, enquanto que a da peroba-rosa foi para P, K e S (BRAGA et al., 1995).

Respostas variáveis têm sido encontradas em relação à fertilização potássica. Em alguns casos, o efeito foi negativo. As menores reduções no crescimento de algumas espécies, em função da omissão de K, especialmente para espécies pioneiras e

secundárias iniciais ou tardias, foram atribuídas a uma baixa demanda externa ou a maior eficiência de uso (RENÓ et al., 1997; SILVA et al., 1997 e DUBOC, 1994).

Redução na eficiência de utilização com o aumento da disponibilidade de K foi constatada em 14 espécies florestais. Esse decréscimo foi de diferente magnitude entre os grupos ecológicos estudados. No entanto, as espécies de cada estágio sucessional comportaram-se de modo similar em relação à eficácia de uso de K (SILVA et al., 1996).

As respostas até o momento obtidas nos estudos com K indicam que as espécies florestais nativas respondem de maneira distinta à fertilização com esse nutriente, havendo evidências de que a resposta pode estar ligada ao seu estágio sucessional (SILVA et al., 1997).

Quanto aos efeitos e exigências de micronutrientes das espécies florestais nativas, para Furtini Neto et al. (2000) muito pouco se avançou no conhecimento. Estudos preliminares conduzidos por Renó et al. (1997) e Duboc (1994) mostraram pequena ou falta de resposta a micronutrientes por espécies como cedro, pau-ferro, pau-pereira, jatobá e óleo-de-copaíba. Entretanto, em solos pobres em nutrientes e matéria orgânica, a aplicação de micronutrientes é recomendada, principalmente B e Zn, em virtude de suas deficiências quase generalizadas em solos da região dos Cerrados. Dietrich (1981) relata que a deficiência de B é fator limitante ao crescimento da *Araucária angustifolia* em Santa Catarina. Antes da década de 80, já era relatado a deficiência de micronutrientes em plantações de espécies exóticas em solos de Cerrado, como pode ser visto no trabalho de Defelipo et al. (1979). O crescimento do angico-amarelo (*Peltophorum dubium*), espécie exigente em fertilidade do solo, foi afetado pela omissão de B e Zn na adubação em solos de baixa fertilidade, entretanto, o óleo-de-copaíba (*Copaifera langsdorffii*) não foi afetado pela omissão de B e Zn (DUBOC, 1994 e 1996b).

Batista (1988), em amostragem da vegetação de cerrado em Mogi-Guaçu-SP, encontrou variação de 1 a 16 espécies por parcela, dentre as 83 espécies encontradas na área de estudo. Dentre os fatores de solo de maior influência sobre essa variável da vegetação, destacam-se o pH, Al, os micronutrientes Zn e B areia fina e silte. A variável pH foi incluída com efeito negativo, indicando que quanto maiores os valores de pH em ambas camadas estudadas (0-20 e 20-40 cm), menor seria o número de espécies por parcela encontradas. O Al também foi incluído no modelo com efeito negativo. O B e o Zn

com forte correlação positiva pressupõem que o aumento da quantidade de espécies no cerrado está intimamente relacionado ao acréscimo dos teores desses micronutrientes. A variação de 50 para 2500 árvores por ha indica um gradiente na densidade da vegetação. O pH e o Al indicaram acréscimo na densidade da vegetação com a redução de seus valores.

Em casa de vegetação, mudas de espécies nativas do cerrado responderam positivamente com maior absorção de macronutrientes e maior taxa de crescimento (MELO, 1999). No campo, em área nativa de cerrado em solo distrófico, a maioria das espécies lenhosas responderam à calagem e à adubação (MORAES, 1994; HARIDASAN, 2000).

### 3.3.1. Exigências nutricionais - Nitrogênio

Têm sido relatadas reduções no crescimento inicial de espécies arbóreas nativas decorrentes da omissão de N. *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (jatobá-da-mata), *Copaifera langsdorffii* (óleo-de-copaíba), *Peltophorum dubium* (canafístula), *Senna macranthera* (fedegoso), *Senna multijuga* (cássia-verrugosa), *Melia azedarach* (cinamomo) e *Jacarandá mimosaeifolia* (jacarandá mimoso) apresentaram respostas de magnitude distintas ao fornecimento de N. Contudo, todas as espécies apresentaram incrementos em crescimento com a aplicação de N (FARIA et al., 1996; PEREIRA et al., 1996; DUBOC et al., 1996a e 1996b; RENÓ et al., 1997; VENTURIM et al., 1999).

Fedegoso (*Senna macranthera*), cássia-verrugosa (*Senna multijuga*), cinamomo (*Melia azedarach*) e jacarandá-mimoso (*Jacarandá mimosaeifolia*), responderam em crescimento à adição de N –mineral, sendo que o N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, mostrou-se superior ao N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. A altura das plantas adubadas com N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> foi de 13, 12, 5 e 4 vezes maior em relação às plantas sem N nas mudas de fedegoso, cássia-verrugosa, cinamomo e jacarandá, respectivamente. A colonização micorrízica foi menor em todas as espécies adubadas com N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Plantas com N- NO<sub>3</sub><sup>-</sup> acumularam maior quantidade de Ca e K do que as adubadas com N- NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (PEREIRA et al., 1996).

O crescimento de mudas de *Peltophorum dubium* inoculadas com rizóbio foi inferior ao das adubadas com 175 mg de N por kg de solo, em solo não fumigado (FARIA et al., 1995a). No entanto, mudas que não receberam adubação nitrogenada

apresentaram crescimento satisfatório quanto ao diâmetro à altura do colo e à produção de matéria seca da parte aérea. Ainda segundo os autores, uma vez confirmado o caráter não nodulífero do *Peltophorum dubium*, esperava-se maior resposta à adição de N. Como o solo estudado apresentou teor relativamente elevado de matéria orgânica ( $43 \text{ g kg}^{-1}$ ), o N pode ter sido mineralizado em quantidades suficientes para promover o crescimento satisfatório das mudas na ausência de adubação nitrogenada. A maior disponibilidade de N parece estar associada também à presença do fungo MVA inoculado, uma vez que no segundo experimento, quando se fez a fumigação do solo, a produção de matéria seca não diferiu entre os tratamentos que receberam N e a inoculação com o rizóbio. Neste caso, na ausência de *G. etunicatum*, parece ter havido suprimento deficiente de N em razão da menor absorção deste no solo (FARIA et al., 1995a). Já para *Albizia lebbbeck*, a inoculação com rizóbio mostrou-se menos eficiente que a adubação nitrogenada na promoção do crescimento e fornecimento de N (FARIA et al., 1995b).

### 3.3.2. Exigências nutricionais - Fósforo

A baixa disponibilidade de P nos solos tropicais é uma das causas que mais limita o crescimento e a produção florestal, tornando necessário o fornecimento deste nutriente via fertilização (FRANCO, 1984). Várias espécies têm apresentado respostas à adubação fosfatada em programas de recuperação de áreas degradadas (RENÓ, 1994; LIMA et al., 1997; SOUZA, 2000).

Em virtude da dinâmica de P nos solos mais intemperizados, a sua baixa disponibilidade para as plantas tem sido apontada como causa do inadequado desenvolvimento da maioria das culturas em solos das regiões tropicais. Nessas áreas, onde os solos possuem elevada capacidade de fixação, a deficiência do nutriente é o mais importante fator nutricional a restringir o crescimento vegetal (Sanchez e Salinas, 1981, citados por RESENDE et al., 1999).

À semelhança do que ocorre para a maioria das espécies cultivadas, o P é um nutriente muito limitante ao crescimento das espécies florestais nativas. As espécies pioneiras também têm sido mais responsivas à fertilização fosfatada, apresentando, ainda, maior absorção e acúmulo desse nutriente na parte aérea; as espécies clímax crescem

independentemente do suprimento de P, comportamento associado às menores taxas iniciais de crescimento. As espécies com sistema radicular pouco desenvolvido apresentam maior requerimento externo de P (FURTINI NETO et al., 1999a), comportamento semelhante ao encontrado por DUBOC (1994) para 3 espécies de diferentes grupos sucessionais.

As espécies pioneiras *Schinus terebinthifolius* (aroeirinha), *Senna multijuga* (cássia verrugosa) e *Senna macranthera* (fedegoso), as secundárias *Peltophorum dubium* (angico amarelo) e *Tabebuia chrysotricha* (ipê-tabaco), e as clímaxes *Machaerium villosum* (jacarandá mineiro) e *Platycianus regnellii* (pau-pereira), de modo geral, apresentaram crescimento reduzido com a omissão de P (em média, 64% do tratamento completo), sendo que as espécies clímax, as mais afetadas, apresentaram níveis de crescimento comparáveis ao tratamento sem adubação, tanto aos 8 quanto aos 16 meses após o plantio (LIMA et al., 1997). Os resultados evidenciaram maior requerimento externo por P das espécies clímax, quando comparadas às demais espécies.

Espécies clímax, normalmente, possuem sistema radicular de maior espessura, menor tamanho, menos ramificado e menor eficiência no uso de nutrientes, características desfavoráveis a absorção de P (GONÇALVES et al., 1992). Por isso, espécies pertencentes a este grupo devem apresentar naturalmente maior requerimento externo de P, o que representa desvantagem para o uso dessas espécies metalófitas em programas de revegetação, especialmente quando a área a ser revegetada possuir baixos níveis de P no solo.

Entretanto, a aroeirinha (*Schinus terebinthifolius*), a paineira (*Chorisia speciosa*) e o jambolão (*Syzygium jambolanum*) apresentaram crescimento distinto, em função de doses de P aplicadas (FERNANDES et al., 2000). A paineira foi a espécie que apresentou a maior produção de matéria seca da parte aérea, raiz e total em todas as doses de P, exceto na dose de 600 mg dm<sup>-3</sup>, enquanto a aroeirinha e o jambolão não diferiram entre si quanto à produção de biomassa em todos os níveis de fertilização fosfatada. Quanto ao crescimento em altura, apenas nas doses de 0 e 150 mg dm<sup>-3</sup> ocorreram diferenças entre as espécies. Na ausência de P a paineira apresentou o maior crescimento em altura. Na dose de 150 mg dm<sup>-3</sup> o jambolão apresentou o menor crescimento. A paineira também apresentou o maior diâmetro do caule em todas as doses do nutriente, enquanto a aroeirinha e o jambolão tiveram comportamentos semelhantes entre si.

### 3.4. Espécies utilizadas nos experimentos

As espécies utilizadas nos experimentos foram escolhidas em função da frequência de ocorrência na região, conforme MENDONÇA et al. (1998) e FONSECA et al. (2001). Nesse trabalho, para efeito de observação, algumas foram plantadas fora do seu ambiente natural de ocorrência. Apesar da ampla distribuição no domínio do Cerrado, se dispõe de poucas informações sobre suas exigências nutricionais. Algumas das características ecológicas e silviculturais das espécies estudadas encontram-se descritas a seguir.

#### 3.4.1. *Amburana cearensis* (Fr. Allem.) A.C. Smith (Amburana)

Amburana, imburana, umburana, cerejeira ou cumarú-de-cheiro, da família Leguminosae (Papilionoideae), é árvore de aproximadamente 10 a 20 m, com tronco de 40-80 cm de diâmetro (LORENZI, 1992). Seu tronco liso apresenta coloração cor-de-vinho ou marrom-avermelhada. A madeira aromática, boa de trabalhar (Paula e Alves, 1997, citados por ALMEIDA et al., 1998), é moderadamente pesada e macia (peso específico de 0,60 g cm<sup>-3</sup>), moderadamente durável quando exposta a intempéries. É usada para fabricação de móveis, esculturas, lambris e balcões (LORENZI, 1992).

A amburana é classificada como planta decídua, heliófita, seletiva xerófila, pioneira, característica de afloramentos calcários e terrenos secos em matas decíduas (LORENZI, 1992), de ocorrência na Caatinga, Floresta Pluvial e Mata Mesofítica (ALMEIDA et al., 1998). O crescimento a campo é lento, não ultrapassando 1,5 m aos dois anos (LORENZI, 1992) e 2,5 m aos quatro anos (CARVALHO, 1994).

Na Região Nordeste, ocorre naturalmente nos solos de textura franco e argilo-arenosos e profundos nas meia-encostas da Caatinga (Tigre, 1970, citado por CARVALHO, 2003). No Vale do rio Paranã, em Goiás, a espécie ocorre em afloramentos calcários (Salomão e Cavallari, 1992, citados por CARVALHO, 2003). Em plantios na Região Sul, apresenta comportamento satisfatório em solos de boa fertilidade química, bem drenados e com textura argilosa (CARVALHO, 2003).

A amburana pode ser plantada a pleno sol, em plantio puro, com crescimento razoável (mas com forma ruim) em solo de boa fertilidade química. Em plantio

misto, pode ser associada com espécies pioneiras ou secundárias. Em reflorestamento para recuperação ambiental, pode ser empregada para restauração de mata ciliar, em locais com inundações periódicas de rápida duração (CARVALHO, 2003).

### **3.4.2. *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg (Angico-do-cerrado)**

Pertence à família Leguminosae (Mimosoideae), popularmente conhecida como angico-do-cerrado ou angico-cascudo. É planta melífera utilizada para arborização de ruas e praças pela folhagem e pelas flores alvas e delicadas (ALMEIDA et al., 1998). Atinge 8 a 16 m de altura, com tronco revestido por grossa casca suberosa de 30-50 cm de diâmetro; sua madeira é dura e compacta, empregada na construção civil e para caibros, vigas na confecção de dormentes para marcenaria e carpintaria, postes e mourões (LORENZI, 1992).

A casca adstringente é usada na medicina popular para curar feridas e em curtumes, e a gomo-resina exsudada é usada no tratamento de moléstias (ALMEIDA et al., 1998).

O angico-do-cerrado é planta decídua, heliófita, seletiva xerófita de ocorrência no Cerradão e Cerrado; seu crescimento é rápido, atingindo 4 a 5 m em dois anos (LORENZI, 1992) e até 12 m em seis anos em solos mais férteis (CARVALHO, 1994).

Para Almeida et al. (2003), o crescimento demográfico e o aumento da capacidade tecnológica para modificar a paisagem tem ocasionado ampliação da extensão de áreas degradadas. O uso das gramíneas *Paspalum notatum* e *Brachiaria brizantha* na pecuária de corte vem comprometendo o ritmo da regeneração nativa.

Numa área situada sobre formação Arenito Caiuá, região coberta originalmente pela floresta estacional semidecidual com ocorrência de *Anadenanthera macrocarpa* (angico-vermelho), foi estabelecido um experimento com plantio desta espécie em espaçamento de 2 x 2 metros, e encontrados valores, aos 14 meses após o plantio das mudas no campo, de diâmetro do colo, altura e porcentagem de sobrevivência do angico-vermelho, maiores quando sob competição com *Paspalum notatum* (7,28 mm  $\pm$  3,61 e 51,27 cm  $\pm$  37,54 e 53 %, respectivamente) do que quando sob competição com *Brachiaria*

*brizantha* ( $4,75 \text{ mm} \pm 2,93$  e  $28,27 \text{ cm} \pm 25,81$  e 20 %, respectivamente) (ALMEIDA et al., 2003).

De acordo com Batista (1988), a altura e o diâmetro das árvores de *Anadenanthera falcata* (angico) foram as variáveis biométricas fortemente influenciadas por maior número de fatores químicos do solo. Na camada superficial, todas as variáveis da população de angico correlacionaram-se muito bem com fósforo e boro, sendo que o primeiro manteve sinal negativo na correlação, enquanto o boro influiu positivamente sobre o desenvolvimento da espécie. Na camada de 20 a 40 cm, o potássio apresentou correlações negativas altamente significativas com todas as variáveis biométricas. Neste caso, o boro manteve influência positiva, bem como zinco e manganês, principalmente com as variáveis altura e DAP. Fósforo e alumínio tiveram correlação significativa (5%) com efeito negativo sobre altura e DAP. É bem possível que as concentrações de Al nesses solos provoquem diminuição da absorção de P (Malavolta et al., 1977, citados por BATISTA, 1988), ou ainda que a presença do íon Al precipite o íon  $\text{PO}_4$  (Goodland, 1971, citado por BATISTA, 1988).

### **3.4.3. *Astronium fraxinifolium* Schott (Gonçalo-alves)**

Pertencente à família Anacardiaceae, é conhecido pelos nomes de gonçalo-alves ou sete-cascas. Tem ocorrência no Cerradão mesotrófico e distrófico, Cerrado e Mata Mesofítica. É uma árvore dióica de até 30 m de altura (ALMEIDA et al., 1998). Já para LORENZI (1992), alcança 8 a 12 m, com tronco cilíndrico e reto de 60-80 cm de diâmetro. Apesar de perder as folhas no inverno, essa planta pode ser usada na arborização pelo seu porte médio e beleza da copa.

A madeira é muito pesada (densidade  $1,09 \text{ g cm}^{-3}$ ), compacta, rija, difícil de trabalhar, de grande durabilidade sob condições naturais. Possui cerne de cor muito variável desde o vermelho escuro até o vermelho brasa, porém sempre com listas negras de formas diversas (LORENZI, 1992). O cerne possui fibras retas recebendo verniz facilmente. É usada na fabricação de mobiliário de luxo, balaústres, corrimões, portas nobres, usada na construção civil e naval, dormentes, esteios e mancais para rodas hidráulicas, mourões ou mesmo em trabalhos artesanais como adornos torneados (Rizzini e Mors, 1976, citados por

ALMEIDA et al., 1998). No campo o desenvolvimento é rápido, atingindo cerca de 3m aos dois anos de idade (LORENZI, 1992).

De acordo com diversos autores citados por Carvalho (2003), seu estágio sucessional é controverso, sendo considerada espécie secundária tardia, clímax, clímax tolerante à sombra e clímax exigente de luz. Também, é descrita como sendo planta heliófita, pioneira, decídua, e seletiva xerófita característica de terrenos rochosos e secos onde forma agrupamentos descontínuos (LORENZI, 1992).

Segundo Levantamento (1990), citado por ALMEIDA et al. (1998), pelos levantamentos fitossociológicos, foi verificado que há variação da densidade dessa espécie, sendo maior em áreas de solos de melhores condições químicas. Assim é que, no Jardim Botânico de Brasília, em Mata Mesofítica de interflúvio, a densidade foi de 60 indivíduos por ha. Em Paraopeba, MG, 12 indivíduos por ha (SILVA JÚNIOR, 1984); na Mata Mesofítica e Cerradão de Padre Bernardo-GO, 60 indivíduos por ha. Embora essa espécie ocorra preferencialmente em solos com altos níveis de cálcio no Cerrado, também pode ser encontrada esparsamente em solos com baixos níveis desse elemento.

#### **3.4.4. *Copaifera langsdorffii* Desf. (Óleo-de-copaíba)**

De nomes populares como óleo-de-copaíba e pau-d'óleo, esta árvore hermafrodita de até 35 m é da família Leguminosae (Caesalpinioideae). Ocorre em Mata de Galeria, Mata Mesofítica de Interflúvio, Cerradão distrófico e Cerrado. É melífera, recomendada para paisagismo em arborização de ruas. Fornece madeira avermelhada, raramente amarelada, muito rajada, às vezes porosas e de tecido frouxo, empenando durante a secagem. É utilizada na construção civil, em vigas, batentes, cabos de ferramentas, vassouras, carrocerias, marcenaria, miolo de portas. Mediante cocção, extrai-se da casca um corante amarelo utilizado em tinturaria caseira para colorir os fios de algodão trabalhados pelos tecelões regionais (Mirandola Filho e Mirandola, 1991, citados por ALMEIDA et al., 1998).

É planta decídua ou semidecídua, heliófita, seletiva xerófita, característica das formações de transição do Cerrado para a floresta Latifoliada semidecídua. Ocorre tanto na mata primária como nas formações secundárias. Produz anualmente grande

quantidade de sementes, amplamente disseminadas por pássaros que comem o arilo envolvente (LORENZI, 1992).

Perfurando-se o caule conforme a época do ano, obtém-se maior ou menor quantidade de óleo ou bálsamo, um dos melhores e mais reputados na terapêutica universal contra numerosas enfermidades (ALMEIDA et al., 1998).

O crescimento das mudas no campo é variável, atingindo cerca de 4 m aos oito anos (TOLEDO FILHO, 1988). Em plantio heterogêneo, teve desenvolvimento regular, com 9 m de altura, 8,8 cm de DAP e 90% de sobrevivência aos 14 anos de plantio (GURGEL FILHO et al., 1982a). Aos 15 anos, a altura foi de 12 m e DAP de 14,7 cm (NOGUEIRA, 1977). Mas em plantios puros aos 25 anos, alcançou cerca de 12 m de altura e 11 cm de DAP (GURGEL FILHO et al., 1982b).

Na floresta pluvial, o óleo-de-copaíba pode atingir 35 m de altura e 100 cm DAP na idade adulta (CARVALHO, 2003). Já para Lorenzi (1992), o desenvolvimento no campo é bastante lento, dificilmente ultrapassando 2 m aos dois anos. Entretanto, pode atingir cerca de 10-15 metros de altura, com tronco de 50-80 cm de diâmetro. Possui madeira pesada com densidade de  $0,70 \text{ g cm}^{-3}$ .

O óleo-de-copaíba é espécie plástica quanto às condições edáficas, ocorrendo tanto em áreas de solo fértil e bem drenado como em áreas de solo muito pobre, ácido e álico do Cerrado. Essa espécie ocorre ainda em terrenos úmidos, sendo comum em matas ciliares. Ocorre esporadicamente em GLEISSOLO HÁPLICO (Glei pouco húmico). Em plantios, prefere solos com drenagem de regular a boa e com textura que varia de franca-argilosa a argilosa (CARVALHO, 2003).

Pode ser plantada em plantio misto a pleno sol, associado com espécies pioneiras, e em vegetação matricial, em faixas abertas em vegetação secundária e plantada em linhas. Brota da touça após corte, bem como das raízes (CARVALHO, 2003).

#### **3.4.5. *Enterolobium contortisiliquium* (Vell.) Morong. (Orelha-de-negro)**

Da família Leguminosae (Mimosoideae), a orelha-de-negro atinge altura de 20 a 35 m e possui tronco de 80 a 160 cm de diâmetro. Sua madeira é leve (densidade de  $0,54 \text{ g cm}^{-3}$ ), macia ao corte, pouco resistente, medianamente durável. Própria

para fabrico de barcos e de canoas de tronco inteiro, brinquedos, compensados, armações de móveis, miolo de portas e caixotaria em geral (LORENZI, 1992).

Possui deciduidade no inverno, heliófita, seletiva, higrófito, pioneira, dispersa em várias formações florestais. Na floresta primária é pouco comum e quase sempre concentrada em solos úmidos. Em capoeiras e estágios mais adiantados da sucessão secundária sua frequência é maior. O desenvolvimento das plantas no campo é extremamente rápido.

*Enterolobium contortisiliquium* ocorre naturalmente em vários tipos de solos, tanto nos de baixa como nos de alta fertilidade química. Evita solos rasos e excessivamente úmidos. Em plantios, cresce melhor em solos férteis, com boa disponibilidade hídrica durante o crescimento e com textura franco-argilosa. Em solo raso, ocorre morte gradativa do ponteiro e conseqüente morte da árvore (CARVALHO, 2003).

Essa espécie é comum na vegetação secundária: em clareiras, capoeirões e em matas degradadas, onde se constata regeneração acentuada. Às vezes, forma povoamentos quase puros. Deve ser plantada em plantio meso a pleno sol, associada com espécie de mesmo padrão de crescimento, para melhorar a forma ou para o tutoramento de espécies clímax; ou em vegetação matricial, em faixas abertas na vegetação secundária e plantada em linhas, onde tolera sombreamento leve na fase juvenil (CARVALHO, 2003). Neste sistema, verifica-se melhora acentuada da forma das árvores, já que a vegetação matricial funciona como estimulador do crescimento em altura, evitando a formação de ramificação lateral acentuada (Carvalho, 1982, citado por CARVALHO, 2003).

O crescimento e a sobrevivência em plantios é muito irregular. Todavia, seu crescimento é rápido, principalmente em diâmetro. Recomenda-se seu plantio para restauração de mata ciliar em locais sem inundação ou com inundações periódicas de rápida duração, e na recuperação de áreas de fertilidade química baixa. Esta espécie tem sido plantada em áreas em início de desertificação em Alegrete, RS (Souto, 1984, citado por CARVALHO, 2003).

A orelha-de-negro tolera solos compactados, sendo pouco exigente em fertilidade, ocorrendo em várias formações florestais. Em experimento instalado em Moreira Sales – PR, sobre formação Arenito Caiuá, com altitude próxima a 442 metros, sob espaçamento de 2 x 2 metros, Kasseboehmer et al. (2003) observaram que o diâmetro de colo,

a altura e a porcentagem de sobrevivência, obtidas aos 14 meses após o plantio das mudas no campo, apresentou maiores resultados médios de diâmetro, altura e sobrevivência, quando sob competição com *Paspalum notatum* (32,00 mm  $\pm$  11,40, 125,32 cm  $\pm$  48,15 e 80%, respectivamente), do que quando sob competição com *Brachiaria brizantha* (20,35 mm  $\pm$  10,10; 71,35 cm  $\pm$  46,28 e 38% de sobrevivência, respectivamente).

#### **3.4.6. *Enterolobium gummiferum* (Mart.) Macbride (Tamboril-do-cerrado)**

Pertencente à família Leguminosae (Mimosoideae), é conhecido como tamboril-do-cerrado, favela-branca. Atinge altura de 4 a 6 m, possui copa arredondada, com tronco tortuoso e curto, com casca suberosa e profundamente fissurada, de 15-25 cm de diâmetro. Possui madeira moderadamente pesada (densidade de 0,61 g cm<sup>-3</sup>), dura, com textura grossa, de boa resistência e medianamente durável. A madeira é indicada para obras internas em construção civil, marcenaria leve, confecção de esquadrias, cabo de ferramentas, engradados, bem como para lenha e carvão. A goma resina da casca tem poder adesivo como a goma arábica. A casca contém tanino e é empregada na indústria de curtume (LORENZI, 1998).

É planta heliófita, xerófila, climax, característica exclusiva dos Cerrados e Campos Cerrados. Ocorre preferencialmente em formações primárias de terrenos bem drenados de média fertilidade. Em terrenos muito fracos, como Campo Cerrado, pode se apresentar como simples arbusto (LORENZI, 1998).

#### **3.5.7. *Eugenia dysenterica* Mart. ex DC. (Cagaita)**

Da família Myrtaceae, a cagaita ou cagaiteira como é conhecida popularmente, possui ocorrência no Cerradão mesotrófico e distrófico, Cerrado sentido restrito e Ralo. Árvore hermafrodita de até 10 m de altura, é melífera e também ornamental. Quando em floração oferece um bonito visual, uma vez que na época seca a folhagem que cai é substituída pelas folhas novas avermelhadas e pelas flores alvas que são abundantes e perfumadas (ALMEIDA et al., 1998).

A cagaita atinge 4 a 8 m de altura, com tronco tortuoso e cilíndrico, de 25-35 cm de diâmetro, com casca grossa, suberosa e profundamente sulcada nos sentidos vertical e horizontal. Sua madeira é pesada (densidade 0,82 g cm<sup>-3</sup>), dura, com textura fina a média, pouco resistente e moderadamente durável podendo ser empregada em pequenas obras de construção civil, móveis rústicos, estrados, mourões e estacas, bem como lenha e carvão. É planta decídua, heliófita, seletiva, xerófita, secundária e seu desenvolvimento a campo é considerado lento (LORENZI, 1998).

O uso alimentar da cagaita é bastante difundido na região do Cerrado, sendo consumida ao natural, devendo ser apenas tomadas algumas precauções em relação à quantidade ingerida, porque pode tornar-se laxante, principalmente quando fermentadas ao sol (ALMEIDA et al., 1998).

Nos levantamentos fitossociológicos foi constatada baixa densidade dessa espécie tanto em Cerradão distrófico como Cerrado sentido restrito do Distrito Federal, com cerca de 4 indivíduos ha<sup>-1</sup> (RIBEIRO et al., 1985), porém muito alta no Cerrado de Paraopeba, MG, com 110 indivíduos ha<sup>-1</sup> (SILVA JÚNIOR, 1984).

Oliveira Jr. (1997), estudando os solos da região sudeste de Goiás, na área de ocorrência da cagaita, encontrou os seguintes valores nas camadas de 0-20 e 0-40 cm, respectivamente: MO g kg<sup>-1</sup> (29,6; 25,7); P mg kg<sup>-1</sup> (1,33; 0,70); K mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> (69,64; 61,10); Ca mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> (0,51; 0,42); Mg mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> (0,23; 0,21); pH em água (4,92; 5,00); Cu mg dm<sup>-3</sup> (1,98; 2,23); Fe mg dm<sup>-3</sup> (40,5; 34,6); Mn mg dm<sup>-3</sup> (10,6; 7,5); Zn mg dm<sup>-3</sup> (1,97; 1,99); Areia g kg<sup>-1</sup> (518; 520); Silte g kg<sup>-1</sup> (114; 102); Argila g kg<sup>-1</sup> (368; 378). Foram encontrados também os seguintes teores médios de nutrientes nas folhas, em g kg<sup>-1</sup>: N - 18,2; P - 0,94; K - 4,8; Ca - 8,0; Mg - 2,5; S - 1,2, e em mg kg<sup>-1</sup>: Na - 185; Cu - 6,14; Fe - 89,5; Mn - 448; Zn - 17,8.

#### **3.4.8. *Inga vera* Wild. ssp *affinis* (Ingá)**

De acordo com Mendonça et al. (1998), *Inga vera* Wild. ssp *affinis* encontra a sinonímia de *Inga uruguensis* (Hook. & Arnot). Este é descrito por Lorenzi (1992) como planta que atinge altura de 5 a 10 metros, com tronco de 20-30 cm de diâmetro. Madeira moderadamente pesada, pouco resistente, de baixa durabilidade natural, é empregada para caixotaria, obras internas, confecção de brinquedos, lápis, etc. As flores são melíferas. Produz

anualmente grande quantidade de frutos comestíveis muito procurados por animais. Como planta pioneira adaptada a solos úmidos, é ótima para plantios mistos em áreas de matas ciliares degradadas.

Da família Leguminosae- Mimosoideae, o ingá, como é conhecido popularmente, possui crescimento rápido em condições de campo, alcançando facilmente 3 m aos 2 anos. É planta semidecídua, heliófita, pioneira, seletiva higrófila, característica de planícies aluviais e beira de rios. Apresenta nítida preferência por solos bastante úmidos e até brejosos, ocorrendo quase que exclusivamente em formações secundárias (capoeiras e capoeirões) (LORENZI, 1992).

#### **3.4.9. *Plathymenia reticulata* Benth. (Vinhático)**

Da família Leguminosae (Mimosoideae), de nomes populares vinhático e candeia, ocorre no Cerrado e Campo Cerrado e atinge até 10 m de altura (ALMEIDA et al., 1998). É planta ornamental (PEREIRA, 1982), utilizada em artesanato regional, sendo que em Brasília-DF os frutos compõem arranjos denominados “flores do planalto”. Fornece madeira excelente para marcenaria, sendo apreciada pela coloração amarela com veios escuros para a construção civil e naval, mobiliário fino, forros, tábua para assoalho, tacos e portas (Corrêa, 1978, citado por ALMEIDA et al., 1998).

Com tronco de 30 a 50 cm de diâmetro, sua madeira é leve (densidade de  $0,55 \text{ g cm}^{-3}$ ), dura e fácil de trabalhar, de alta resistência a organismos xilófagos. É planta decídua, heliófita, xerófila, característica de formações abertas do Cerrado e de transição para a floresta semidecídua. Ocorre preferencialmente em terras altas de fácil drenagem (solos arenosos), tanto em formações primárias como secundárias. (LORENZI, 1992).

O desenvolvimento das plantas no campo é lento, dificilmente ultrapassando 2,5 m aos dois anos (LORENZI, 1992). Em Casa Branca-SP, aos oito anos alcançou 4,4 m de altura e 7,0 cm de DAP (TOLEDO FILHO, 1988).

Nas folhas em condições de Cerrado foi encontrada a seguinte concentração de elementos: N ( $21 \text{ g kg}^{-1}$ ), K ( $4 \text{ g kg}^{-1}$ ) e Ca, P e Mg ( $1 \text{ g kg}^{-1}$ ) (Oliveira e Machado, 1982, citados por ALMEIDA et al., 1998).

### 3.4.10. *Schinus terebinthifolius* (Raddi) (Aroeirinha)

Essa planta da família Anacardiaceae atinge 5 a 10 m de altura, com tronco revestido de casca grossa de 30-60 cm de diâmetro. É popularmente conhecida pelos nomes de aroeirinha, aroeira-mansa, aroeira-vermelha e aroeira-pimenteira. Ocorre de Pernambuco até Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul em várias formações vegetais (LORENZI, 1992). Os habitats da espécie são Floresta Ombrófila Densa e Mista, Floresta Estacional Semidecidual e Decidual, Sertão, Cerrado e Restinga (CARVALHO, 1994). Espécie comum na vegetação secundária, nos estádios de capoeirinha, capoeira, capoeirão e floresta secundária (CARVALHO, 2003).

Possui madeira moderadamente pesada, mole, bastante resistente e de grande durabilidade. A madeira é utilizada para mourões, esteios, lenha e carvão. A árvore é muito ornamental, principalmente no período em que os frutos persistem na planta. É uma das espécies mais procuradas pela avifauna, sendo amplamente disseminada por pássaros, o que explica sua boa regeneração natural (LORENZI, 1992).

*Schinus terebinthifolius* ocorre em diversos tipos de solos, de baixa fertilidade química a férteis, solos úmidos ou secos, arenosos ou argilosos. Requer solos com drenagem boa a regular e suporta inundação e encharcamento. Em plantios experimentais tem crescido melhor em solos de fertilidade que varia de média a alta, com propriedades físicas adequadas, como bem drenados de textura argilosa e areno-argilosa (CARVALHO, 2003). A espécie é recomendada para recuperação de solos pouco férteis (como rasos, rochosos, hidromórficos ou salinos), devido ao seu carácter de rusticidade, pioneirismo e agressividade (Carvalho, 1988, citado por CARVALHO, 2003). Em restauração de mata ciliar, pode ser utilizada em áreas com inundações periódicas de curta duração e períodos de encharcamento moderado (SALVADOR e OLIVEIRA, 1989; DURIGAN e NOGUEIRA, 1990).

É planta perenifólia, heliófita e pioneira, comum na beira de rios, córregos e em várzeas úmidas de formações secundárias; contudo, cresce também em terrenos secos e pobres. As mudas desenvolvem-se rapidamente, o mesmo ocorrendo com as plantas no campo, que podem ultrapassar 4,5 m aos 2 anos. A aroeirinha é considerada espécie de grande potencial para a recuperação de áreas degradadas por apresentar carácter pioneiro e agressivo (CARPANEZZI et al., 1990; LORENZI, 1992).

*Schinus terebinthifolius* em experimento instalado em Moreira Sales – PR (formação Arenito Caiuá, altitude próxima a 442 metros e sob espaçamento de 2 x 2 metros), em competição com *Paspalum notatum* e *Brachiaria brizantha*, apresentou aos 14 meses após o plantio das mudas no campo, maiores resultados médios de diâmetro, altura e sobrevivência, quando sob competição com *Paspalum notatum* (11,98±7,23 mm e 76,37±46,26 cm e 100%, respectivamente) do que quando sob competição com *Brachiaria brizantha* (6,78±3,55 mm e 30,06±14,74 cm e 57%, respectivamente) (KNAPIK et al., 2003).

Para Lima et al. (1997), a aroeirinha não apresentou resposta no crescimento em altura com a omissão de K; entretanto, teve reduzido seu crescimento em diâmetro de copa e de base. Quanto ao N e ao P, estes afetaram todos os parâmetros de crescimento (altura, diâmetro de base e de copa), aos oito meses. Aos 16 meses após o plantio, todos os parâmetros foram afetados pela omissão tanto de N e P como de K, sendo que no tratamento completo (20g de N; 40 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 30 g de K<sub>2</sub>O), a aroeirinha alcançou 110 cm de altura, diâmetro de copa de 110 cm e diâmetro de base de 2,9 cm. Aos 18 meses alcançou altura de 159 cm, diâmetro de copa de 144 cm e diâmetro de base de 3,6 cm.

#### **3.4.11. *Tapirira guianensis* Aubl. (Pau-pombo)**

Da família Anarcadiaceae, conhecida como pau-pombo ou pombeiro, ocorre no Cerradão distrófico e Mata de Galeria. É uma árvore dióica medindo 8-14 metros, com tronco curto de 40-60 cm de diâmetro, melífera. A folhagem densa durante todo o ano e a copa uniforme e arredondada conferem a essa planta valor ornamental. A madeira avermelhada é leve, com densidade de 0,51 g cm<sup>-3</sup>, macia, fácil de trabalhar, utilizada na confecção de brinquedos, compensados, embalagens e caixotaria, saltos para calçados e cabos de vassoura (LORENZI, 1992).

Árvore perenifólia, pioneira, heliófita, característica da floresta ombrófila de planície. É também encontrada em formações secundárias de solos úmidos como os de várzeas e beira de rios. Embora possa ser encontrada amplamente também em ambientes secos de encostas, é na várzea úmida que apresenta seu maior desenvolvimento. Possui crescimento rápido em condições de campo.

Foram encontrados as seguintes concentrações foliares médias em espécies arbóreas de Matas de Galeria, em diferentes épocas do ano e locais: córrego do Gama; córrego Olho d'água da Onça e córrego Monjolo, respectivamente em  $\text{g kg}^{-1}$ : N (15,6; 13,4; 16,7); P (1,5; 1,2; 0,8); K (7,0; 4,9; 7,8); Ca (8,1; 10,4; 4,3); Mg (2,7; 2,7; 2,4); e em  $\text{mg kg}^{-1}$  : Fe (101; 101; 119); Mn (78,54; 221; 55,7); Zn (19,3; 22,5; 18,7); Cu (19,6; 13,3; 19,9); Al (233; 198; 246). Os teores de nutrientes nas folhas das espécies das comunidades de Matas de Galeria, de modo geral, variaram com a disponibilidade desses nutrientes no solo e na serapilheira. Esse padrão é bem exemplificado pela espécie *Tapirira guianensis*, a única espécie situada em todas as matas (GÓES JÚNIOR, 1996).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Localização e caracterização da área experimental**

Os experimentos foram conduzidos em propriedade particular no município de Planaltina de Goiás- DF, implantados em dois locais: Cerrado Denso e no entorno de uma Mata de Galeria. Na área de Cerrado Denso, o solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, a uma altitude de 924 m, com as coordenadas geográficas S 15° 33' 177" e W 47° 39' 671", e no experimento denominado Mata de Galeria, em solo classificado como PLINTOSSOLO, na altitude de 918 m, com as seguintes coordenadas geográficas S 15° 32' 966" e W 47° 39' 614".

O clima da região é do tipo tropical Aw (tropical de savana) de acordo com a classificação de Köpen. Predomina marcada alternância de estação seca e fresca (abril a setembro) e outra estação chuvosa e quente (outubro a maio). A precipitação média anual varia em torno de 1600 mm; dessa média, cerca de 75% precipita no período de novembro a janeiro. A temperatura média anual varia entre 18 a 20°C. O período de setembro a outubro é o mais quente (temperatura média entre 20 e 22°C), enquanto julho corresponde ao mês mais frio, com médias entre 16 e 18°C. A umidade relativa do ar varia de 70 a 85% no verão e parte da primavera, e decresce para aproximadamente 50 a 65% durante o inverno, quando valores menores que 20% podem ser registrados. A evapotranspiração anual varia de 1700 a 1800 mm e sempre resulta em déficits hídricos (SILVA JÚNIOR et al. 1998).

As características químicas e físicas do solo antes e após a aplicação dos tratamentos, nas duas áreas experimentais, estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2. As análises foram realizadas com base nos métodos de Vettori (1969), com modificações realizadas pela Embrapa (1979): pH= em água, relação 1:2,5; Ca, Mg e Al extraídos por KCl 1N; K, Na e P extraídos com Mehlich 1; carbono pelo método de Walkley e Black.

O solo, antes da aplicação dos tratamentos, foi coletado na profundidade de 0-20 cm. Após a aplicação dos tratamentos, a amostragem foi feita na cova na profundidade de 0-40 cm.

**Tabela 1.** Classificação, composição química e granulométrica do solo da área experimental no Cerrado Denso, antes e após a aplicação dos tratamentos.

Cerrado Denso										
Classificação LATOSSOLO VERMELHO AMARELO*										
Características	Antes	Após aplicação dos tratamentos								
		Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )				Dose de P (kg ha <sup>-1</sup> )				
		0	10	20	40	0	10	20	40	
<b>PH</b> (água)	6,3	6,0	6,1	6,0	5,8	5,9	6,1	6,1	5,9	
<b>P</b> (mg dm <sup>-3</sup> )	0,5	26	25	24	23	3	18	28	55	
<b>Ca+Mg</b> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,7	4,2	3,9	3,7	3,4	3,6	4,4	3,7	3,8	
<b>Ca</b> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,4	3,4	3,2	3,0	2,8	2,9	3,6	3,0	3,1	
<b>Mg</b> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,3	0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,7	
<b>K</b> (mg dm <sup>-3</sup> )	19,5	31	31	28	22	21	22	26	30	
<b>Al</b> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0	0,02	0,01	0,04	0,06	0,01	0,03	0,04	0,00	
<b>Na</b> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>B</b> (mg dm <sup>-3</sup> )	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Cu</b> (mg dm <sup>-3</sup> )	0,27	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Fe</b> (mg dm <sup>-3</sup> )	46,5	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Mn</b> (mg dm <sup>-3</sup> )	10,9	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Zn</b> (mg dm <sup>-3</sup> )	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>SB</b> (mg dm <sup>-3</sup> )	14,9	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>H+Al</b> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,7	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>CTC</b> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>M</b> (%)	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>V</b> (%)	50	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>C</b> (g kg <sup>-1</sup> )	20,2	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>MO</b> (g kg <sup>-1</sup> )	34,7	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Areia</b> (g kg <sup>-1</sup> )	425	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Silte</b> (g kg <sup>-1</sup> )	225	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Argila</b> (g kg <sup>-1</sup> )	350	-	-	-	-	-	-	-	-	

(\*) Caderneta de Munsell<sup>©</sup>.

**Tabela 2.** Classificação, composição química e granulométrica do solo da área experimental na Mata de Galeria, antes e após a aplicação dos tratamentos.

Mata de Galeria									
Classificação PLINTOSSOLO*									
Características	Antes	Após aplicação dos tratamentos							
		Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )				Dose de P (kg ha <sup>-1</sup> )			
		0	10	20	40	0	10	20	40
<b>pH</b> (água)	6,6	6,0	6,2	6,0	5,9	6,0	6,0	6,0	6,0
<b>P</b> (mg dm <sup>-3</sup> )	2,7	30	34	38	34	10	24	40	77
<b>Ca+Mg</b> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,4	3,9	4,0	3,8	3,3	3,7	3,4	3,8	3,7
<b>Ca</b> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,8	2,6	2,4	2,5	2,1	2,1	2,0	2,5	2,1
<b>Mg</b> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,6	1,3	1,6	1,3	1,2	1,6	1,4	1,3	1,6
<b>K</b> (mg dm <sup>-3</sup> )	39	93	94	85	71	85	82	67	92
<b>Al</b> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0	0,02	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,04
<b>Na</b> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>B</b> (mg dm <sup>-3</sup> )	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cu</b> (mg dm <sup>-3</sup> )	0,83	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Fe</b> (mg dm <sup>-3</sup> )	36,6	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Mn</b> (mg dm <sup>-3</sup> )	20,2	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Zn</b> (mg dm <sup>-3</sup> )	5,64	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>SB</b> (mg dm <sup>-3</sup> )	11,9	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>H+Al</b> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,2	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>CTC</b> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>M</b> (%)	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>V</b> (%)	58	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>C</b> (g kg <sup>-1</sup> )	19,3	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>MO</b> (g kg <sup>-1</sup> )	33,2	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Areia</b> (g kg <sup>-1</sup> )	350	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Silte</b> (g kg <sup>-1</sup> )	250	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Argila</b> (g kg <sup>-1</sup> )	400	-	-	-	-	-	-	-	-

(\*) Caderneta de Munssell<sup>©</sup>.

#### 4.2. Histórico da área

As áreas experimentais estavam há 4 anos sendo manejadas pelo produtor rural com pastagem de *Brachiaria decumbens*. Antes disso, haviam sido cultivadas durante 5 anos com lavouras de milho e feijão para as quais receberam calagem e adubação mineral. Há um ano estavam separadas para adequação da propriedade às exigências legais de recomposição da reserva legal e da reserva permanente. Quando o produtor procurou a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Cerrados (EMBRAPA Cerrados), no

município de Planaltina- DF, para obter orientações técnicas para a recuperação da vegetação nativa dessas áreas, abriu-se a possibilidade de implantação deste projeto.

Para implantação dos experimentos, preparou-se as áreas apenas com roçada do extrato graminóide. Em seguida abriram-se covas com perfuratriz acoplada ao trator, aumentadas com cavadeiras manuais para atingir as seguintes dimensões: 40x40x40 cm (0,064 m<sup>3</sup> de solo). As mudas em sacos plásticos e/ou tubetes foram produzidas no viveiro da EMBRAPA Cerrados.

#### 4.3. Delineamento experimental e tratamentos

O trabalho foi conduzido com 4 experimentos: 1) Doses de nitrogênio em Cerrado Denso; 2) Doses de nitrogênio em Mata de Galeria; 3) Doses de fósforo em Cerrado Denso e 4) Doses de fósforo em Mata de Galeria.

Com a finalidade de evitar possíveis deficiências e limitações ao desenvolvimento inicial das plantas, foi feita uma adubação de base composta de micronutrientes, gesso agrícola e potássio. O gesso foi utilizado para propiciar a movimentação de cátions para a subsuperfície, com vistas à aumentar os teores de cálcio e magnésio, acarretando redução no teor de alumínio tóxico (SOUZA e LOBATO, 2002). Nos experimentos com doses de nitrogênio, usou-se também o fósforo como base e para os experimentos com doses de fósforo, usou-se o nitrogênio como base. As doses foram calculadas de acordo com as recomendações de SILVA et al. (2001) (Tabela 3), e estão mostradas na Tabela 4.

**Tabela 3.** Sugestões de adubação de cova para espécies nativas do Cerrado.

Fertilizantes e corretivos	Quantidade aplicada por cova de 64 l
Calcário dolomítico (100% PRNT) <sup>1</sup>	64 g
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	32 g
K <sub>2</sub> O	6 g
Boro	32 mg
Cobre	32 mg
Manganês	64 mg
Molibdênio	3,2 mg
Zinco	128 mg

(<sup>1</sup>) PRNT = Poder Relativo de Neutralização Total. Fonte: SILVA et al. (2001), adaptado.

**Tabela 4.** Adubação de base (quantidade e fonte) utilizada nos experimentos em solo de Cerrado Denso e Mata de Galeria.

Adubo		Cerrado Denso	Mata de Galeria
		Quantidade	
FTE BR12	(kg ha <sup>-1</sup> )	5,0	5,0
	(g cova <sup>-1</sup> )	8,0	3,1
Potássio	K <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> )	3,8	3,8
	K <sub>2</sub> O (g cova <sup>-1</sup> )	6,0	2,4
	KCl (g cova <sup>-1</sup> )	10,5	4,1
Gesso agrícola (CaSO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O)	(kg ha <sup>-1</sup> )	50,0	50,0
	(g cova <sup>-1</sup> )	80,0	31,0

As doses dos adubos, calculadas em kg ha<sup>-1</sup>, foram divididas pelo número de covas possíveis por ha nas áreas, em função do espaçamento.

Para a área de Cerrado Denso adotou-se o espaçamento de 4 m entre linhas e 4 m entre covas na linha, e portanto, foram abertas 625 covas ha<sup>-1</sup>. No entorno da Mata de Galeria foi adotado o espaçamento de 2,5 x 2,5 m, sendo abertas 1600 covas ha<sup>-1</sup>. O espaçamento diferenciado foi adotado com base nos valores de densidade natural dos indivíduos lenhosos encontrados em levantamentos florísticos nessas fitofisionomias (DURIGAN, 2003).

O fósforo (Tabela 5) e a adubação de base foram aplicados em dose única por ocasião do plantio, da seguinte forma: misturados ao solo retirado na abertura da cova, e retornado para preenchimento e fechamento da mesma após a colocação da muda.

**Tabela 5.** Dose de fósforo (P), quantidade e fonte utilizada nos experimentos em solo de Cerrado Denso e de Mata de Galeria.

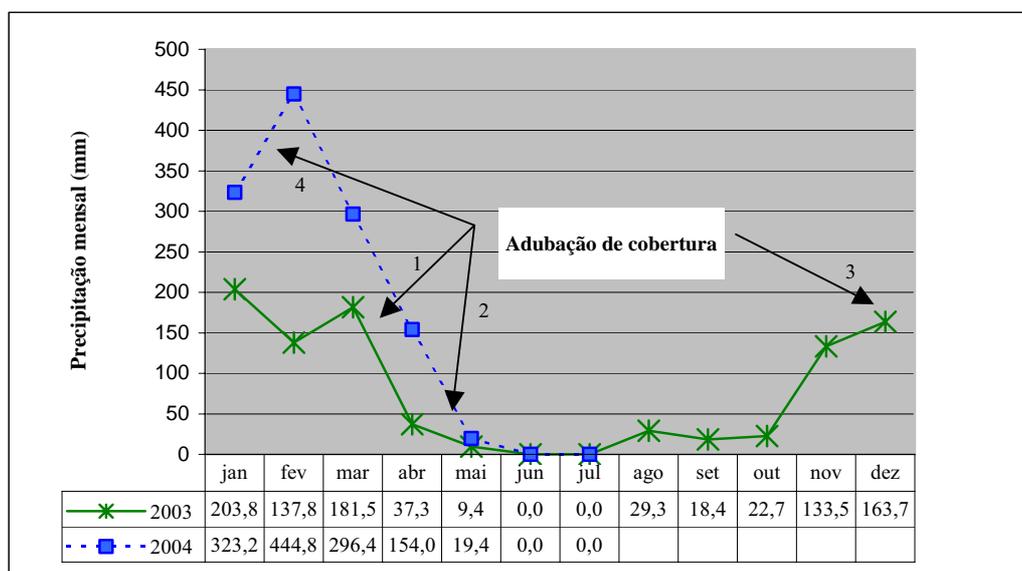
Local	Fonte	Tratamentos			
		P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
Cerrado Denso	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	0,0	10,0	20,0	40,0
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g cova <sup>-1</sup> )	0,0	16,0	32,0	64,0
	Superfosfato triplo (g cova <sup>-1</sup> )	0,0	40,0	80,0	160,0
Mata de Galeria	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	0,0	10,0	20,0	40,0
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g cova <sup>-1</sup> )	0,0	6,25	12,5	25,0
	Superfosfato triplo (g cova <sup>-1</sup> )	0,0	15,6	31,3	62,5

O nitrogênio, na forma de uréia, contou com 0 a 4 coberturas aos 30, 75, 300 e 330 dias após plantio, de acordo com as doses utilizadas. As adubações de cobertura

foram escalonadas nas duas estações chuvosas ocorridas durante o período experimental de 12 meses, e foram aplicadas na forma de filetes contínuos ao redor da projeção da copa, num raio de 15 cm ao redor da muda (Tabela 6 e Figura 6).

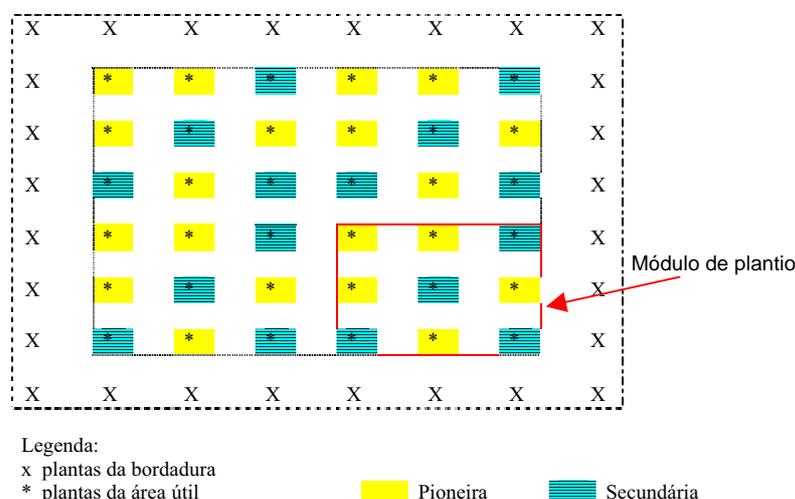
**Tabela 6.** Dose de nitrogênio (N), quantidade e fonte utilizada nos experimentos em solo de Cerrado Denso e de Mata de Galeria.

Local	Fonte	Tratamentos			
		N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>
Cerrado Denso	N (kg ha <sup>-1</sup> )	0,0	10,0	20,0	40,0
	N (g cova <sup>-1</sup> )	0,0	16,0	32,0	64,0
	Uréia (g cova <sup>-1</sup> )	0,0	35,6	71,1	142,0
	Nº de cobert. x quant. aplicada (g cova <sup>-1</sup> )	0 x 35,6	1 x 35,6	2 x 35,6	4 x 35,6
Mata de Galeria	N (kg ha <sup>-1</sup> )	0,0	10,0	20,0	40,0
	N (g cova <sup>-1</sup> )	0,0	6,25	12,5	25,0
	Uréia (g cova <sup>-1</sup> )	0,0	13,9	27,8	55,6
	Nº de cobert. x quant. aplicada (g cova <sup>-1</sup> )	0 x 13,9	1 x 13,9	2 x 13,9	4 x 13,9



**Figura 6.** Dados de precipitação mensal e indicação da época de aplicação da cobertura com nitrogênio.

Cada experimento contou com 12 parcelas (4 doses x 3 repetições em blocos ao acaso). Cada parcela foi formada por um módulo com 9 espécies, repetido 4 vezes, somando 36 plantas úteis, com uma bordadura simples (Figura 7).



**Figura 7.** Parcela experimental indicando o módulo de plantio, a área útil e a bordadura.

Na Tabela 7 encontram-se as espécies utilizadas nos experimentos, a classificação quanto ao estágio sucessional e o ambiente de ocorrência.

**Tabela 7.** Espécies utilizadas no experimento.

Nome científico - Nome comum	Família	Estágio Sucessional	Ambiente
<i>Amburana cearensis</i> (Fr. All.) A.C. Smith (amburana)	Papilionoideae	S <sup>2</sup> , P <sup>5</sup>	Msd <sup>9</sup>
<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg (angico-do-cerrado)	Mimosoideae	P <sup>1,6</sup>	Mt <sup>9</sup> , C <sup>6</sup> , Mg <sup>1</sup>
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott (gonçalo-alves)	Anarcadiaceae	P <sup>2</sup>	Mg <sup>7</sup> , C <sup>9</sup>
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. (óleo-de-copaíba)	Caesalpinoideae	S <sup>1</sup> , St <sup>6</sup>	C <sup>6,9</sup> , Mg <sup>1,6,7,9</sup>
<i>Enterolobium contortisiliquium</i> (Vell.) Morong. (orelha-de-negro)	Mimosoideae	S <sup>1,4</sup> , Si <sup>6</sup>	Mg <sup>1,6,9</sup>
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) MacBryde (tamboril-do-cerrado)	Mimosoideae	S <sup>2</sup>	C <sup>9</sup>
<i>Eugenia dysenterica</i> DC. (cagaita)	Myrtaceae	S <sup>2</sup>	C <sup>8,9</sup>
<i>Ingá vera</i> Wild. ssp. <i>affinis</i> (DC.) T.D. Penn (sinonímia)	Mimosoideae	P <sup>1</sup>	Mg <sup>1,7,9</sup>
<i>Inga uruguensis</i> Hook. et Arn. (ingá)	Mimosoideae	P <sup>2</sup>	Mg <sup>7</sup> , C <sup>9</sup>
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth. (vinhático)	Anacardiaceae	P <sup>1,4,6</sup>	Cap <sup>6</sup> , Mg <sup>1</sup> , Ce <sup>9</sup> , Mt <sup>9</sup>
<i>Schinus terebinthifolius</i> (Raddi) (aroeirinha)	Anacardiaceae	P <sup>1,3</sup>	C <sup>6,9</sup> , Mg <sup>1,6,7,9</sup>
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl. (pau-pombo)	Anacardiaceae		
<i>Ficus</i> sp* (gameleira)	Moraceae		
<i>Platypodium elegans</i> Vog.* (amendoim bravo)	Papilionoideae		

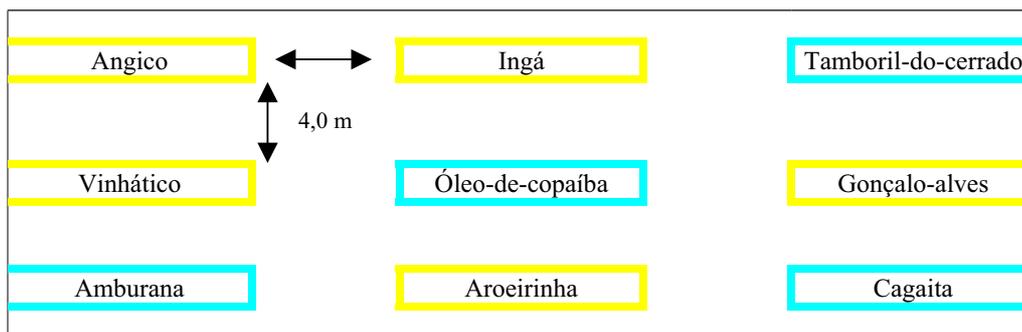
Legenda: P = Pioneira; S = Secundária; Si = Secundária inicial; St = Secundária tardia; C = Cerrado;

Ce = Cerradão; Mg = Mata de Galeria ou Ciliar; Cap = Capoeira; Mt = Mata; Msd = Mata Seca Decídua.

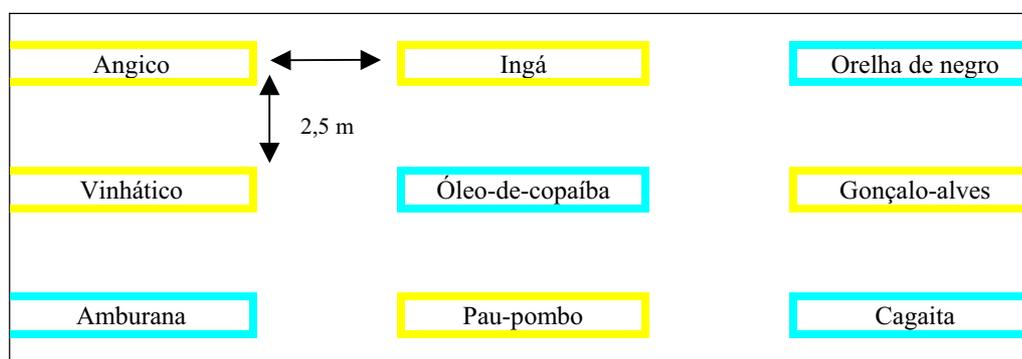
Autor: 1. BARBOSA (1999); 2. LORENZI (1992); 3. DAVIDE (1994); 4. BARBOSA (2001); 5. CARVALHO (1994); 6. CRESTANA et al. (1993); 7. SILVA JÚNIOR et al. (1998); 8. SILVA et al. (2001); 9. MENDONÇA et al. (1998).

(\*) Espécies utilizadas como bordadura.

A Figura 8 mostra o detalhe do módulo experimental, repetido 4 vezes dentro de cada parcela, o espaçamento e as espécies utilizadas na área de Cerrado Denso, e a Figura 9 para a área de Mata de Galeria.



**Figura 8.** Composição do módulo experimental para a área de Cerrado Denso, indicando as espécies utilizadas.



**Figura 9.** Composição do módulo experimental para a área de Mata de Galeria, indicando as espécies utilizadas.

#### 4.4. Manejo da área

Devido a uma questão operacional para implantação do experimento, o preparo das áreas com roçada, abertura e coroamento das covas iniciou-se em janeiro e o plantio foi realizado em fevereiro de 2003. O manejo subsequente das áreas experimentais consistiu de coroamento manual, com cerca de 50 cm de diâmetro para cada cova, roçada mecânica nas entrelinhas, sempre que necessário e combate à formiga.

#### **4.5. Coleta de dados, preparo das amostras e análises químicas**

Foi avaliado o estado nutricional das plantas 12 meses após o plantio, através da análise da composição química foliar das espécies. Foram coletadas folhas recém-maduras do terço superior das copas das plantas, evitando-se colher folhas muito novas ou em processo de senescência. As folhas, incluindo os pecíolos, foram secas a 65 °C em estufa de ventilação forçada e moídas em moinho tipo Willey (peneira de 20 mesh). As análises químicas dos elementos (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Al e Na) contidos no material vegetal foram realizadas por digestão em solução de ácido perclórico e peróxido de hidrogênio na proporção de 2:1 (ADLER e WILCOX, 1985). O teor de N foi determinado por colorimetria (método Nessler), o K por fotômetro de chama e os demais elementos (P, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Al e Na) por espectrofotometria de emissão por plasma.

Aos 12 meses foi avaliada a sobrevivência das espécies e o diâmetro médio da copa, calculado pela média de duas medidas perpendiculares do diâmetro da copa. O diâmetro do colo foi medido com paquímetro digital, rente a superfície do solo. A medida inicial, tomada uma semana após o plantio, foi descontada das demais subsequentes, ou seja, obteve-se o incremento do diâmetro do colo aos 4, 8 e 12 meses após o plantio. Esse incremento representa o crescimento líquido das espécies, eliminando o fator tamanho inicial das mudas.

#### **4.6. Análise estatística**

A análise estatística foi feita utilizando o programa SISVAR (Universidade Federal de Lavras). As análises de variância foram feitas para cada estágio sucessional (espécies pioneiras e secundárias) e para cada nutriente (N e P). Para as variáveis tomadas em apenas uma época como a sobrevivência, diâmetro de copa e teor foliar, o esquema está mostrado na Tabela 8. Para a variável diâmetro do colo, avaliada em 3 épocas, a análise estatística foi efetuada como mostrado na Tabela 9. Para comparação do diâmetro do colo de espécies pioneiras x espécies secundárias, foi utilizado o esquema de análise mostrado na Tabela 10. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, e as doses por meio de análise de regressão para as variáveis diâmetro do colo e de copa.

**Tabela 8.** Esquema de análise de variância usada para comparar as variáveis sobrevivência, diâmetro de copa e teor foliar em solo de Cerrado Denso ou de Mata de Galeria.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Fonte de variação	Graus de liberdade
Espécies pioneiras	4	Espécies secundárias	3
Dose	3	Dose	3
Espécies pioneiras x Dose	12	Espécies secundárias x Dose	9
Bloco	2	Bloco	2
Erro	38	Erro	30
Total	59	Total	47

**Tabela 9.** Esquema de análise de variância usada para comparar a variável incremento do diâmetro do colo em solo de Cerrado Denso ou de Mata de Galeria.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Fonte de variação	Graus de liberdade
Espécies pioneiras	4	Espécies secundárias	3
Dose	3	Dose	3
Bloco	2	Bloco	2
Espécies pioneiras x Dose	12	Espécies secundárias x Dose	9
Erro 1	24	Erro 1	18
Época	2	Época	2
Época x Espécies pioneiras	8	Época x Espécies secundárias	6
Época x Dose	6	Época x Dose	6
Época x Espécies pioneiras x Dose	24	Época x Espécies secundárias x Dose	18
Erro 2	94	Erro 2	76
Total	179	Total	143

**Tabela 10.** Esquema de análise de variância usada para comparar o diâmetro do colo de espécies pioneiras x espécies secundárias (sucessão) em solo de Cerrado Denso ou de Mata de Galeria.

Fonte de variação	Graus de liberdade
Sucessão	1
Dose	3
Sucessão x Dose	3
Bloco	2
Erro 1	6
Época	2
Época x Sucessão	2
Época x Dose	6
Época x Sucessão x Dose	6
Erro 2	292
Total	323

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Sobrevivência – Cerrado Denso

Neste estudo, foi considerada baixa sobrevivência  $\leq 60\%$  (CORRÊA e CARDOSO, 1998; DURIGAN e SILVEIRA, 1999; SOUZA, 2002), média de 61 a 80% e alta  $\geq 81\%$ .

A sobrevivência das espécies pioneiras não foi afetada pela aplicação de nitrogênio ou de fósforo no cerrado denso, evidenciado pela não significância das médias das doses e da interação espécie x dose. Entretanto, independente da adubação, as espécies diferiram entre si quanto a sobrevivência, de acordo com suas características individuais. A aroeirinha e o gonçalo-alves apresentaram alta sobrevivência, seguidos pelo angico com sobrevivência média. Já o vinhático e o ingá apresentaram baixa sobrevivência (Tabelas 11 e 12).

Souza (2002) relata média de 47% de sobrevivência aos 12 meses de idade em plantios de recuperação no entorno de Matas de Galeria no Distrito Federal. Independente dos tratos culturais dispensados às espécies apenas 10 das 29 espécies plantadas apresentaram sobrevivência superior a 60%. O angico (*Anadenanthera falcata*) alcançou 86%, enquanto que o ingá (*Inga vera*) apenas 9%.

Geralmente, a sobrevivência em plantios de recuperação é baixa e o ritmo de crescimento das espécies muito lento (DURIGAN e SILVEIRA, 1999). As principais

causas da mortalidade e do pouco desenvolvimento de mudas em plantios de áreas degradadas são o estresse hídrico, a competição com ervas invasoras, o ataque de formigas, além de danos físicos, doenças, pragas, competição e características intrínsecas das espécies (CORRÊA e CARDOSO, 1998).

**Tabela 11.** Sobrevivência de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).

Espécie x Dose <sup>(2) NS</sup>	Sobrevivência (%)				Média das espécies <sup>(1)*</sup>
	Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Angico-do-cerrado	58,25	58,25	66,75	66,75	62,50bc
Aroeirinha	91,75	75,00	100,00	91,75	89,50a
Gonçalo-alves	91,75	91,75	83,25	75,00	85,50ab
Ingá	41,75	41,75	25,00	33,25	35,50d
Vinhático	33,25	58,25	66,75	66,75	56,25cd
<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	63,25	65,00	68,25	66,75	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey, ao nível de 0,05 de significância.

**Tabela 12.** Sobrevivência de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P).

Espécie x Dose <sup>(2) NS</sup>	Sobrevivência (%)				Média das espécies <sup>(1)*</sup>
	Dose de P (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Angico-do-cerrado	50,00	58,25	66,75	66,75	60,25b
Aroeirinha	91,75	100,00	100,00	91,75	95,75a
Gonçalo-alves	83,25	75,00	83,25	83,25	81,25ab
Ingá	50,00	33,25	25,00	25,00	33,25c
Vinhático	41,75	58,25	66,75	66,75	58,25b
<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	63,25	65,00	68,25	66,75	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

A baixa sobrevivência do ingá (35,50 e 33,25%), adubado com N ou P, respectivamente, confirma a não adaptação desta espécie para plantio em áreas de solo de Cerrado.

Piña-Rodrigues et al. (1997), em plantio adensado de recuperação de áreas degradadas de encostas, consideraram que o *Inga edulis* apresentou alta mortalidade (53,33%), apesar do bom crescimento em altura, por ser uma espécie adaptada às condições de áreas mais úmidas, como Matas ciliares. Salvador (1987) considera os ingás (*Inga spp*) como espécies exclusivas ou predominantes de matas ciliares ou de várzea, ocorrendo em solos permanentemente muito úmidos, encharcados ou brejosos, sujeitos a inundações periódicas, sendo pouco freqüentes nas matas de terra firme.

A sobrevivência das espécies secundárias em solo de Cerrado Denso não foi afetada pela aplicação de doses de nitrogênio ou de fósforo. As espécies, independente das doses ou do adubo utilizado, não diferiram entre si, apresentando maior homogeneidade na sobrevivência do que o grupo das pioneiras (Tabelas 13 e 14).

Apesar de não significativa, a sobrevivência da cagaita e da amburana apresentou tendência de aumento na ausência de adubação nitrogenada, passando de 50 para 91,7 e 83,2%, respectivamente.

**Tabela 13.** Sobrevivência de espécies secundárias 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).

Espécie x Dose <sup>(2) NS</sup>	Sobrevivência (%)				Média das espécies <sup>(1) NS</sup>
	Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Cagaita	91,75	58,25	66,75	50,00	66,75
Óleo-de-copaíba	66,75	50,00	91,75	83,25	73,00
Amburana	83,25	66,75	58,25	50,00	64,50
Tamboril-do-cerrado	66,75	50,00	58,25	58,25	58,25
<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	77,00	56,25	68,75	60,25	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey, ao nível de 0,05 de significância.

Souza (2002) relatou sobrevivência entre 33 e 42% para óleo-de-copaíba (*Copaifera langsdorffii*) 1 ano após plantio de recuperação, em 3 áreas do Distrito Federal, menores do que as médias apresentadas neste estudo (73,0 e 70,7%), independente da adubação com N ou P, respectivamente.

**Tabela 14.** Sobrevivência de espécies secundárias 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P).

Espécie x Dose <sup>(2) NS</sup>	Sobrevivência (%)				Média das espécies <sup>(1) NS</sup>
	Dose de P (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Cagaita	75,00	50,00	66,75	75,00	66,75
Óleo-de-copaíba	75,00	58,25	91,75	58,25	70,75
Amburana	75,00	75,00	58,25	66,75	68,75
Tamboril-do-cerrado	50,00	41,75	58,25	66,75	54,25
<b>Média das doses <sup>(1) NS</sup></b>	68,75	56,25	68,75	66,75	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

## 5.2. Sobrevivência – Mata de Galeria

Do mesmo modo que na área sob Cerrado Denso, na Mata de Galeria a sobrevivência das plantas pioneiras não foi afetada pela aplicação de nitrogênio ou de fósforo, e as espécies diferiram entre si, independente das doses utilizadas (Tabelas 15 e 16).

**Tabela 15.** Sobrevivência de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).

Espécie x Dose <sup>(2) NS</sup>	Sobrevivência (%)				Média das espécies <sup>(1) *</sup>
	Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Angico-do-cerrado	50,00	50,00	66,75	66,75	58,25ab
Gonçalo-alves	83,25	66,75	66,75	100,00	79,25a
Ingá	66,75	50,00	58,25	66,75	60,25ab
Pau-pombo	33,25	25,00	58,25	33,25	37,50b
Vinhático	58,25	50,00	50,00	25,00	45,75b
<b>Média das doses <sup>(1) NS</sup></b>	58,25	48,25	60,00	58,25	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey, ao nível de 0,05 de significância.

Durigan e Silveira (1999), trabalhando em Mata Ciliar no domínio de Cerrado, relataram sobrevivência inferior a 80% para 17 espécies de mata e do cerrado, 9 anos

após o plantio, sendo que destas, 8 espécies apresentaram sobrevivência nula e apenas 4 superaram 50%.

Nos resultados aqui encontrados, o ingá apresentou sobrevivência média de 60,25% para adubação com N e de 68,75% para adubação com P, melhor do que na área de solo de Cerrado (35,50 e 33,20%, respectivamente).

**Tabela 16.** Sobrevivência de espécies pioneiras, 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P).

Espécie x Dose <sup>(2) NS</sup>	Sobrevivência (%)				Média das espécies <sup>(1) *</sup>
	Dose de P (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Angico-do-cerrado	50,00	75,00	66,75	58,25	62,25ab
Gonçalo-alves	91,75	91,75	66,75	83,25	83,25a
Ingá	50,00	75,00	83,25	66,75	68,75ab
Pau-pombo	50,00	50,00	58,25	25,00	45,75b
Vinhático	66,75	50,00	41,75	58,75	54,25b
<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	61,75	68,25	63,25	58,25	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey, ao nível de 0,05 de significância.

Apresentaram baixa sobrevivência o vinhático (45,75 e 54,25%) e o pau-pombo (37,50 e 45,75%) sob adubação com N e P, respectivamente. Souza (2002) relata sobrevivência do pau-pombo (*Tapirira guianensis*) entre 58 a 62% em três áreas. Entretanto, a sobrevivência tende a diminuir ainda mais com o passar do tempo nos plantios de recomposição de matas ciliares (DURIGAN e SILVEIRA, 1999).

Para as espécies secundárias, plantadas em solo de Mata de Galeria, a sobrevivência média das mudas não foi afetada pela adubação com fósforo. Mas as espécies diferiram entre si, segundo suas características individuais, independente da dose aplicada (Tabela 17). A orelha-de-negro, com baixa sobrevivência, apresentou o pior desempenho (43,75%). Souza (2002) relata sobrevivência bem mais alta para essa espécie (81% aos 12 meses), em três plantios de recuperação em Mata de Galeria, enquanto DURIGAN e SILVEIRA (1999) obtiveram aos 9 anos, sobrevivência de 16,7%.

**Tabela 17.** Sobrevivência de espécies secundárias 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P).

Espécie x Dose <sup>(2) NS</sup>	Sobrevivência (%)				Média das espécies <sup>(1) *</sup>
	Dose de P (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Cagaita	66,75	41,75	66,75	58,25	58,25ab
Óleo-de-copaíba	100,00	66,75	66,75	83,25	79,25a
Amburana	83,25	66,75	58,25	50,00	64,50ab
Orelha-de-negro	58,25	50,00	33,25	33,25	43,75b
<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	77,00	56,25	56,25	56,25	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey, ao nível de 0,05 de significância.

Apesar da influência não significativa dos tratamentos, observa-se pela média das doses, uma tendência de maior sobrevivência na ausência da adubação com fósforo. O teste de Tukey, utilizado para comparação das médias, nem sempre aponta as diferenças evidentes entre os tratamentos. Para Durigan e Silveira (1999), isto ocorre com freqüência em experimentos com espécies nativas, que apresentam altos coeficientes de variação.

Diversos autores (FERNANDES et al., 2000; RESENDE et al., 1999; RENÓ et al., 1997; ROCHA, 1995; DUBOC, 1994) relatam, em experimentos de casa de vegetação, efeitos característicos para cada espécie na relação raiz/parte aérea, em função da alteração da nutrição com fósforo. O crescimento relativo de raízes é favorecido em ambientes de deficiência, em especial de nitrogênio e fósforo (MARSCHNER et al., 1996), como reação biológica para aumentar a extração de nutrientes do solo (CLARKSON, 1985), apesar da flexibilidade deste ajuste ser menor em espécies adaptadas a ambientes de baixa fertilidade, ou ainda naquelas que apresentam crescimento mais lento (CHAPIN III, 1980).

A partição de fotoassimilados em espécies clímaxes acarretou um decréscimo do crescimento radicular e, conseqüentemente, maior acúmulo de matéria seca na parte aérea com o aumento da disponibilidade de P no solo (RESENDE et al., 1999), contrariando a hipótese de que espécies de crescimento lento possuam menor flexibilidade de ajuste raiz/parte aérea (CHAPIN III, 1980; CLARKSON, 1985).

Pode ter ocorrido alterações na relação raiz/parte aérea das espécies secundárias com a adubação fosfatada, afetando a absorção de água e influenciando na

sobrevivência. Durante o período experimental (ano de 2004), houve pequena precipitação pluviométrica (937 mm), abaixo da média histórica, somando 57,1 mm nos 5 meses mais críticos (maio a setembro), com ausência total de chuva nos meses de junho e julho, mostrado anteriormente na Figura 4. Soma-se a isso, o fato da implantação do experimento ter se dado no início de fevereiro, fora da época ideal de plantio. Para Corrêa e Cardoso (1998), a pronunciada estação seca na região do Distrito Federal limita o plantio de árvores aos meses de outubro a dezembro.

A aplicação de nitrogênio afetou a sobrevivência das espécies secundárias plantadas em solo de Mata de Galeria (Tabela 18). Não houve interação entre espécies e doses de nitrogênio. Entretanto, pode-se observar a tendência de melhor sobrevivência da cagaita na ausência de adubação com N.

**Tabela 18.** Sobrevivência de espécies secundárias 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).

Espécie x Dose <sup>(2) NS</sup>	Sobrevivência (%)				Média das espécies <sup>(1) *</sup>
	Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Cagaita	100,00	75,00	50,00	58,25	70,25a
Óleo-de-copaíba	91,75	91,75	66,75	91,75	85,50a
Amburana	91,75	83,25	58,25	83,25	79,25a
Orelha-de-negro	50,00	41,75	33,25	50,00	43,75b
<b>Média das doses <sup>(1) *</sup></b>	83,25a	73,00ab	52,00b	70,75ab	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey, ao nível de 0,05 de significância.

A cagaita e a amburana plantadas no solo de Cerrado Denso também apresentaram tendência de melhor sobrevivência na ausência de adubação nitrogenada. Para Silva Júnior (1984), a cagaita parece estar relacionada com solos de menor fertilidade, atingindo o mais alto Índice de Valor de Importância (IVI) nesses ambientes, provavelmente, por apresentar maior competição sob condições de menor disponibilidade de água e baixa fertilidade, podendo ser considerada uma indicadora de tais tipos de solo.

Por outro lado, Sano et al. (1995) estudando mudas de cagaita, observaram que o acúmulo de matéria seca foi sempre maior na raiz do que na folha e no caule

+ pecíolo. Até os primeiros 70 dias, a razão parte aérea/sistema radicular foi de aproximadamente 1; a partir daí, ocorreu uma maior alocação de biomassa para o sistema radicular variando a relação de 0,4 a 0,8, característica marcante de algumas espécies de Cerrado que, numa fase de seu crescimento inicial, investem relativamente mais energia no sistema radicular como estratégia de sobrevivência para atravessar os primeiros períodos secos após a emergência.

Também, para espécies de Mata de Galeria no domínio do Cerrado, apesar dos padrões de crescimento diferirem entre espécies, várias investem em crescimento radicular e diamétrico nos primeiros dois anos após a germinação, e só então crescem mais rapidamente em altura (FELFILI, 2000).

Assim como para o fósforo, também pode ter ocorrido alterações nas relações raiz/parte aérea das espécies secundárias, com relação ao aumento da disponibilidade de nitrogênio no solo de Mata de Galeria. Deste modo, na ausência da adubação nitrogenada, a não alteração no investimento em crescimento radicular pode ter favorecido a absorção de água e diminuído a mortalidade.

### **5.3. Diâmetro do colo e diâmetro de copa – Cerrado Denso**

#### **5.3.1. Espécies pioneiras**

Houve resposta à adubação nitrogenada em incremento do diâmetro do colo e diâmetro de copa (Tabelas 19 e 20). Para ambas variáveis houve interação significativa espécie x dose, indicando requerimentos diferenciados para o nitrogênio entre espécies pioneiras plantadas em solo de Cerrado Denso.

Como para a variável incremento do diâmetro do colo não houve ajuste de equação de regressão significativo para nenhuma das espécies, nem para média das doses, utilizou-se o teste de Tukey para comparar as médias no desdobramento da interação.

A aroeirinha, dentre as espécies pioneiras, apresentou o maior requerimento para o nitrogênio, com maior incremento do diâmetro do colo na dose de 40 kg ha<sup>-1</sup>. Já para o angico e para o vinhático a dose de 20 kg ha<sup>-1</sup> de N não diferiu de 40 kg ha<sup>-1</sup>, sendo superiores às demais doses. O angico, apesar do menor incremento do diâmetro do colo

em relação às demais espécies pioneiras, demonstrou que 20 kg ha<sup>-1</sup> de N foi capaz de aumentar o diâmetro do colo em 256% e o da copa em 187% em relação à ausência de adubação.

**Tabela 19.** Incremento do diâmetro do colo (mm) de espécies pioneiras, média de 3 avaliações (4, 8 e 12 meses após plantio), em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).

Espécie x Dose <sup>(2)</sup> *	Incremento do diâmetro do colo (mm)				Média das espécies <sup>(1)</sup> *
	Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Angico-do-cerrado *	0,94B	1,19B	2,41A	2,41A	1,74d
Gonçalo-alves *	1,30C	2,56AB	1,97B	3,18A	2,25c
Vinhático *	2,50B	2,01B	3,21A	3,81A	2,88b
Ingá *	3,50A	0,99B	3,67A	3,73A	2,97b
Aroeirinha *	1,50C	4,18B	3,63B	4,96A	3,57a
<b>Média das doses <sup>(1)</sup> *</b>	1,95c	2,19c	2,98b	3,62a	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

(3) Equação de regressão significativa ao nível de 0,05.

O gonçalo-alves mostrou pequeno requerimento para o nitrogênio, com diâmetro do colo estatisticamente igual nas doses de 40 kg ha<sup>-1</sup> e de 10 kg ha<sup>-1</sup> de N, sendo que a dose de 10 kg ha<sup>-1</sup> de N provocou incremento de 96%.

O menor requerimento de nitrogênio em solo de Cerrado Denso foi o do ingá, cujo incremento do diâmetro do colo não diferiu nas doses de 20 e 40 kg ha<sup>-1</sup> em relação à ausência de adubação, sendo o teor presente no solo suficiente para atender a demanda do ingá nesta fase de crescimento. Aliado a isso, o ingá apresentou elevado incremento do diâmetro do colo e da copa comparado às outras espécies, indicando além do baixo requerimento, ser eficiente na utilização do N.

Independente da espécie, a dose de 40 kg ha<sup>-1</sup> de N, comparada à ausência de adubação, aumentou em 85% o incremento médio do diâmetro do colo. Para a aroeirinha esse aumento chegou a 230%. Em plantio de recuperação de área degradada, Lima et al. (1997) encontraram para a aroeirinha aos 8 meses após o plantio à campo, resposta mais moderada quando adubada com 20 g de N, 40 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 30 g de K<sub>2</sub>O por cova, mas diferentemente do encontrado nesse estudo, a aroeirinha demonstrou requerimento maior para

o nitrogênio do que para o fósforo. Os autores relatam que o crescimento inicial em diâmetro da base no tratamento Completo foi 68% maior em relação à testemunha; no tratamento menos N foi 18% maior e no tratamento menos P apenas 9% maior.

**Tabela 20.** Diâmetro de copa (cm) de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).

Espécie x Dose <sup>(2)</sup> *	Diâmetro de copa (cm)				Média das espécies <sup>(1)</sup> *
	Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Angico-do-cerrado *	25,92AB	14,58B	48,56A	42,67A	32,93a
Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	18,21	20,83	16,15	23,39	19,65b
Vinhático <sup>NS</sup>	29,67	20,89	29,83	15,11	23,87ab
Ingá *	44,50A	6,92B	31,30A	30,67A	28,35ab
Aroeirinha <sup>(3)</sup> *	16,06B	25,25AB	35,57AB	43,25A	30,03ab
<b>Média das doses <sup>(1)</sup> *</b>	26,87ab	17,69b	32,28a	31,02a	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(3) Equação de regressão significativa ao nível de 0,05.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

Neste caso, também utilizou-se o teste de Tukey para comparar as médias. O gonçalo-alves e o vinhático não tiveram o diâmetro da copa afetado pela adubação nitrogenada. Para o ingá e o angico a dose de 10 kg ha<sup>-1</sup> de N foi inferior as demais, não havendo diferença entre a ausência de adubação e as demais doses.

A aroeirinha apresentou equação de regressão com ajuste linear e positivo para o diâmetro de copa ( $Y = 18,199333 + 0,676181x$ ,  $R^2 = 94,46\%$ ). Isso demonstra elevado requerimento para o nitrogênio, pois com o aumento da dose, espera-se aumento da resposta em crescimento.

Em solo de Cerrado Denso, o diâmetro do colo das espécies pioneiras gonçalo-alves e vinhático mostrou-se mais influenciado pelas doses de nitrogênio do que o diâmetro da copa. Já para as espécies angico-do-cerrado, ingá e aroeirinha, o comportamento do diâmetro do colo apresentou semelhanças com o do diâmetro da copa.

Houve resposta em incremento do diâmetro do colo à adubação fosfatada para espécies pioneiras plantadas em solo de Cerrado Denso (Tabela 21). A significância da interação espécie x dose indica requerimentos diferenciados entre as espécies.

**Tabela 21.** Incremento do diâmetro do colo (mm) de espécies pioneiras, média de 3 avaliações (4, 8 e 12 meses após o plantio), em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P).

Espécie x Dose <sup>(2)</sup> *	Incremento do diâmetro do colo (mm)				Média das espécies <sup>(1)</sup> *
	Dose de P (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Angico-do-cerrado <sup>(3)</sup> *	2,02AB	2,19AB	2,41A	1,22B	1,96c
Aroeirinha *	3,46B	5,45A	3,51B	3,39B	3,95a
Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	2,84	2,07	1,97	2,15	2,26c
Ingá <sup>(3)</sup> *	3,86A	3,65A	3,56A	2,01B	3,27b
Vinhático *	2,36AB	1,89B	3,21A	2,45AB	2,48c
<b>Média das doses <sup>(1)</sup> <sup>(3)</sup> *</b>	2,90a	3,05a	2,93a	2,24b	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(3) Equação de regressão significativa ao nível de 0,05.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

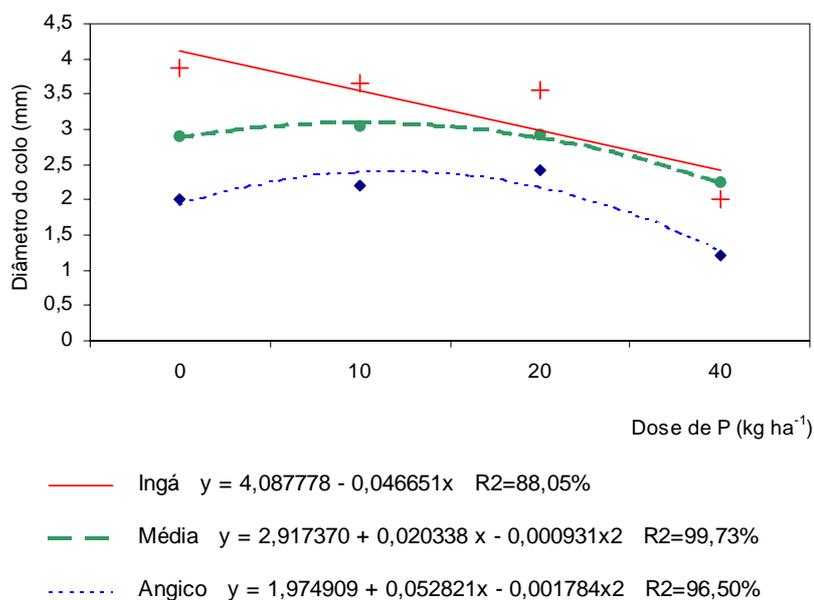
A média das doses, o angico-do-cerrado e o ingá apresentaram equações de regressão com ajuste significativo (Figura 10). O gonçalo-alves não respondeu à adubação com fósforo.

A aroeirinha não apresentou ajuste significativo para equação de regressão para o diâmetro do colo, sendo a melhor dose, pelo teste de Tukey, 10 kg ha<sup>-1</sup> de P. Essa resposta está associada à uma disponibilidade de fósforo no solo de 18 mg dm<sup>-3</sup>, semelhante aos resultados encontrados por Resende et al. (1999) e por Resende et al. (2000), em experimento com doses de fósforo em casa de vegetação. Os autores encontraram ajuste quadrático para a aroeirinha em todas as variáveis estudadas, como altura, diâmetro do caule, matéria seca de raízes, da parte aérea e matéria seca total. Para o diâmetro do caule, a dose para obter 90% da produção máxima foi de 377,35 mg dm<sup>-3</sup>, equivalendo a um teor de P no solo situado entre 9 e 29 mg dm<sup>-3</sup>, pois estão associados à doses de adubação com P de 250 e 500 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente.

Para o vinhático não houve diferença estatística entre as doses 0, 20 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de N, no entanto 20 kg ha<sup>-1</sup> proporcionou aumento de 31% no diâmetro do colo.

Para o ingá, o efeito da adubação fosfatada foi detrimental evidenciado pelo ajuste linear negativo ( $y = 4,087778 - 0,046651 x$ ). A melhor dose calculada para o angico foi de 9,99 kg ha<sup>-1</sup> de P ( $Y = 1,974909 + 0,052821 x - 0,001784 x^2$ ,  $R^2 = 96,50\%$ ).

Entretanto, a melhor dose em solo de Cerrado Denso para as pioneiras, independentemente das espécies, foi de 10,01 kg ha<sup>-1</sup> de P ( $Y = 2,917370 + 0,023338 x - 0,000931 x^2$ ,  $R^2 = 99,73\%$ ).



**Figura 10.** Equações de regressão do diâmetro do colo de espécies pioneiras em função da aplicação de doses de fósforo (P), em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal.

O diâmetro de copa das espécies pioneiras não foi influenciado pela adubação com fósforo em solo de Cerrado Denso (Tabela 22). Entretanto, para todas as espécies com exceção do gonçalo-alves, observou-se tendência de melhor desempenho com 10 kg ha<sup>-1</sup> de P.

Para o angico e para a aroeirinha, a adubação com 10 kg ha<sup>-1</sup> de P, comparada à ausência de adubação, aumentou o diâmetro de copa em 61 e 65%, respectivamente. Para o vinhático, esse aumento foi de 32%.

**Tabela 22.** Diâmetro de copa (cm) de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P).

Espécie x Dose <sup>(2) NS</sup>	Diâmetro de copa (cm)				Média das espécies <sup>(1) *</sup>
	Dose de P (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Angico-do-cerrado	30,31	48,83	48,56	32,42	40,03a
Aroeirinha	27,85	46,21	35,57	36,13	36,44ab
Gonçalo-alves	23,90	23,52	16,15	20,88	21,11b
Ingá	28,42	32,50	31,00	31,17	30,77ab
Vinhático	26,83	35,42	29,83	45,57	34,41ab
<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	27,46	37,29	32,22	33,23	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

### 5.3.2. Espécies secundárias

No solo de Cerrado Denso, o incremento do diâmetro do colo das espécies secundárias foi influenciado pela aplicação de nitrogênio (Tabela 23, Figura 11). Entretanto, houve interação espécie x dose, com significância no ajuste de equações de regressão para todas as espécies, com exceção do óleo-de-copaíba.

**Tabela 23.** Incremento do diâmetro do colo (mm) de espécies secundárias, média de 3 avaliações (4, 8 e 12 meses após o plantio), em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).

Espécie x Dose <sup>(2) *</sup>	Incremento do diâmetro do colo (mm)				Média das espécies <sup>(1) *</sup>
	Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Cagaíta <sup>(3)</sup>	1,21	1,23	0,84	0,63	0,98c
Amburana <sup>(3) *</sup>	1,07AB	0,99AB	1,44A	0,41B	0,98c
Óleo-de-copaíba *	1,43C	3,92A	2,46B	3,56A	2,84b
Tamboril-do-cerrado <sup>(3) *</sup>	3,59B	3,78B	4,23AB	4,75A	4,09a
<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	1,82b	2,48a	2,24a	2,34a	-

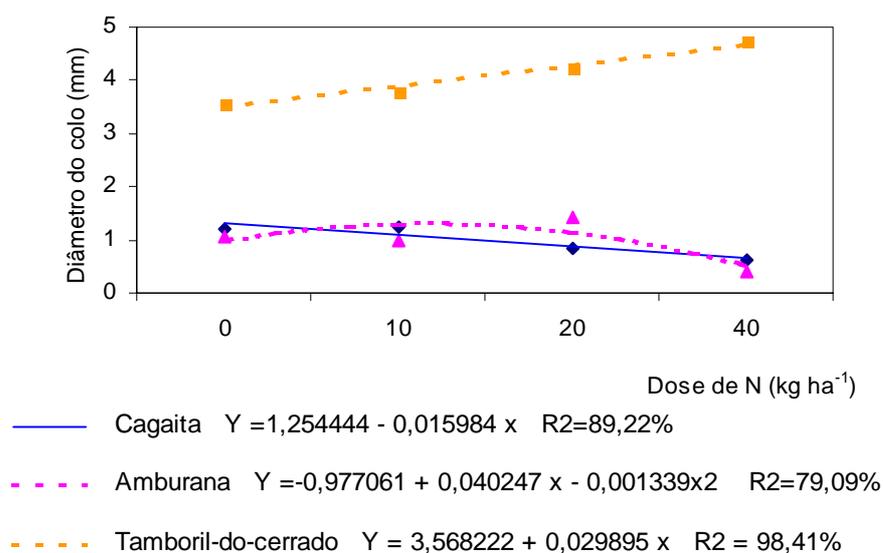
(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

(3) Equação de regressão significativa ao nível de 0,05.

Para o tamboril-do-cerrado ( $Y = 3,568222 + 0,029857 x$ ,  $R^2 = 98,41\%$ ), o ajuste linear positivo sugere que ainda responderia com maior incremento do diâmetro do colo com aumento da dose de nitrogênio aplicada em solo de Cerrado Denso (Figura 11).



**Figura 11.** Equações de regressão do diâmetro do colo de espécies secundárias em função da aplicação de doses de nitrogênio (N), em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal.

A cagaita apresentou ajuste linear e negativo para a variável diâmetro do colo ( $Y = 1,254444 - 0,015984 x$ ,  $R^2 = 89,22\%$ ). As demais espécies responderam positivamente com aumento da dose de nitrogênio. Para óleo-de-copaíba, a dose de  $10 \text{ kg ha}^{-1}$  não diferiu de  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  de N; entretanto, a menor dose proporcionou aumento no diâmetro do colo de 174%. A amburana também apresentou pequeno requerimento para o nitrogênio, com a melhor dose calculada em  $10 \text{ kg ha}^{-1}$  ( $Y = 0,977061 + 0,040247 x - 0,001339 x^2$ ,  $R^2 = 79,09\%$ ) (Figura 11).

O diâmetro de copa das espécies secundárias sofreu influência da adubação nitrogenada em solo de Cerrado Denso. A interação espécie x dose foi significativa, o que indica requerimento diferenciado entre as espécies (Tabela 24, Figura 12).

**Tabela 24.** Diâmetro de copa (cm) de espécies secundárias 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).

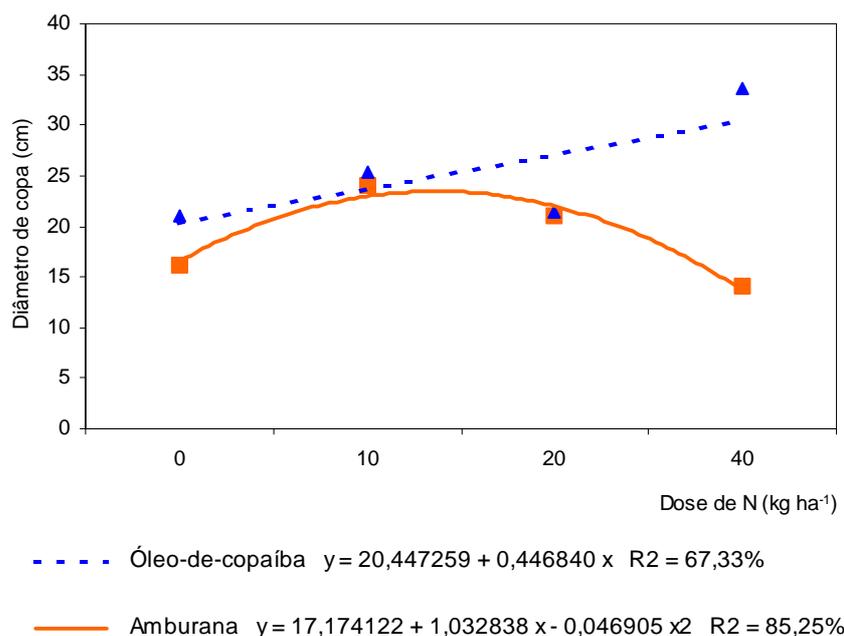
Espécie x Dose <sup>(2)</sup> *	Diâmetro de copa (cm)				Média das espécies <sup>(1)</sup> *
	Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Cagaita <sup>NS</sup>	12,94	9,25	9,58	12,69	11,12c
Óleo-de-copaíba <sup>(3)</sup>	21,06	25,42	21,36	33,61	25,36a
Amburana <sup>(3)</sup>	16,24	23,97	21,00	14,00	18,80b
Tamboril-do-cerrado <sup>NS</sup>	24,15	32,25	29,42	27,06	28,22a
<b>Média das doses</b> <sup>(1)</sup> <sup>NS</sup>	18,60	22,72	20,34	21,84	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

(3) Equação de regressão significativa ao nível de 0,05.



**Figura 12.** Equações de regressão do diâmetro de copa de espécies secundárias em função da aplicação de doses de nitrogênio (N), em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal.

A cagaita e o tamboril-do-cerrado não apresentaram diferenças no diâmetro de copa em função da dose de N aplicada. O óleo-de-copaíba e a amburana apresentaram ajuste da equação de regressão significativo, sendo linear e positivo para o óleo-de-copaíba ( $Y = 20,447259 + 0,446840 x$ ,  $R^2 = 67,33\%$ ), indicando que o aumento da dose de

nitrogênio poderá proporcionar aumento do diâmetro do colo. Para a amburana, o ajuste foi quadrático ( $Y = 17,174122 + 1,032838 x - 0,046905 x^2$ ,  $R^2=85,25\%$ ), com a melhor dose calculada em  $9,01 \text{ kg ha}^{-1}$  (Figura 12).

No solo de Cerrado Denso, o incremento do diâmetro do colo das espécies secundárias foi influenciado pela aplicação de fósforo (Tabela 25). A interação espécie x dose foi significativa, sendo que o desdobramento da interação evidencia os requerimentos específicos de cada espécie. Somente para a amburana houve ajuste significativo de equação de regressão.

A cagaita não apresentou diferença no incremento do diâmetro do colo com o aumento das doses de adubação fosfatada. Em casa de vegetação, Melo (1999) encontrou crescimento em diâmetro do colo para mudas de cagaita com a aplicação de  $100 \text{ mg}$  de P por kg de solo, que elevou a disponibilidade do fósforo de  $0,1$  para  $8,0 \text{ cmol dm}^{-3}$ . Neste experimento, a disponibilidade de fósforo passou de  $3$ , na ausência de adubação, para  $18 \text{ mg dm}^{-3}$  com a dose de  $10 \text{ kg ha}^{-1}$  de P, provavelmente suprindo as necessidades da cagaita nesta fase de desenvolvimento.

**Tabela 25.** Incremento do diâmetro do colo (mm) de espécies secundárias, média de 3 avaliações (4, 8 e 12 meses após o plantio), em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P).

Espécie x Dose <sup>(2) *</sup>	Incremento do diâmetro do colo (mm)				Média das espécies <sup>(1) *</sup>
	Dose de P ( $\text{kg ha}^{-1}$ )				
	0	10	20	40	
Cagaita <sup>NS</sup>	1,06	0,93	0,84	0,93	0,94c
Amburana <sup>(3) *</sup>	0,76B	1,38AB	1,45AB	1,66A	1,31c
Óleo-de-copaíba*	2,62AB	3,44A	2,46B	2,72AB	2,81b
Tamboril-do-cerrado *	5,68A	6,35A	4,23B	3,57B	4,96a
<b>Média das doses <sup>(1) *</sup></b>	2,53b	3,03a	2,24b	2,22b	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

(3) Equação de regressão significativa ao nível de 0,05.

Para o tamboril-do-cerrado, a melhor dose de P foi de  $10 \text{ kg ha}^{-1}$ , com aumento de apenas 11,8% no diâmetro do colo em relação às plantas não adubadas, não diferindo da ausência de adubação (testemunha). Para o óleo-de-copaíba, a melhor dose foi de

10 kg ha<sup>-1</sup> de P, a qual também não diferiu da ausência de adubação. A diferença no incremento do diâmetro do colo entre elas foi de 31,3%.

A amburana apresentou a maior resposta em incremento de diâmetro do colo para a adubação com fósforo. O ajuste da equação de regressão foi linear e positivo ( $Y = 0,966667 + 0,019857 x$ ,  $R^2 = 76,88\%$ ), indicando que ainda poderá haver aumento do diâmetro do colo com maiores doses de fósforo.

Houve influência da adubação com fósforo sobre o diâmetro médio da copa de espécies secundárias plantadas em solo de Cerrado Denso (Tabela 26). A interação espécie x dose não foi significativa.

A média dos diâmetros de copa das espécies secundárias em solo de Cerrado Denso foi maior sob adubação com 10 kg ha<sup>-1</sup> de P, não diferindo da dose de 40 kg ha<sup>-1</sup>. Tanto o óleo-de-copaíba como a amburana e o tamboril-do-cerrado apresentaram tendência de maior diâmetro de copa com a dose de 10 kg ha<sup>-1</sup> de P. Na ausência de adubação com fósforo, o diâmetro da copa do óleo-de-copaíba e da amburana reduziu em 45% e do tamboril-do-cerrado em 20%.

**Tabela 26.** Diâmetro de copa (cm) de espécies secundárias 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P).

Espécie x Dose <sup>(2) NS</sup>	Diâmetro de copa (cm)				Média das espécies <sup>(1) *</sup>
	Dose de P (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Cagaita	8,83	10,16	9,58	11,63	10,05c
Óleo-de-copaíba	26,60	38,56	21,36	24,50	27,75ab
Amburana	17,88	26,06	21,00	27,00	22,98b
Tamboril-do-cerrado	31,25	37,58	29,42	33,53	32,94a
<b>Média das doses <sup>(1) *</sup></b>	21,14b	28,09a	20,34b	24,16ab	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

### 5.3.3. Espécies pioneiras x espécies secundárias

O agrupamento das espécies em pioneiras e secundárias permitiu verificar o comportamento diferenciado entre elas quanto ao incremento do diâmetro do colo no cerrado em relação às aplicações de nitrogênio e de fósforo.

Para o nitrogênio, houve interação significativa para sucessão x dose, indicando que o requerimento por nitrogênio varia de acordo com o grupo sucessional (Tabela 27, Figura 13).

**Tabela 27.** Incremento do diâmetro de colo (cm) de espécies pioneiras e secundárias (média dos 4, 8 e 12 meses) após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).

Sucessão x Dose <sup>(2)</sup> *	Incremento do diâmetro de colo (cm)				Média da sucessão <sup>(1)</sup> *
	Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Espécies pioneiras <sup>(3)</sup> *	1,95C	2,19C	2,98B	3,62A	2,68a
Espécies secundárias *	1,82B	2,48A	2,24AB	2,34AB	2,22b
<b>Média das doses</b> <sup>(1)(3)</sup> *	1,89c	2,32bc	2,65ab	3,05a	-

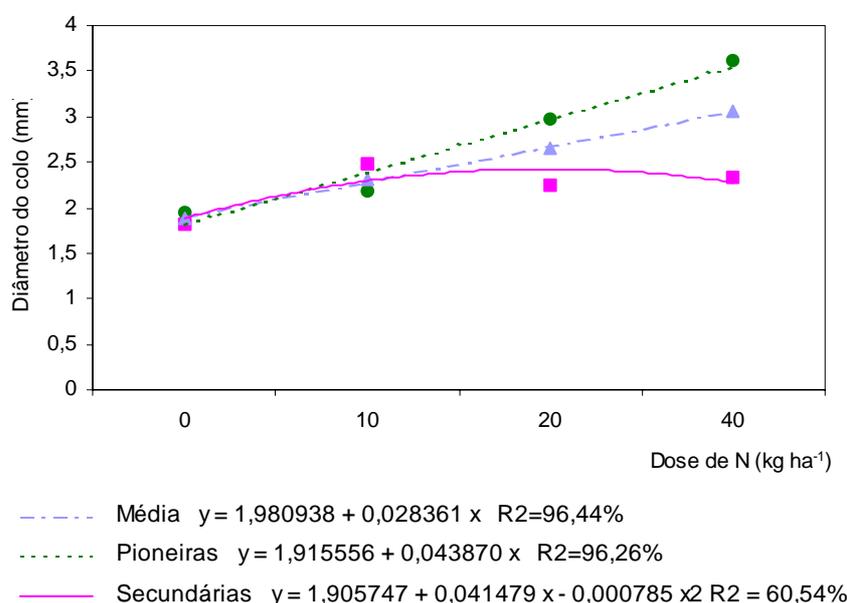
(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média da sucessão independente da dose) ou na linha (média da dose independente da sucessão) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada estágio, indicam diferença significativa do desdobramento Sucessão x Dose.

(3) Equação de regressão significativa a 0,05%.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

No desdobramento da interação, verificou-se ajuste linear e positivo para as espécies pioneiras ( $Y = 1,915556 + 0,043870 x$ ,  $R^2 = 96,24\%$ ) e para a média das doses ( $Y = 1,980938 + 0,028361 x$ ,  $R^2 = 96,44\%$ ), indicando que com o aumento da dose de N pode haver aumento do diâmetro do colo. Para as espécies secundárias, houve ajuste de equação de regressão quadrático. Embora com baixo  $R^2$  ( $Y = 1,905747 + 0,041479 x - 0,000785 x^2$ ,  $R^2 = 60,54\%$ ), a melhor dose calculada para as espécies secundárias foi de 20 kg ha<sup>-1</sup> de N.



**Figura 13.** Equações de regressão do diâmetro do colo de espécies pioneiras x espécies secundárias em função da aplicação de doses de nitrogênio (N), em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal.

Com relação ao incremento do diâmetro do colo sob adubação com fósforo, a interação sucessão x dose foi significativa, indicando resposta diferenciada com relação à adubação fosfatada de acordo com o estágio sucessional (Tabela 28, Figura, 14).

**Tabela 28.** Incremento do diâmetro de colo (mm) de espécies pioneiras e secundárias (média dos 4, 8 e 12 meses) após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P).

Sucessão x Dose <sup>(2)</sup> *	Incremento do diâmetro de colo (mm)				Média das sucessão <sup>(1)</sup> *
	Dose de P (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Espécies pioneiras <sup>(3)</sup> *	2,91A	3,05A	2,93A	2,24B	2,78a
Espécies secundárias *	2,53B	3,03A	2,25B	2,22B	2,51b
<b>Média das doses</b> <sup>(1)</sup> *	2,74b	3,04a	2,63b	2,23c	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média da sucessão independente da dose) ou na linha (média da dose independente da sucessão) indicam diferença significativa.

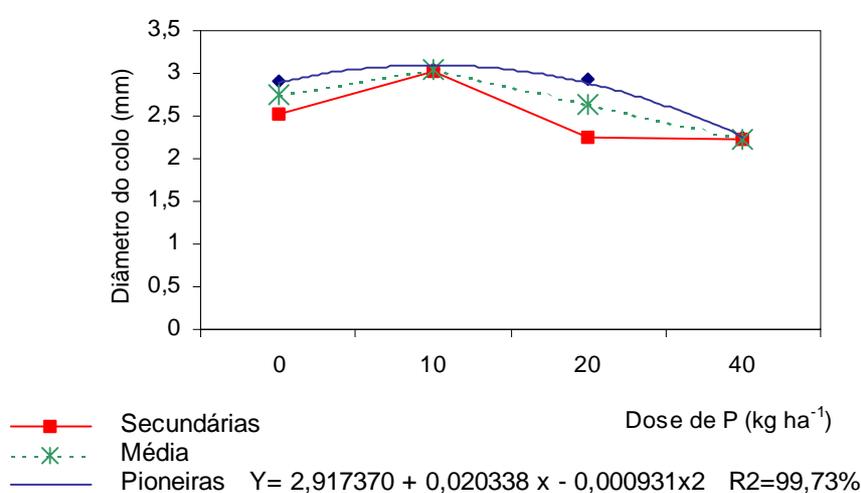
(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada estágio, indicam diferença significativa do desdobramento Sucessão x Dose.

(3) Equação de regressão significativa a 0,05%.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

No desdobramento da interação, observou-se ajuste de regressão de efeito quadrático para as espécies pioneiras ( $Y = 2,917370 + 0,020338 x - 0,000931 x^2$ ,  $R^2 = 99,73\%$ ), sendo a melhor dose calculada em  $10 \text{ kg ha}^{-1}$  de P.

Para as espécies secundárias e para a média não houve ajuste significativo para equação de regressão. Para ambas, pelo teste de Tukey, a melhor dose foi de  $10 \text{ kg ha}^{-1}$  de P.



**Figura 14.** Equações de regressão do diâmetro do colo de espécies pioneiras x espécies secundárias em função da aplicação de doses de fósforo (P), em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal.

## 5.4. Diâmetro do colo e diâmetro de copa – Mata de Galeria

### 5.4.1. Espécies pioneiras

Houve resposta à adubação nitrogenada em incremento do diâmetro do colo para espécies pioneiras plantadas em solo de Mata de Galeria (Tabelas 29 e Figura 15). A interação significativa espécie x dose indica requerimentos nutricionais diferenciados para o nitrogênio.

Desdobrando a interação, observa-se ajuste linear e positivo da equação de regressão para o gonçalo-alves ( $Y = 1,847111 + 0,038721 x$ ,  $R^2 = 68,17\%$ ) e para o angico-do-cerrado ( $Y = 0,817333 + 0,015152 x$ ,  $R^2 = 84,14\%$ ), indicando elevado requerimento nutricional de ambos para o nitrogênio. O ingá apresentou ajuste quadrático ( $Y = 3,075051 + 0,139970 x - 0,003886 x^2$ ,  $R^2 = 98,65\%$ ), sendo a melhor dose calculada em 16  $\text{kg ha}^{-1}$  de N.

**Tabela 29.** Incremento do diâmetro do colo (mm) de espécies pioneiras, média de 3 avaliações (4, 8 e 12 meses após o plantio), em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).

Espécie x Dose <sup>(2)*</sup>	Incremento do diâmetro do colo (mm)				Média das espécies <sup>(1)*</sup>
	Dose de N ( $\text{kg ha}^{-1}$ )				
	0	10	20	40	
Angico-do-cerrado <sup>(3) NS</sup>	0,87	1,14	1,05	1,61	1,17d
Gonçalo-alves <sup>(3)*</sup>	2,23B	2,12B	2,03B	3,72A	2,52c
Pau-pombo*	1,41B	3,44AB	2,17B	6,60A	3,41b
Ingá <sup>(3)*</sup>	3,02	4,22	4,22	2,47	3,48ab
Vinhático <sup>NS</sup>	3,54	4,83	3,77	4,62	4,19a
<b>Média das doses <sup>(1)*</sup></b>	<b>2,21c</b>	<b>3,15b</b>	<b>2,65bc</b>	<b>3,80a</b>	

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

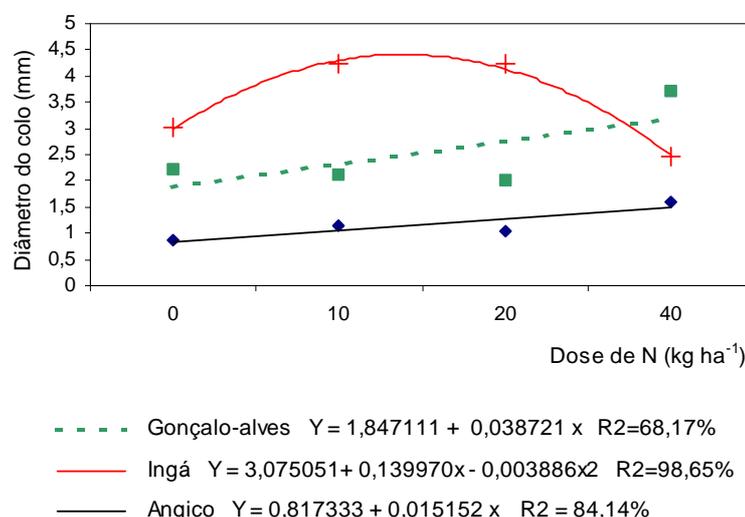
(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

(3) Equação de regressão significativa ao nível de 0,05.

O vinhático não apresentou diferença no incremento do diâmetro do colo com a adubação nitrogenada. Entretanto, apresentou o mais alto incremento médio em relação às demais espécies pioneiras, indicando que além de possuir elevada eficiência nutricional, o teor de nitrogênio existente no solo (matéria orgânica -  $33,2 \text{ g kg}^{-1}$ ) foi adequado para atender a demanda do vinhático nesta fase de crescimento. No solo de Cerrado Denso, o vinhático apresentou maior requerimento para o nitrogênio, sendo que as doses de 20 e 40  $\text{kg ha}^{-1}$  de N não diferiram entre si e proporcionaram para o vinhático o maior incremento do diâmetro do colo.

Para o pau-pombo, o incremento do diâmetro do colo alcançado com 40  $\text{kg ha}^{-1}$  de N não diferiu estatisticamente de 10  $\text{kg ha}^{-1}$ . Entretanto, 40 e 10  $\text{kg ha}^{-1}$  de N proporcionaram incremento no diâmetro de 4,7 e de 2,4 vezes, respectivamente, quando comparados à ausência de adubação.



**Figura 15.** Equações de regressão do diâmetro do colo de espécies pioneiras em função da aplicação de doses de nitrogênio (N), em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal.

A adubação nitrogenada não exerceu influência sobre o diâmetro médio de copa das espécies pioneiras em solo de Mata de Galeria. Apenas o pau-pombo apresentou ajuste significativo para equação de regressão, com resposta linear e positiva ( $Y = 27,166667 + 0,638095 x$ ,  $R^2 = 82,75\%$ ) (Tabela 30), indicando elevado requerimento nutricional para o nitrogênio.

**Tabela 30.** Diâmetro de copa (cm) de espécies pioneiras aos 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N)

Espécie x Dose <sup>(2) NS</sup>	Diâmetro de copa (cm)				Média das espécies <sup>(1) NS</sup>
	Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Angico-do-cerrado	25,08	31,21	27,95	37,03	30,32
Gonçalo-alves	30,42	30,08	24,39	36,10	30,25
Ingá	52,00	56,33	41,71	38,39	47,11
Pau-pombo <sup>(3)</sup>	29,17	35,83	32,50	55,83	38,33
Vinhático	42,11	41,25	34,08	22,00	34,86
<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	35,75	38,94	32,13	37,87	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

(3) Equação de regressão significativa ao nível de 0,05.

Apesar do teste de médias não ter detectado diferença significativa, o angico-do-cerrado apresentou tendência de maior diâmetro de copa na dose de 40 kg ha<sup>-1</sup> de N, com 47,6% a mais de desenvolvimento em relação a ausência de adubação nitrogenada. Para o vinhático, verifica-se tendência oposta, com decréscimo do diâmetro de copa nas maiores doses de N.

As espécies pioneiras plantadas no solo de Mata de Galeria responderam à adubação com fósforo com incrementos no diâmetro do colo e com interação espécie x dose significativa (Tabela 31 e Figura 16).

**Tabela 31.** Incremento do diâmetro do colo (mm) de espécies pioneiras, média de 3 avaliações (4, 8 e 12 meses após o plantio), em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P).

Espécie x Dose <sup>(2) *</sup>	Incremento do diâmetro do colo (mm)				Média das espécies <sup>(1) *</sup>
	Dose de P (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Angico-do-cerrado <sup>(3) *</sup>	0,78B	1,16AB	1,05B	1,89A	1,22c
Gonçalo-alves *	3,02A	3,30A	2,03B	3,01A	2,84b
Pau-pombo*	2,49B	4,10A	2,17B	3,91A	3,17b
Ingá <sup>(3) *</sup>	2,70C	3,40C	4,22B	5,40A	3,93a
Vinhático <sup>(3)*</sup>	3,81B	3,79B	3,41B	4,89A	3,97a
<b>Média das doses <sup>(1) *</sup></b>	2,56c	3,15b	2,58c	3,79a	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

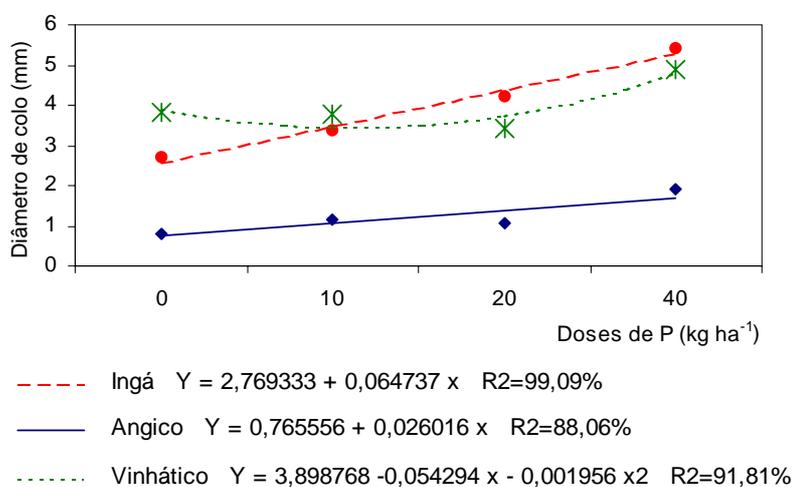
(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

(3) Equação de regressão significativa ao nível de 0,05.

No desdobramento da interação, apresentaram ajuste da equação de regressão linear e positivo, o angico-do-cerrado ( $Y = 0,765556 + 0,026016 x$ ,  $R^2 = 88,06\%$ ) e o ingá ( $Y = 2,769333 + 0,064737 x$ ,  $R^2 = 99,09\%$ ). Já o vinhático apresentou equação de regressão com ajuste quadrático ( $Y = 3,898768 - 0,054294 x - 0,001956 x^2$ ,  $R^2 = 91,81\%$ ), com a melhor dose calculada de 40,1 kg ha<sup>-1</sup> de P.

Analisando pelo teste de médias, para o gonçalo-alves a pior dose foi a de 20 kg ha<sup>-1</sup> de P, sendo que as demais não diferiram entre si. Para o pau-pombo, a dose de 10 kg ha<sup>-1</sup> não diferiu da dose de 40 kg ha<sup>-1</sup> de P. No entanto, a adubação com 10 kg ha<sup>-1</sup> de P aumentou o diâmetro do colo do pau-pombo em 64,6 %.



**Figura 16.** Equações de regressão do diâmetro do colo de espécies pioneiras em função da aplicação de doses de fósforo (P), em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal.

No solo de Mata de Galeria, a adubação fosfatada exerceu efeito sobre o diâmetro de copa de espécies pioneiras (Tabela 32 e Figura 17). Houve interação significativa de espécie x dose, indicando que as espécies pioneiras possuem requerimentos nutricionais diferenciados para o P.

**Tabela 32.** Diâmetro de copa (cm) de espécies pioneiras aos 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P).

Espécie x Dose <sup>(2)</sup> *	Diâmetro de copa (cm)				Média das espécies <sup>(1)</sup> *
	Dose de P (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Angico-do-cerrado*	16,23B	36,97AB	27,95B	52,03A	33,29b
Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	29,36	28,32	31,54	30,54	29,94b
Ingá <sup>(3)</sup> <sup>NS</sup>	44,33	45,06	41,71	62,05	48,29a
Pau-pombo <sup>NS</sup>	31,04	31,83	32,50	32,17	31,88b
Vinhático <sup>NS</sup>	45,87	37,58	52,06	50,03	46,38a
<b>Média das doses <sup>(1)</sup> <sup>(3)</sup> *</b>	<b>33,37b</b>	<b>35,95ab</b>	<b>37,15ab</b>	<b>45,36a</b>	-

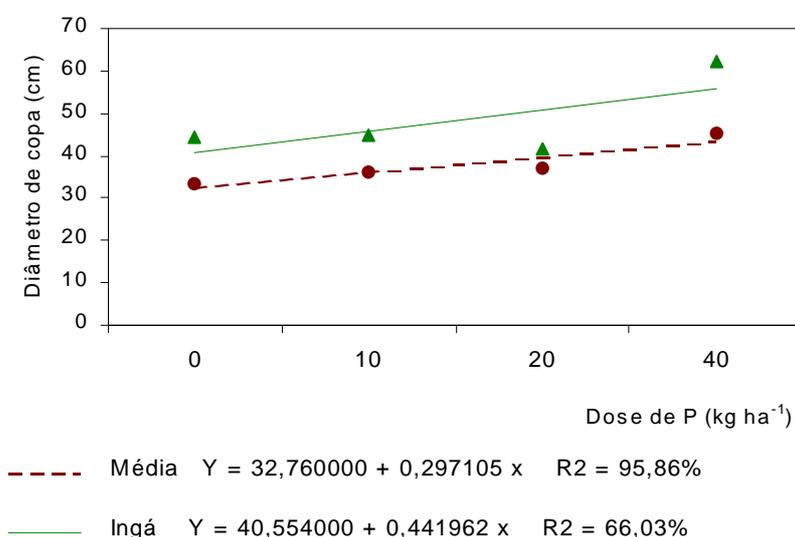
(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

(3) Equação de regressão significativa ao nível de 0,05.

No desdobramento da interação, apresentaram ajuste de regressão linear e positivo o ingá ( $Y = 40,554000 + 0,441962 x$ ,  $R^2 = 66,03\%$ ), e a média das doses ( $Y = 32,760 + 0,297105 x$ ,  $R^2 = 95,86\%$ ), indicando que com o aumento da dose de fósforo é possível aumento do diâmetro de copa. Entretanto, o gonçalo-alves, o vinhático e o pau-pombo não apresentaram diferenças no diâmetro da copa com o aumento das doses de fósforo. Comparando pelo teste de médias as doses de 10 e de 40  $\text{kg ha}^{-1}$  de P, apesar de terem exercido influência estatisticamente semelhante sobre a copa do angico, proporcionaram aumentos de 127,8 e de 220,6%, respectivamente.



**Figura 17.** Equações de regressão do diâmetro de copa de espécies pioneiras em função da aplicação de doses de fósforo (P), em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal.

#### 5.4.2. Espécies secundárias

Houve efeito da adubação nitrogenada sobre o incremento do diâmetro do colo das espécies secundárias em solo de Mata de Galeria (Tabela 33). A interação espécie x dose foi significativa, o que indica requerimentos nutricionais diferenciados para as espécies. No desdobramento da interação, o óleo-de-copaíba apresentou equação de regressão linear e positiva ( $Y = 3,364667 + 0,058686 x$ ,  $R^2=96,64\%$ ), com o maior requerimento entre as

espécies secundárias. A cagaita e a amburana não responderam à adubação. A orelha-de-negro apresentou maior incremento na ausência de adubação nitrogenada.

**Tabela 33.** Incremento do diâmetro do colo (mm) de espécies secundárias, média de 3 avaliações (4, 8 e 12 meses após o plantio), em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).

Espécie x dose <sup>(2)</sup> *	Incremento do diâmetro do colo (mm)				Média das espécies <sup>(1)</sup> *
	Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Cagaita <sup>NS</sup>	1,08	1,05	0,56	1,26	0,99d
Amburana <sup>NS</sup>	1,71	1,09	1,60	1,53	1,48c
Óleo-de-copaíba <sup>(3)</sup> *	2,30B	2,33B	2,73AB	3,27A	2,66a
Orelha-de-negro *	3,06A	2,51AB	0,92C	2,14B	2,16b
<b>Média das doses <sup>(1)</sup> *</b>	2,04a	1,75ab	1,45b	2,05a	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

(3) Equação de regressão significativa ao nível de 0,05.

A cagaita e a amburana mostraram tendência de melhor sobrevivência na ausência de adubação com nitrogênio, tanto no cerrado como na Mata de Galeria (Tabelas 13 e 18). Isso pode indicar pequeno requerimento para N ou, ainda, que o teor de matéria orgânica presente nos dois solos pode ser suficiente para atender a demanda de crescimento inicial dessas espécies. A cagaita, como discutido anteriormente, é considerada espécie indicadora de solos de baixa fertilidade, estando adaptada a esses ambientes.

Entretanto, para a amburana e para a orelha-de-negro que também apresentou pequeno requerimento nutricional para o N, podem estar envolvidos mecanismos de nodulação. De acordo com Souza et al. (1997) e Faria (1998), citados por FURTINI NETO (1999b), todos os levantamentos sobre a capacidade de nodulação de leguminosas no Brasil e em outros países indicam que 90% das Mimosoideae (orelha-de-negro, ingá, vinhático, tamboril-do-cerrado e angico-do-cerrado), 97% das Papilinoideae (amburana) e 23% das Caesalpinioideae (óleo-de-copaíba) são capazes de nodular.

Houve efeito da adubação nitrogenada sobre o incremento do diâmetro de copa das espécies secundárias em solo de Mata de Galeria (Tabela 34 e Figura

18). A interação espécie x dose foi significativa, o que indica requerimentos nutricionais diferenciados para as espécies.

**Tabela 34.** Diâmetro de copa (cm) de espécies secundárias, 12 meses após o plantio, em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).

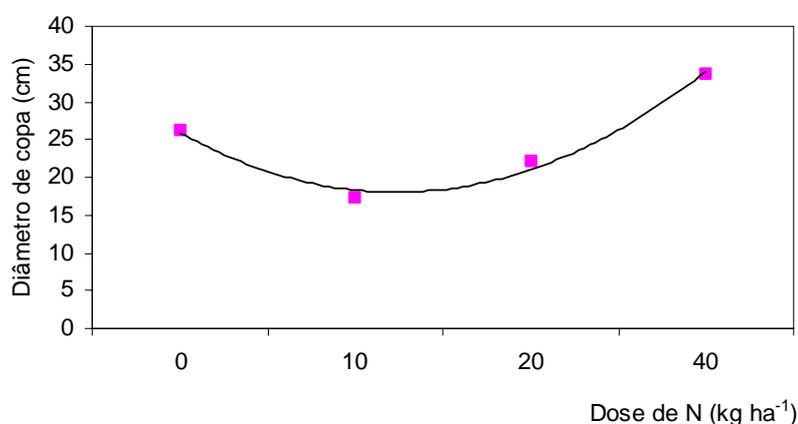
Espécie x Dose <sup>(2) *</sup>	Diâmetro de copa (cm)				Média das espécies <sup>(1) *</sup>
	Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Cagaita <sup>NS</sup>	13,10	15,00	13,40	10,17	12,91c
Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	28,08	31,58	25,58	31,93	29,29ab
Amburana <sup>(3) *</sup>	26,22AB	17,28B	22,06AB	33,67A	24,81b
Orelha-de-negro *	31,92AB	43,18A	22,17B	37,33A	33,65a
<b>Média das doses <sup>(1) *</sup></b>	24,83ab	26,76ab	20,80b	28,27a	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

(3) Equação de regressão significativa ao nível de 0,05.



— Amburana  $Y = 25,156879 - 0,744944 x + 0,024164 x^2$   $R^2 = 90,39\%$

**Figura 18.** Equação de regressão do diâmetro de copa de espécie secundária em função da aplicação de doses de nitrogênio (N), em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal.

No desdobramento da interação a amburana apresentou equação de regressão com ajuste quadrático ( $Y = 25,156879 - 0,744944 x + 0,024164 x^2$ ,  $R^2 = 90,39\%$ ), com a melhor dose calculada em 40 kg ha<sup>-1</sup> de N. O óleo-de-copaíba e a amburana não responderam em diâmetro de copa à adubação nitrogenada. Avaliando pelo teste de médias,

para orelha-de-negro, apesar da dose de 10 kg ha<sup>-1</sup> não diferir da ausência de adubação, esta aumentou o diâmetro de copa em 35%.

No solo de Mata de Galeria, a adubação fosfatada exerceu efeito sobre o incremento de diâmetro de colo de espécies secundárias (Tabela 35). Como para a variável não houve ajuste de equação de regressão significativo para nenhuma das espécies, nem para média das doses, utilizou-se o teste de Tukey para comparar as médias no desdobramento da interação.

**Tabela 35.** Incremento do diâmetro do colo (mm) de espécies secundárias, média de 3 avaliações (4, 8 e 12 meses após o plantio), em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P).

Espécie x Dose <sup>(2)</sup> *	Incremento do diâmetro do colo (mm)				Média das espécies <sup>(1)</sup> *
	Dose de P (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Cagaita *	0,69B	0,87B	0,60B	1,43A	0,89c
Amburana *	2,05AB	2,56A	1,60B	2,10A	2,17b
Óleo-de-copaíba *	2,50B	3,61A	2,73B	4,04A	3,22a
Orelha-de-negro *	2,16B	2,62AB	0,92C	2,84A	2,13b
<b>Média das doses <sup>(1)</sup> *</b>	1,85b	2,42b	1,46c	2,62a	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

(3) Equação de regressão significativa ao nível de 0,05.

Na média, para as espécies secundárias em solo de Mata de Galeria, a aplicação de 40 kg ha<sup>-1</sup> de P proporcionou o melhor incremento do diâmetro do colo. Já para o óleo-de-copaíba e para a amburana, a dose de 10 kg ha<sup>-1</sup> não diferiu de 40 kg ha<sup>-1</sup> de P. Para a cagaita, a melhor dose também foi a de 40 kg ha<sup>-1</sup> de P.

As espécies secundárias plantadas em solo de Mata de Galeria apresentaram influência da adubação com fósforo no diâmetro de copa, sendo a interação espécie x dose significativa (Tabela 36). No desdobramento da interação, verificou-se requerimentos nutricionais diferenciados para as espécies.

O comportamento do diâmetro de copa com relação à adubação fosfatada foi semelhante ao da adubação com nitrogênio, ou seja, as doses de 10 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P não diferiram da ausência de adubação. Para a orelha-de-negro, embora a diferença não

seja significativa, a dose de 40 kg ha<sup>-1</sup> permitiu aumento de 54% no diâmetro de copa em relação à ausência de adubação, enquanto a dose de 10 kg ha<sup>-1</sup> de P foi de apenas 7%.

**Tabela 36.** Diâmetro de copa (cm) de espécies secundárias 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P).

Espécie x Dose <sup>(2)</sup> *	Diâmetro de copa (cm)				Média das espécies <sup>(1)</sup> *
	Dose de P (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Cagaita <sup>NS</sup>	14,17	12,83	4,50	19,00	12,62b
Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	30,52	35,33	25,58	35,64	31,77a
Amburana <sup>NS</sup>	25,50	30,14	22,06	27,83	26,38a
Orelha-de-negro *	26,92AB	28,79AB	22,17B	41,42A	29,82a
<b>Média das doses <sup>(1)</sup> *</b>	24,27ab	26,77ab	18,58b	30,97a	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

(3) Equação de regressão significativa ao nível de 0,05.

### 5.4.3. Espécies pioneiras x espécies secundárias

O agrupamento das espécies segundo a classificação sucessional em pioneiras e secundárias permitiu verificar o comportamento distinto entre elas quanto ao incremento do diâmetro do colo em solo de Mata de Galeria com relação à aplicação de fósforo e nitrogênio.

O incremento do diâmetro do colo das espécies pioneiras foi maior do que o das secundárias, bem como seu requerimento para N e P (Tabelas 37 e 38).

Na média, 40 kg ha<sup>-1</sup> de N permitiu o maior incremento do diâmetro do colo. No desdobramento da interação, verificou-se o mesmo para as espécies pioneiras. Já, para as espécies secundárias não houve diferença significativa entre as doses 10 e 40 kg ha<sup>-1</sup> da ausência de adubação (Tabela 37).

**Tabela 37.** Incremento do diâmetro de colo (mm) de espécies pioneiras e secundárias (média dos 4, 8 e 12 meses) após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).

Sucessão x Dose <sup>(2)</sup> *	Incremento do diâmetro do colo (mm)				Média da sucessão <sup>(1)</sup> *
	Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Espécies pioneiras *	2,22c	3,15b	2,65bc	3,80a	2,96a
Espécies secundárias *	2,04ab	1,75ab	1,45b	2,05a	1,82b
<b>Média das doses <sup>(1)</sup> *</b>	2,14bc	2,53b	2,12c	3,02a	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

(3) Equação de regressão significativa ao nível de 0,05.

Quanto à adubação com fósforo em solo de Mata de Galeria, o comportamento foi semelhante ao da adubação com nitrogênio, sendo que 40 kg ha<sup>-1</sup> de P foi a melhor dose na média geral e também para as espécies pioneiras (Tabela 38). Para as espécies secundárias, as doses de 40 e de 10 kg ha<sup>-1</sup> de P não diferiram entre si.

**Tabela 38.** Incremento do diâmetro de colo (mm) de espécies pioneiras e secundárias, (média aos 4, 8 e 12 meses) após o plantio, em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P).

Sucessão x Dose <sup>(2)</sup> *	Incremento do diâmetro do colo (mm)				Média da sucessão <sup>(1)</sup> *
	Dose de P (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	10	20	40	
Espécies pioneiras *	2,56C	3,14B	2,58C	3,79A	3,02a
Espécies secundárias *	1,85B	2,41A	1,49C	2,62A	2,09b
<b>Média das doses <sup>(1)</sup> *</b>	2,25c	2,82b	2,08c	3,27a	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média da sucessão independente da dose) ou na linha (média da dose independente da sucessão) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada estágio, indicam diferença significativa do desdobramento Sucessão x Dose.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

## 5.5. Teor de nutrientes, Al e Na nas folhas – Cerrado Denso

### 5.5.1. Espécies pioneiras

Aos 12 meses de idade, as espécies pioneiras não apresentaram alteração individual no teor de N nas folhas em função das doses de nitrogênio aplicadas em solo de Cerrado Denso; entretanto, houve diferença entre as espécies (Tabelas 39 e 40).

Dreschsel e Zeck (1991), estudando referências sobre diversas plantas tropicais, verificaram teores mais baixos e até sintomas de deficiência variando de 5,4 a 28,9 g kg<sup>-1</sup> de N. para estes autores, valores intermediários se situam entre 11 a 42,6 g kg<sup>-1</sup> de N. já para Epstein (1975), 15 g kg<sup>-1</sup> de N é considerado teor adequado.

Os menores teores médios (14,53 e 14,09 g kg<sup>-1</sup>) foram apresentados, respectivamente, pelo gonçalo-alves e pela aroeirinha, que se mostraram bastante responsivos em crescimento com a aplicação de N (Tabelas 19 e 20). Ambas espécies são da família Anacardiaceae e apresentaram tendência de aumento do teor foliar de N com o aumento das doses. Os maiores teores de N nas folhas foram apresentados pelas Leguminosae: angico-do-cerrado e ingá, seguidos pelo vinhático. o incremento do diâmetro do colo do ingá não foi afetado pela adubação com N, mas essa espécie apresentou bom crescimento e elevado teor de N na folha. possivelmente, esse comportamento está associado à sua capacidade de nodulação com bactérias fixadoras de nitrogênio.

O angico-do-cerrado que apresentou o maior teor de N na ausência de adubação, também obteve nesta mesma dose menor diâmetro do colo, indicando possível efeito de concentração. o angico-do-cerrado plantado em LATOSSOLO VERMELHO distrófico, de textura média e bem drenado, apresentou nas folhas decíduas os seguintes teores em g kg<sup>-1</sup> (N 20,6; P 0,7; K 3,1; Ca 6,7 e Mg 1,5) (GARRIDO e POGGIANI, 1982). Neste estudo o angico-do-cerrado apresentou teores superiores.

A adubação nitrogenada de espécies pioneiras em solo de Cerrado Denso alterou os teores foliares de P, K, Ca, Mn e Na que, na média, com exceção do Mn, apresentaram menores valores nas maiores doses de adubação com nitrogênio, comportamento inverso ao apresentado pela média do incremento do diâmetro do colo (Tabela 19), evidenciando efeito de diluição devido ao maior crescimento das plantas.

**Tabela 39.** Macronutrientes em folhas de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).

Nutriente	Espécie x dose <sup>(2)</sup>	Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )				Média das espécies
		0	10	20	40	Média <sup>(1)*</sup>
N (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	24,66	20,34	19,95	22,29	21,81a
	Aroeirinha <sup>NS</sup>	13,14	10,61	15,53	17,07	14,09b
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	11,44	16,52	13,58	16,59	14,53b
	Ingá <sup>NS</sup>	22,46	19,35	16,67	21,86	20,09a
	Vinhático <sup>NS</sup>	17,98	15,33	19,11	18,46	17,72ab
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	17,93	16,43	16,97	19,2	<b>Média</b> <sup>(1)*</sup>
P (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	1,13	1,02	0,84	1,09	1,02c
	Aroeirinha*	3,18A	1,06B	1,12B	1,18B	1,63ab
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	2,36	1,77	2,33	1,45	1,98a
	Ingá <sup>NS</sup>	1,13	1,93	1,02	1,19	1,31bc
	Vinhático <sup>NS</sup>	0,80	0,81	0,89	0,83	0,83c
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)*</sup>	1,72a	1,32ab	1,24ab	1,15b	<b>Média</b> <sup>(1)*</sup>
K (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	4,67	4,78	3,35	3,76	4,14b
	Aroeirinha*	12,68A	8,60AB	6,38B	6,06B	8,43a
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	11,73	8,93	8,82	8,66	9,53a
	Ingá <sup>NS</sup>	6,01	6,80	3,24	3,05	4,77b
	Vinhático <sup>NS</sup>	6,13	4,05	5,52	5,14	5,21b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)*</sup>	8,24a	6,63ab	5,46b	5,33b	<b>Média</b> <sup>(1)*</sup>
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	18,03	12,99	17,46	13,51	15,50ab
	Aroeirinha*	18,66AB	22,58A	17,99AB	15,18B	18,60a
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	18,23	16,06	14,18	12,42	15,22b
	Ingá*	8,25B	17,00A	15,85A	7,74B	12,21b
	Vinhático <sup>NS</sup>	5,58	7,96	5,84	4,93	6,08c
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)*</sup>	13,75a	15,32a	14,26a	10,76b	<b>Média</b> <sup>(1)*</sup>
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	2,69	1,23	1,56	2,57	2,01bc
	Aroeirinha <sup>NS</sup>	3,18	3,17	2,52	3,19	3,02a
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	3,08	2,01	1,81	2,24	2,28ab
	Ingá <sup>NS</sup>	1,44	2,33	2,30	2,49	2,14bc
	Vinhático <sup>NS</sup>	1,30	2,27	0,93	1,43	1,48c
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	2,34	2,20	1,82	2,38	<b>Média</b> <sup>(1)*</sup>
S (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	1,07	1,12	0,81	1,06	1,02ab
	Aroeirinha <sup>NS</sup>	0,75	0,80	0,87	0,60	0,75b
	Gonçalo-alves*	1,57A	0,91B	1,10AB	0,77B	1,09a
	Ingá <sup>NS</sup>	0,95	1,12	0,57	1,08	0,93ab
	Vinhático <sup>NS</sup>	0,67	0,87	0,85	0,93	0,83ab
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	1,00	1,00	0,84	0,89	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

**Tabela 40.** Micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies pioneiras, 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).

Nutriente, Al e Na	Espécie x dose <sup>(2)</sup>	Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )				Média das espécies
		0	10	20	40	Média <sup>(1)*</sup>
<b>B</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	145,40	122,50	126,83	143,83	134,64b
	Aroeirinha <sup>NS</sup>	247,60	201,57	180,57	232,47	215,55a
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	166,83	159,83	148,60	142,27	154,26b
	Ingá <sup>NS</sup>	78,97	92,33	58,83	81,70	77,96c
	Vinhático <sup>NS</sup>	39,73	53,10	58,00	48,17	49,75b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)NS</sup>	135,61	125,87	114,57	129,69	<b>Média</b> <sup>(1)NS</sup>
<b>Cu</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	4,20	2,37	2,67	5,30	3,63
	Aroeirinha <sup>NS</sup>	3,30	3,13	4,67	3,43	3,63
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	2,93	3,83	5,27	2,60	3,66
	Ingá <sup>NS</sup>	2,33	2,97	2,33	3,50	2,78
	Vinhático <sup>NS</sup>	2,33	2,40	2,13	3,37	2,56
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)NS</sup>	3,02	2,94	3,41	3,64	<b>Média</b> <sup>(1)*</sup>
<b>Fe</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	336,83	294,27	252,87	248,40	283,09c
	Aroeirinha*	1397,00A	926,23B	702,33B	814,90B	960,12a
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	604,57	591,60	710,07	456,77	590,75b
	Ingá*	243,63B	644,53A	428,77AB	189,60B	376,63c
	Vinhático <sup>NS</sup>	200,93	212,73	270,17	246,90	232,68c
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)NS</sup>	556,59	533,87	472,84	391,31	<b>Média</b> <sup>(1)*</sup>
<b>Mn</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado*	37,13AB	24,23B	20,03B	61,50A	35,72a
	Aroeirinha*	13,43B	59,03A	27,33B	22,40B	30,55ab
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	12,87	33,80	12,17	22,97	20,45b
	Ingá*	24,70AB	18,37AB	17,93B	46,03A	26,76ab
	Vinhático*	18,67B	13,63B	33,27AB	56,83A	30,60ab
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)*</sup>	21,36b	29,81ab	22,15b	41,95a	<b>Média</b> <sup>(1)*</sup>
<b>Zn</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	9,63	9,00	13,40	13,03	11,26ab
	Aroeirinha*	10,70AB	17,31A	16,80AB	9,27B	13,52a
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	14,03	9,53	12,97	8,67	11,60ab
	Ingá <sup>NS</sup>	10,63	10,33	8,63	7,47	9,27b
	Vinhático <sup>NS</sup>	9,87	15,00	9,40	10,10	11,09ab
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)NS</sup>	10,97	12,23	12,24	9,71	<b>Média</b> <sup>(1)*</sup>
<b>Al</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	369,77	217,37	229,20	299,67	279,00b
	Aroeirinha*	2323,20A	1621,13AB	1352,97B	1418,73B	1679,01a
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	1102,50	1450,73	1591,03	1147,63	1322,97a
	Ingá <sup>NS</sup>	237,97	731,97	536,57	242,30	437,20b
	Vinhático <sup>NS</sup>	211,20	83,40	277,63	344,97	254,30b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)NS</sup>	848,93	840,92	797,48	690,66	<b>Média</b> <sup>(1)*</sup>
<b>Na</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	65,87	67,97	54,30	82,53	67,67bc
	Aroeirinha <sup>NS</sup>	104,20	94,00	105,00	72,33	93,88a
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	99,73	70,60	105,27	71,07	86,67ab
	Ingá <sup>NS</sup>	45,53	82,70	84,87	55,23	67,08bc
	Vinhático <sup>NS</sup>	49,37	57,43	79,00	47,03	58,21c
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)*</sup>	72,94ab	74,54ab	85,69a	65,64b	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

A adubação nitrogenada não alterou os teores foliares de Mg, B, S, Zn, Al, Fe e Cu, mas as espécies apresentaram diferenças individuais.

O teor foliar de  $1,8 \text{ g kg}^{-1}$  de P, considerado como adequado em espécies tropicais por Dreschsel e Zeck (1991), só foi alcançado pelo gonçalo-alves. O ingá, o vinhático e o angico-do-cerrado apresentaram, na média, os menores teores foliares de P, os quais não diferiram com as doses de nitrogênio aplicadas. Os teores apresentados pelo vinhático e pelo angico-do-cerrado estão abaixo ou muito próximo dos considerados como adequados:  $1 \text{ a } 2 \text{ g kg}^{-1}$  de P (EPSTEIN, 1975).

Todas as espécies pioneiras apresentaram baixos conteúdos de K. Epstein (1975) considera adequado o teor de  $10 \text{ g kg}^{-1}$ ; para Mills e Jones (1996), o teor adequado se situa entre  $15 \text{ a } 40 \text{ g kg}^{-1}$  de K. Entretanto, para o cálcio os valores foram bem superiores aos considerados como adequados ( $5 \text{ g kg}^{-1}$ ) por Epstein (1975) e por Mills e Jones (1996), à exceção do teor alcançado pelo vinhático.

Não houve diferença entre as espécies quanto ao teor foliar de cobre, sendo que todas apresentaram teores abaixo do nível considerado adequado ( $6 \text{ mg kg}^{-1}$ ) por Dreschsel e Zeck (1991) e por Epstein (1975).

Os teores de Mg variaram entre  $0,93 \text{ g kg}^{-1}$  apresentado pelo vinhático até  $3,19 \text{ g kg}^{-1}$  apresentado pela aroeirinha. Para Dreschsel e Zeck (1991), algumas espécies apresentam sintomas de deficiência com teores de  $0,09 \text{ g kg}^{-1}$ . Os teores foliares de Mg encontrados na aroeirinha, gonçalo-alves e ingá podem ser considerados como suficientes ( $2,0 \text{ g kg}^{-1}$ ), de acordo com Epstein (1975).

As espécies diferiram entre si quanto ao teor de B. O vinhático apresentou o menor teor ( $49,7 \text{ mg kg}^{-1}$ ) e a aroeirinha o maior ( $215,5 \text{ mg kg}^{-1}$ ). Em plantas tropicais, valores intermediários situam-se entre  $11 \text{ a } 164 \text{ mg kg}^{-1}$  (DRESCHSEL e ZECK, 1991). Mills e Jones (1996) e Epstein (1975) consideram adequado o teor de  $20 \text{ mg kg}^{-1}$  de B.

Todas as espécies pioneiras adubadas com N no solo de Cerrado Denso apresentaram teores foliares acima de  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  de Fe, o mesmo acontecendo com o Al. A aroeirinha e o gonçalo-alves apresentaram teores médios extremamente elevados de Fe ( $960 \text{ e } 591 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectivamente) e Al ( $1679 \text{ e } 1323 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectivamente), muito acima do considerado como adequado às plantas superiores, ou seja, de  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  de Fe

(EPSTEIN, 1975) e de 100 a 600 mg kg<sup>-1</sup> de Al para espécies não acumuladoras (MEDEIROS e HARIDASAN, 1985).

Os teores foliares de Cu, Mn e Zn mostrados pelas espécies pioneiras plantadas em solo de Cerrado Denso encontram-se abaixo daqueles relatados por Carpanezzi et al. (1976) em cinco espécies nativas, o mesmo acontecendo para o Zn e o Cu em outras cinco espécies estudadas por Dall'Orto et al. (1976).

A aroeirinha e o gonçalo-alves, dentre as espécies pioneiras, apresentaram elevada resposta em crescimento com a adubação nitrogenada. A aroeirinha apresentou o maior incremento do diâmetro do colo e diâmetro da copa, e também apresentou os maiores teores foliares médios de Ca, Mg, B, Fe, Mn, Zn, Al e Na. O gonçalo-alves apresentou os maiores teores de P, K e S e os segundos maiores de Ca, Mg, B, Fe, Zn, Al e Na. Possivelmente, os maiores teores médios dos nutrientes nas folhas de ambas as espécies devem-se à maior demanda devido ao maior crescimento.

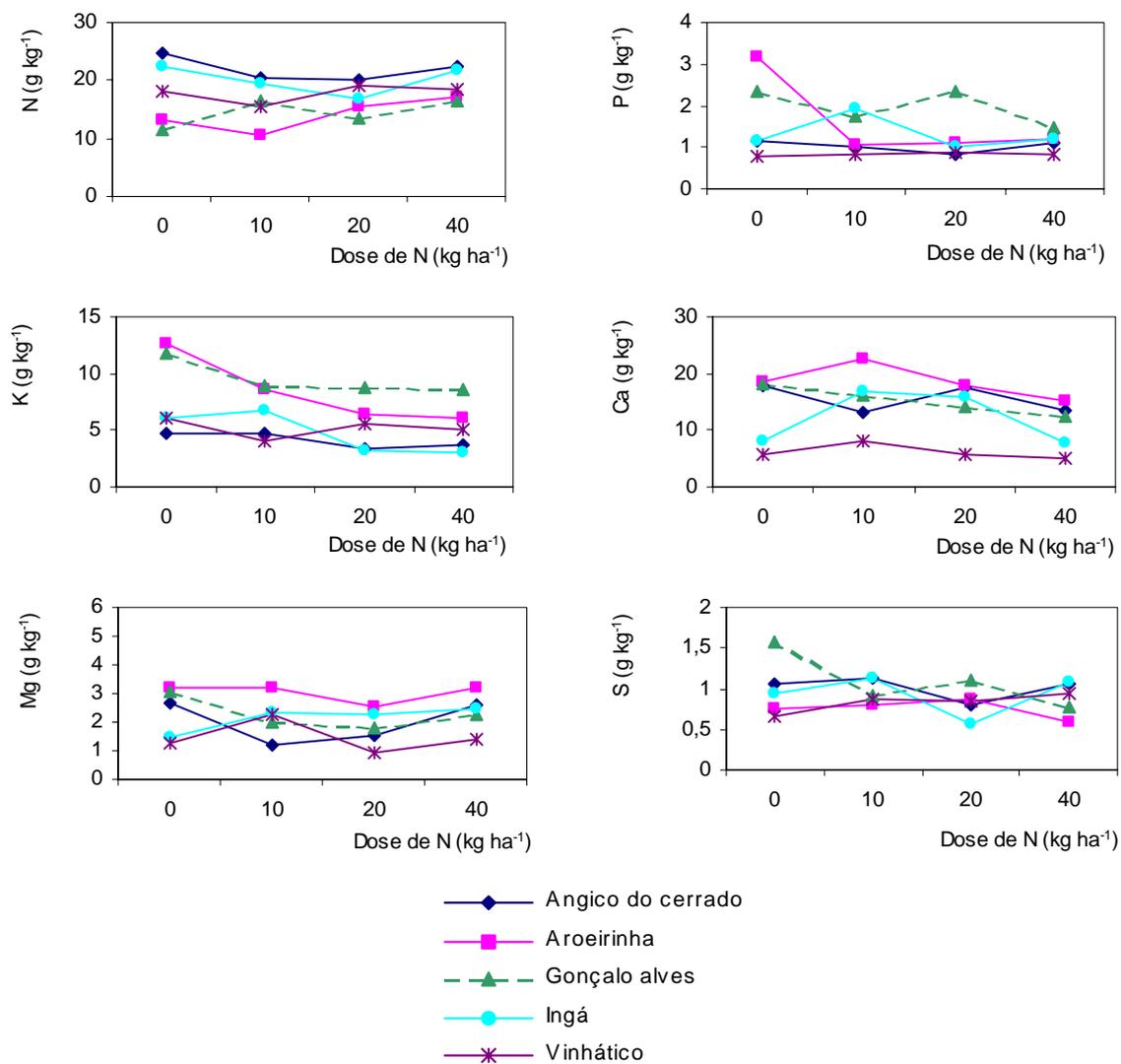
O angico-do-cerrado, o vinhático e o ingá apresentaram, para quase todos os elementos (P, K, Ca, Mg, Al, B, Fe e Na), os menores teores de nutrientes na folha. No entanto, o ingá e o vinhático apresentaram bons incrementos de diâmetro de copa, só superados pela aroeirinha, indicando apresentar pequenos requerimentos e boa eficiência nutricional.

Para o angico-do-cerrado, os resultados foram semelhantes com as observações de Furtini Neto et al. (1999a), que encontraram para essa espécie, pequena eficiência de absorção e utilização de nutrientes, com pequeno conteúdo total de Ca, Mg, K e P. Ainda, segundo os autores, com exceção do tratamento com alto nível de alumínio, o angico-do-cerrado mostrou tendência de equiparação com os demais. A correção do solo, através da calagem, aumentou a produção de matéria seca em apenas 20%.

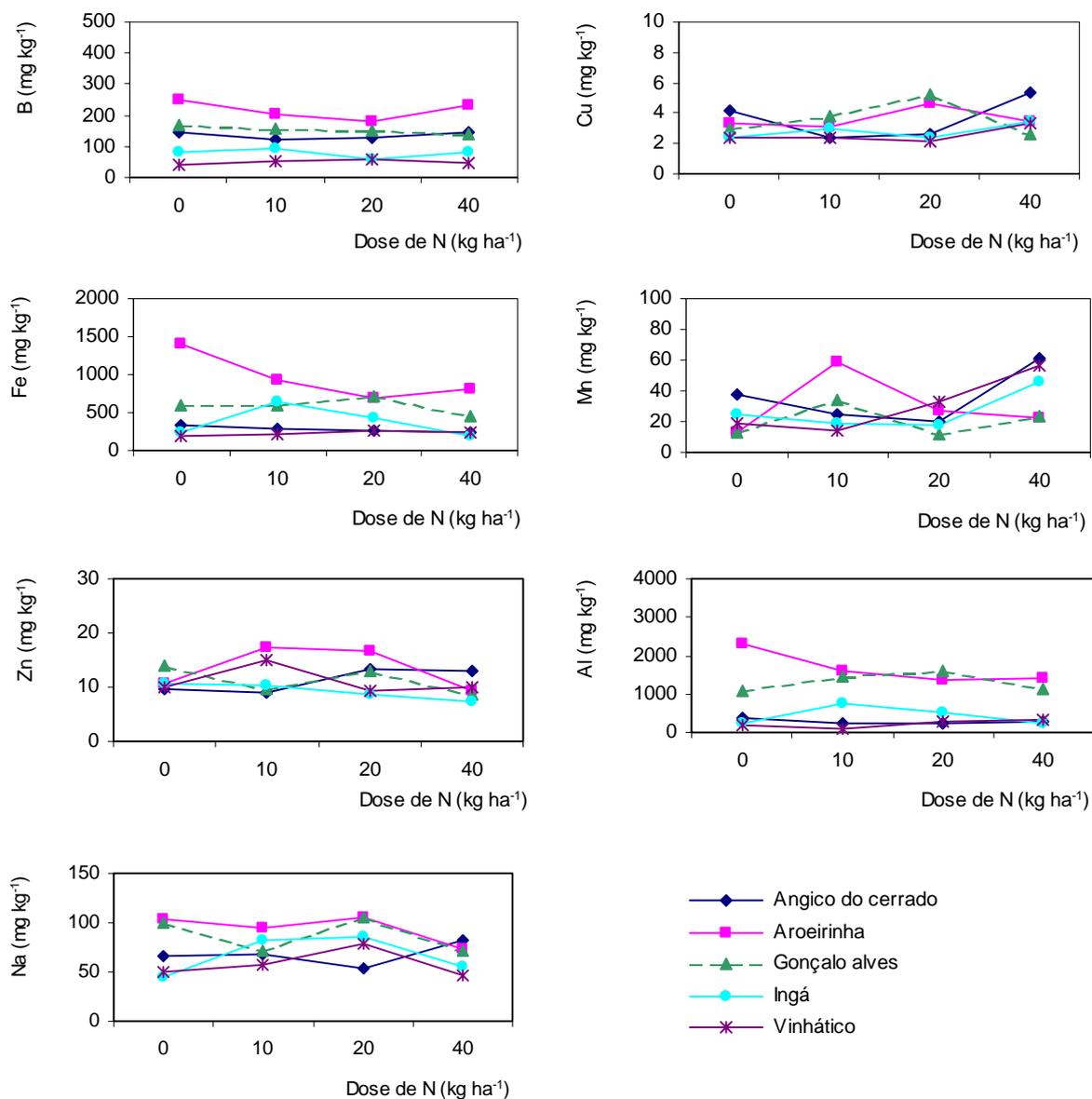
Pelas Figuras 19 e 20, verifica-se maiores diferenças no teor foliar entre as espécies nas doses de 0 e 10 kg ha<sup>-1</sup> de N e tendência de agrupamento na maior dose.

Oliveira e Machado (1982), citados por ALMEIDA (1998), encontraram para o vinhático em condições de cerrado teores foliares de N e P superiores e de K e Mg inferiores aos deste estudo, destacando o teor de Ca encontrados pelos autores que foi cerca de 6 vezes menor.

Sob adubação com nitrogênio, o mesmo comportamento da aroeirinha e do gonçalo-alves para os teores foliares de B, Fe e Al foi encontrado para estas espécies quando adubadas com fósforo.



**Figura 19.** Efeitos da adubação nitrogenada sobre o teor de macronutrientes nas folhas de espécies pioneiras plantadas em solo de Cerrado Denso do Distrito Federal.



**Figura 20.** Efeitos da adubação nitrogenada sobre o teor de micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies pioneiras plantadas em solo de Cerrado Denso do Distrito Federal.

A adubação fosfatada das espécies pioneiras em solo de Cerrado Denso apresentou interação dose x espécie para o teor foliar de P. No desdobramento da interação, observou-se diferenças individuais quanto aos requerimentos nutricionais para o fósforo. O angico-do-cerrado e o vinhático não apresentaram alterações no teor foliar de P em função das doses. A aroeirinha e o ingá apresentaram o maior teor foliar de P na dose de 10 kg ha<sup>-1</sup>; já o gonçalo-alves na dose de 20 kg ha<sup>-1</sup> de P (Tabelas 41 e 42 e Figuras 21 e 22).

A adubação fosfatada somente não afetou os teores foliares de Ca, S, Cu e Zn. De maneira geral, a adubação com fósforo influenciou mais a absorção dos elementos do que a adubação com nitrogênio, aumentando o teor foliar de micronutrientes e diminuindo os de macronutrientes. Entretanto, em solo de Cerrado Denso, o incremento do diâmetro do colo das espécies pioneiras não foi tão afetado pela ausência de P como pela de N.

Os teores de K, Mg, Mn e Na tenderam a ser mais altos, coincidindo com as doses que proporcionaram os maiores incrementos do diâmetro do colo.

O teor médio de enxofre nas folhas apresentou tendência de ser menor nas doses de 0 e 10 kg ha<sup>-1</sup> de P. Não houve diferença entre as espécies, mas estas apresentaram, na média, teor menor do que quando adubadas com N, uma vez que absorveram menos S nas menores doses de P.

O angico-do-cerrado e o vinhático apresentaram os menores teores foliares, mostrando a mesma tendência sob adubação com nitrogênio. A capacidade destas espécies de crescer com baixo teor de P nos tecidos indica pequeno requerimento nutricional ou elevada eficiência nutricional.

O vinhático também apresentou os menores teores de P, Ca, Mg, Al, B, Fe e Na, indicando elevada eficiência nutricional. O ingá apresentou absorção bastante alterada, para mais, de B, Ca, Zn e Na, e para menos, de N, Mn, Fe e Al, na dose de 10 kg ha<sup>-1</sup> de P (Figuras 21 e 22).

Em casa de vegetação a aroeirinha adubada com fósforo apresentou os seguintes teores de macronutrientes nas folhas, em g kg<sup>-1</sup>: N - 15,10; K - 7,66; Ca - 13,45; Mg - 2,40 e S - 1,15. O teor foliar de P variou entre 0,73 a 1,15 g kg<sup>-1</sup>, associados a teores no solo entre 1 a 67 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente (RESENDE et al., 2000). Comparados a este estudo, os teores de K e de S foram superiores. No Cerrado Denso, com uma disponibilidade no solo entre 3 a 55 mg dm<sup>-3</sup> de P, a aroeirinha apresentou teor foliar entre 0,96 a 1,76 g kg<sup>-1</sup>

de P, sendo o maior teor associado à dose de 10 kg ha<sup>-1</sup> de P, correspondendo também ao maior incremento de diâmetro do colo para a aroeirinha.

**Tabela 41.** Macronutrientes em folhas de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P).

Nutriente	Espécie x dose <sup>(2)</sup>	Dose de P (kg ha <sup>-1</sup> )				Média das espécies
		0	10	20	40	Média <sup>(1) *</sup>
N (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	23,85	20,13	19,95	19,55	20,87a
	Aroeirinha <sup>NS</sup>	13,37	12,62	15,53	18,99	15,13b
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	14,98	11,33	13,58	12,15	13,01b
	Ingá*	23,36A	12,42B	16,67AB	15,81AB	17,06ab
	Vinhático <sup>NS</sup>	16,02	14,55	19,11	18,69	17,09ab
	<b>Média das doses <sup>(1) *</sup></b>	18,31a	14,24b	16,97ab	17,04ab	<b>Média <sup>(1) *</sup></b>
P (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	0,91	0,82	0,84	1,01	0,89b
	Aroeirinha*	0,96B	1,76A	1,12B	1,17AB	1,25a
	Gonçalo-alves*	1,25B	1,09B	2,33A	1,53B	1,55a
	Ingá*	0,96B	2,20A	1,02B	1,31B	1,37a
	Vinhático <sup>NS</sup>	0,75	0,98	0,89	0,93	0,89b
	<b>Média das doses <sup>(1) *</sup></b>	0,97b	1,37a	1,24ab	1,19ab	<b>Média <sup>(1) *</sup></b>
K (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	4,18	4,85	3,35	4,83	4,30c
	Aroeirinha*	5,64B	9,18A	4,38B	4,20B	5,85ab
	Gonçalo-alves*	6,23AB	7,70A	7,16AB	5,35B	6,61a
	Ingá <sup>NS</sup>	5,16	5,18	3,24	3,73	4,33c
	Vinhático*	6,19A	5,52AB	5,52AB	3,64B	5,22bc
	<b>Média das doses <sup>(1) *</sup></b>	5,48ab	6,49a	4,73bc	4,35c	<b>Média <sup>(1) *</sup></b>
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	14,47	12,61	14,13	13,15	13,59b
	Aroeirinha*	18,77A	12,79B	17,99AB	15,99AB	16,38ab
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	18,81	17,67	14,18	16,48	16,79a
	Ingá*	12,99B	23,88A	15,85B	16,68B	17,35a
	Vinhático <sup>NS</sup>	5,59	4,14	5,84	7,29	5,71c
	<b>Média das doses <sup>(1) NS</sup></b>	14,12	14,22	13,60	13,92	<b>Média <sup>(1) *</sup></b>
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado*	3,08A	2,53AB	1,56B	1,99AB	2,29a
	Aroeirinha*	2,72A	1,34B	2,52AB	2,18AB	2,19ab
	Gonçalo-alves*	2,50AB	3,35A	1,81B	2,83AB	2,62a
	Ingá*	2,38B	2,94AB	2,30B	3,94A	2,89a
	Vinhático <sup>NS</sup>	1,25	1,96	0,93	2,10	1,56b
	<b>Média das doses <sup>(1) *</sup></b>	2,38ab	2,42a	1,82b	2,61a	<b>Média <sup>(1) NS</sup></b>
S (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	1,08	0,82	0,81	0,97	0,92
	Aroeirinha <sup>NS</sup>	0,76	0,61	0,87	0,76	0,75
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	1,03	0,70	1,10	0,96	0,95
	Ingá <sup>NS</sup>	0,96	0,72	0,57	0,66	0,72
	Vinhático <sup>NS</sup>	0,73	0,72	0,85	0,81	0,78
	<b>Média das doses <sup>(1) NS</sup></b>	0,91	0,71	0,84	0,83	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

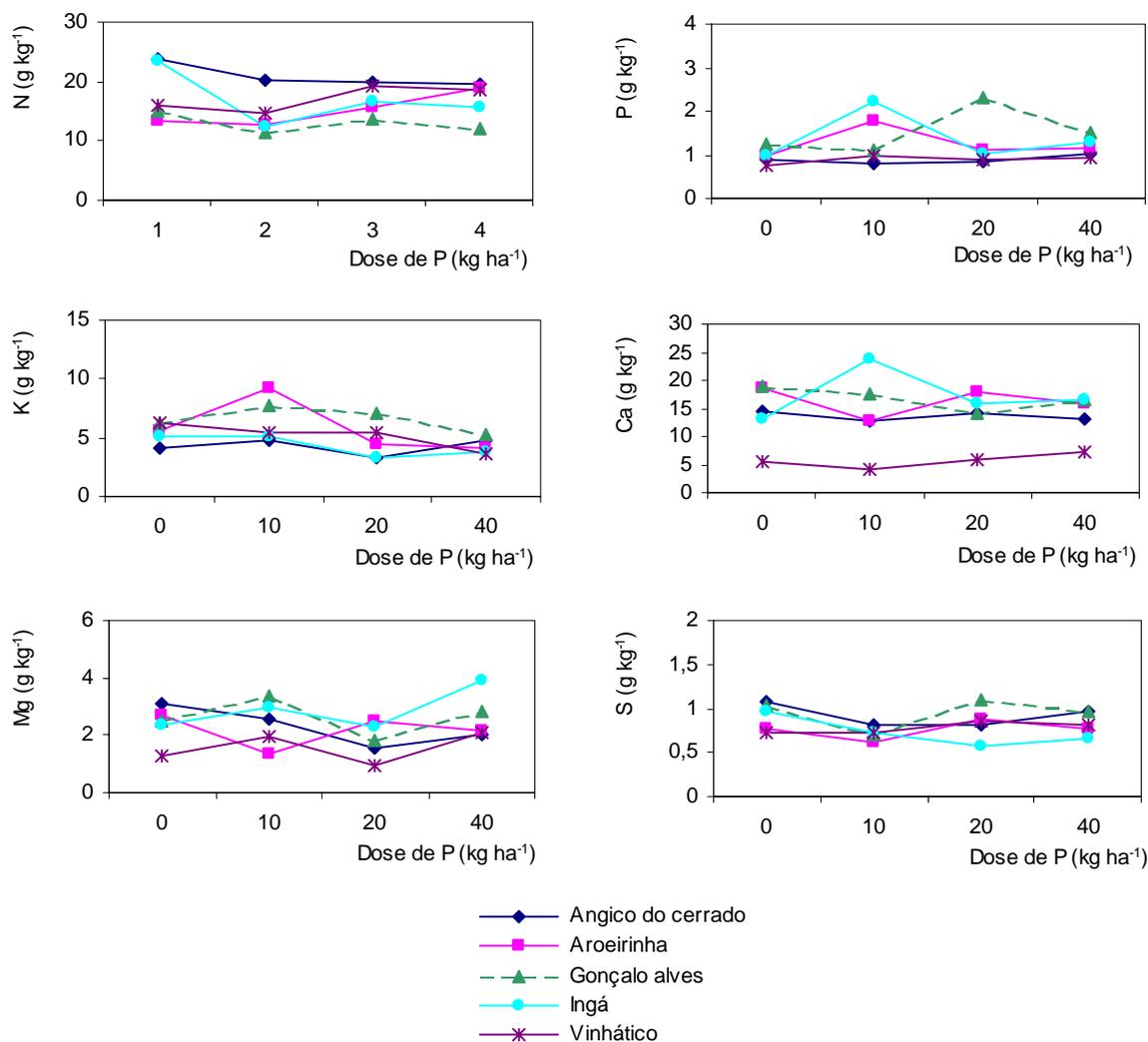
**Tabela 42.** Micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P).

Nutriente, Al e Na	Espécie x dose <sup>(2)</sup>	Dose de P (kg ha <sup>-1</sup> )				Média das espécies
		0	10	20	40	Média <sup>(1) *</sup>
<b>B</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	134,33	64,00	93,50	150,80	110,66cd
	Aroeirinha <sup>NS</sup>	249,47	154,43	180,57	182,43	191,72ab
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	156,17	185,27	181,93	136,23	164,90bc
	Ingá*	208,23BC	401,93A	108,83C	228,73B	236,93a
	Vinhático*	70,87B	66,47B	58,00B	205,23A	100,14d
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	163,81 ab	174,42ab	124,57b	180,69a	<b>Média</b> <sup>(1) NS</sup>
<b>Cu</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	3,93	2,27	2,67	2,53	2,85
	Aroeirinha <sup>NS</sup>	2,80	3,63	4,67	2,60	3,42
	Gonçalo-alves*	2,33B	1,90B	5,27A	2,57B	3,02
	Ingá <sup>NS</sup>	4,27	3,00	2,33	2,90	3,12
	Vinhático <sup>NS</sup>	2,67	3,13	2,13	2,50	2,61
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	3,20	2,79	3,41	2,62	<b>Média</b> <sup>(1) *</sup>
<b>Fe</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	497,90	298,53	319,50	309,90	356,46c
	Aroeirinha*	1513,60A	1370,23A	702,33B	843,30B	1107,37a
	Gonçalo-alves*	999,40A	605,30BC	710,07AB	395,30C	677,52b
	Ingá*	609,53A	174,93B	428,77AB	261,50B	368,68c
	Vinhático <sup>NS</sup>	308,47	227,40	270,17	392,30	299,58c
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	785,78a	535,28b	486,17b	440,46b	<b>Média</b> <sup>(1) *</sup>
<b>Mn</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado*	31,33AB	35,53A	20,03B	41,73A	32,16a
	Aroeirinha <sup>NS</sup>	26,70	22,87	27,33	16,33	23,31b
	Gonçalo-alves*	12,83B	32,33A	15,50B	12,20B	18,22b
	Ingá*	44,33A	24,50B	21,26B	49,30A	34,85a
	Vinhático <sup>NS</sup>	28,20	37,00	33,27	31,17	32,41a
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	28,68ab	30,45a	23,48b	30,15a	<b>Média</b> <sup>(1) NS</sup>
<b>Zn</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado*	19,50A	7,37B	13,40AB	9,03AB	12,32
	Aroeirinha <sup>NS</sup>	9,30	7,03	16,80	9,03	10,54
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	13,00	13,27	12,97	16,90	14,03
	Ingá*	9,57B	28,07A	8,63B	12,20B	14,62
	Vinhático <sup>NS</sup>	17,13	7,67	9,40	12,93	11,78
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	13,70	12,68	12,24	12,02	<b>Média</b> <sup>(1) *</sup>
<b>Al</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	313,40	256,13	229,20	311,37	277,52c
	Aroeirinha*	3125,83A	1722,03B	1352,97B	1603,20B	1951,00a
	Gonçalo-alves*	1622,40A	1481,00A	924,37B	614,83B	1160,65b
	Ingá <sup>NS</sup>	621,27	323,60	536,57	267,90	437,33c
	Vinhático <sup>NS</sup>	237,03	278,73	244,30	366,70	281,69c
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	1183,99a	812,30b	657,48b	632,80b	<b>Média</b> <sup>(1) NS</sup>
<b>Na</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	94,40	93,03	87,63	118,00	98,27
	Aroeirinha*	77,30B	182,80A	105,00AB	61,63B	106,68
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	55,37	84,00	105,27	80,40	81,26
	Ingá <sup>NS</sup>	64,27	127,03	84,87	69,00	86,29
	Vinhático <sup>NS</sup>	64,27	87,40	79,00	61,83	73,12
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	71,12b	114,85a	92,35ab	78,17b	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

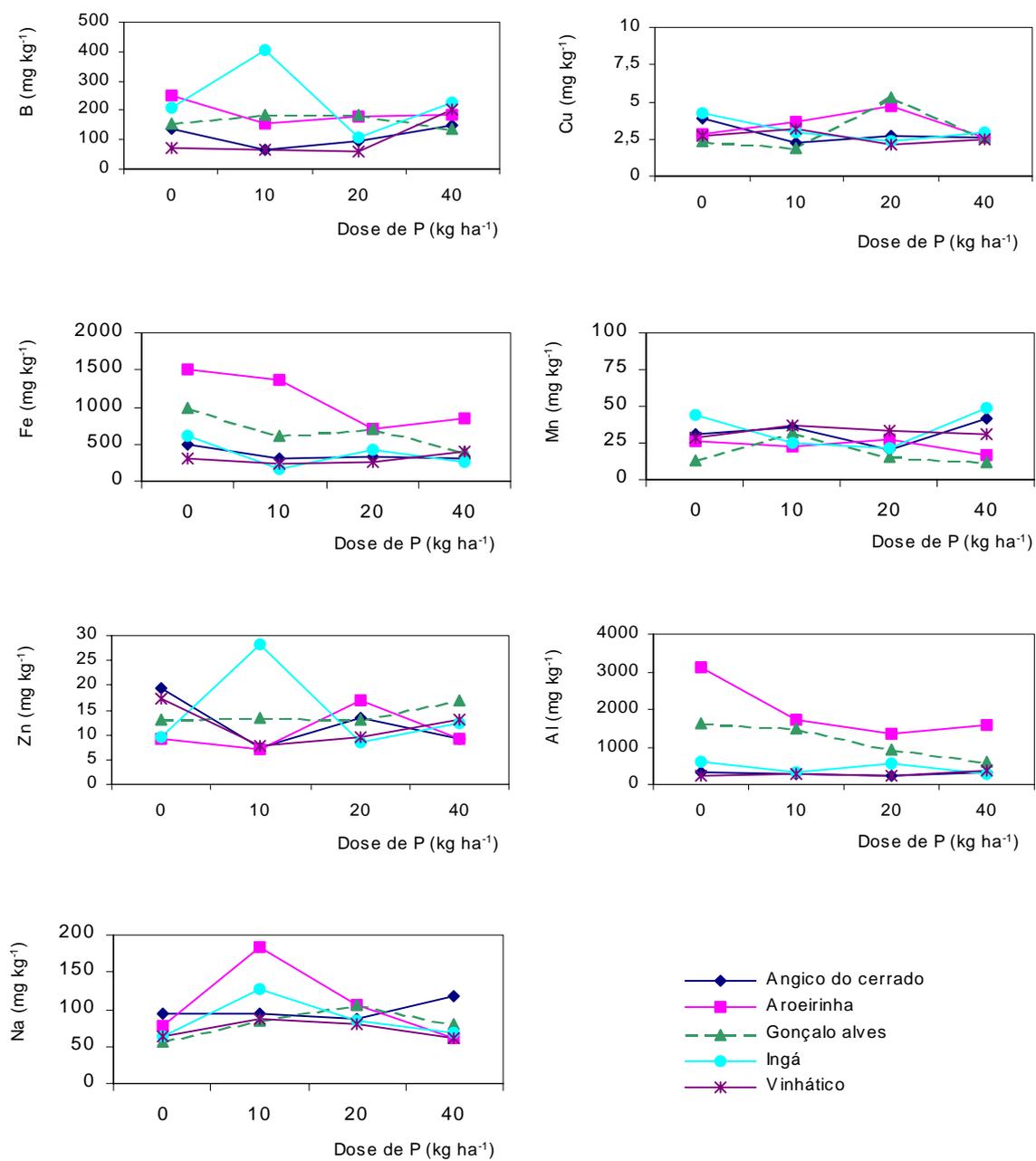
(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.



**Figura 21.** Efeitos da adubação fosfatada sobre o teor de macronutrientes nas folhas de espécies pioneiras plantadas em solo de Cerrado Denso do Distrito Federal.

As espécies pioneiras adubadas com fósforo em solo de Cerrado Denso diferiram entre si quanto ao teor de B. O vinhático apresentou o menor valor (100 mg kg<sup>-1</sup>), e o ingá o maior (237 mg kg<sup>-1</sup>). Em plantas tropicais, valores intermediários situam-se entre 11 a 164 mg kg<sup>-1</sup> de B (DRESCHSEL e ZECK, 1991). O teor foliar de Cu não diferiu entre as espécies e todas apresentaram valores abaixo de 6 mg kg<sup>-1</sup>, teor considerado adequado por Dreschel e Zeck (1991).



**Figura 22.** Efeitos da adubação fosfatada sobre o teor de micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies pioneiras plantadas em solo de Cerrado Denso do Distrito Federal.

Todas as espécies pioneiras adubadas com fósforo apresentaram teores foliares acima de  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  de Fe, o mesmo acontecendo com o Al. A aroeirinha e o gonçalo-alves apresentaram teores extremamente elevados de Fe (1107 e  $677 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectivamente) e de Al (1951 e  $1160 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectivamente), muito acima do considerado adequado às plantas superiores por Epstein (1975) e Medeiros e Haridasan (1985).

### 5.5.2. Espécies secundárias

A adubação das espécies secundárias em solo de Cerrado Denso com nitrogênio não alterou o teor foliar médio de Ca, Mg, Zn e Na. Também não houve alteração nos teores de N, Cu, Fe e Al na média, mas as espécies mostraram diferenças individuais.

Dentre as espécies secundárias adubadas com nitrogênio ou com fósforo, o tamboril-do-cerrado alcançou os maiores teores de N e de S. Quando adubado com N aumentou o teor foliar médio de S. O tamboril-do-cerrado também apresentou os menores teores de B, Fe, Mn, Zn e Al; contudo, atingiu o maior incremento do diâmetro do colo, com ajuste de equação de regressão linear e positiva para as doses de N, indicando alta eficiência de utilização do nutriente (Tabelas 43 e 44).

O óleo-de-copaíba apresentou os maiores teores nas folhas de B, Mn e Zn, tanto adubado com nitrogênio como com fósforo. Observa-se tendência dos maiores teores se apresentarem na maior dose de N (Figuras 23 e 24). O óleo-de-copaíba também apresentou ajuste de regressão linear e positivo com as doses de N, para as variáveis diâmetro de colo e de copa, diferindo do encontrado por Paron et al. (1996), para os quais a adição de N não afetou o crescimento do óleo-de-copaíba. Esses autores concluíram que a produção de matéria seca da parte aérea foi máxima com a aplicação de  $30 \text{ mg dm}^{-3}$  de P no solo e proporcionou aumento de 283% em relação à testemunha.

Para os nutrientes P, K e Cu nota-se efeito de concentração, com os maiores teores nas menores doses de N, e que proporcionaram menor incremento do diâmetro do colo para o óleo-de-copaíba. Conforme Paron et al. (1996), o crescimento lento do óleo-de-copaíba pode contribuir para uma pequena demanda de P e ausência de dependência micorrízica. Entretanto, Saggin-Júnior (1997), considera o óleo-de-copaíba altamente a extremamente dependente de micorrizas. Os teores de P e K não diferiram entre os

tratamentos e alcançaram média geral de 1,1 e 11,7 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Os teores de N variaram de 20 a 24 g kg<sup>-1</sup> e os de Ca entre 8,8 e 10,8 g kg<sup>-1</sup>.

Os teores de P do óleo-de-copaíba e do tamboril-do-cerrado foram muito baixos. A capacidade dessas espécies crescerem com baixo teor de P nos tecidos indicam sua elevada eficiência nutricional, explicando sua ampla ocorrência.

**Tabela 43.** Macronutrientes nas folhas de espécies secundárias, 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).

Nutriente	Espécie x dose <sup>(2)</sup>	Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )				Média das espécies
		0	10	20	40	Média <sup>(1)</sup> *
N (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	9,80	13,56	9,52	14,39	11,82c
	Óleo-de-copaíba*	12,04B	17,20A	18,67A	16,00AB	15,98b
	Tamboril-do-cerrado <sup>NS</sup>	21,60	19,13	16,68	19,90	19,33a
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)NS</sup>	14,48	16,63	14,96	16,76	<b>Média</b> <sup>(1)</sup> *
P (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita*	1,80A	2,23A	0,99B	0,87B	1,47a
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	1,29	0,94	1,02	0,99	1,06b
	Tamboril-do-cerrado*	0,86B	0,75B	1,44A	0,90B	0,98b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)*</sup>	1,31a	1,30a	1,15ab	0,92b	<b>Média</b> <sup>(1)</sup> <sup>NS</sup>
K (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita*	8,50A	7,69A	2,71B	2,86B	5,44
	Óleo-de-copaíba*	8,60A	3,77B	3,96B	5,00B	5,33
	Tamboril-do-cerrado <sup>NS</sup>	4,65	5,32	5,09	4,99	5,01
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)*</sup>	7,25a	5,59b	3,92c	4,28c	<b>Média</b> <sup>(1)</sup> *
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	13,18	15,44	20,29	20,62	17,38a
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	10,53	12,91	13,23	16,94	13,40ab
	Tamboril-do-cerrado <sup>NS</sup>	9,92	10,27	8,43	10,20	9,70b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)NS</sup>	11,21	12,87	13,98	15,92	<b>Média</b> <sup>(1)</sup> *
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	2,07	2,46	3,33	3,07	2,73a
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	2,71	2,64	2,69	3,41	2,86a
	Tamboril-do-cerrado <sup>NS</sup>	2,51	1,32	1,73	1,78	1,83b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)NS</sup>	2,43	2,14	2,58	2,75	<b>Média</b> <sup>(1)</sup> *
S (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	0,55	1,00	0,70	0,67	0,73b
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	0,79	0,97	0,96	0,70	0,85ab
	Tamboril-do-cerrado*	0,83B	1,46A	0,94AB	0,79B	1,00a
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)*</sup>	0,72b	1,14a	0,86ab	0,72b	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

Dentre as espécies secundárias adubadas com nitrogênio, a cagaita apresentou o menor teor foliar de N, embora crescente com o aumento da dose, indicando que com o menor crescimento houve efeito de concentração. A cagaita não mostrou alteração nos teores foliares da maioria dos elementos (K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn e Na), em função da

adubação fosfatada, apresentando teores intermediários de quase todos os micronutrientes. Comportamento semelhante ao do tamboril-do-cerrado, quando adubado com nitrogênio ou com fósforo. A diferença, no entanto, está no crescimento bem distinto alcançado pelos dois.

**Tabela 44.** Micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies secundárias, 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).

Nutriente, Al e Na	Espécie x dose <sup>(2)</sup>	Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )				Média das espécies
		0	10	20	40	Média <sup>(1)</sup> *
<b>B</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	Cagaita*	182,63A	93,41B	172,10AB	145,33AB	148,67b
	Óleo-de-copaíba*	550,36B	503,90B	355,17C	859,80A	567,31a
	Tamboril-do-cerrado <sup>NS</sup>	68,73	49,36	79,80	53,80	62,92c
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)</sup> *	267,24b	215,55c	202,35c	352,98a	<b>Média</b> <sup>(1)</sup> NS
<b>Cu</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	Cagaita*	2,90AB	4,85A	2,20B	3,20AB	3,29
	Óleo-de-copaíba*	5,27A	2,81B	2,90B	3,01AB	3,49
	Tamboril-do-cerrado <sup>NS</sup>	2,10	1,84	3,50	3,07	2,63
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)</sup> NS	3,42	3,16	2,87	3,09	<b>Média</b> <sup>(1)</sup> *
<b>Fe</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	540,17	446,83	491,63	411,90	472,63a
	Óleo-de-copaíba*	438,37B	612,03AB	431,93B	726,50A	552,21a
	Tamboril-do-cerrado <sup>NS</sup>	238,50	310,44	471,57	207,37	306,97b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)</sup> NS	405,68	456,43	465,04	448,59	<b>Média</b> <sup>(1)</sup> *
<b>Mn</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	25,83	48,03	55,66	111,93	60,37b
	Óleo-de-copaíba*	140,93A	36,43B	114,60AB	203,36A	123,83a
	Tamboril-do-cerrado <sup>NS</sup>	17,40	38,53	14,40	34,17	26,12b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)</sup> *	61,39ab	40,99b	61,56ab	116,48a	<b>Média</b> <sup>(1)</sup> *
<b>Zn</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	15,83	11,20	17,30	13,67	14,50b
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	28,30	27,36	25,87	30,46	28,00a
	Tamboril-do-cerrado <sup>NS</sup>	5,10	6,76	9,23	5,23	6,58c
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)</sup> NS	16,41	15,11	17,47	16,45	<b>Média</b> <sup>(1)</sup> *
<b>Al</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	1096,90	597,60	769,77	456,97	730,31a
	Óleo-de-copaíba*	568,93B	899,90AB	656,90B	1578,20A	925,95a
	Tamboril-do-cerrado <sup>NS</sup>	263,50	312,36	199,50	211,83	246,80b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)</sup> NS	643,11	603,24	542,05	749,00	<b>Média</b> <sup>(1)</sup> *
<b>Na</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	77,50	97,36	94,50	75,97	86,33a
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	52,43	56,38	76,97	43,28	57,26b
	Tamboril-do-cerrado <sup>NS</sup>	72,23	54,03	102,07	69,30	74,41ab
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)</sup> NS	67,39	69,26	91,18	62,85	-

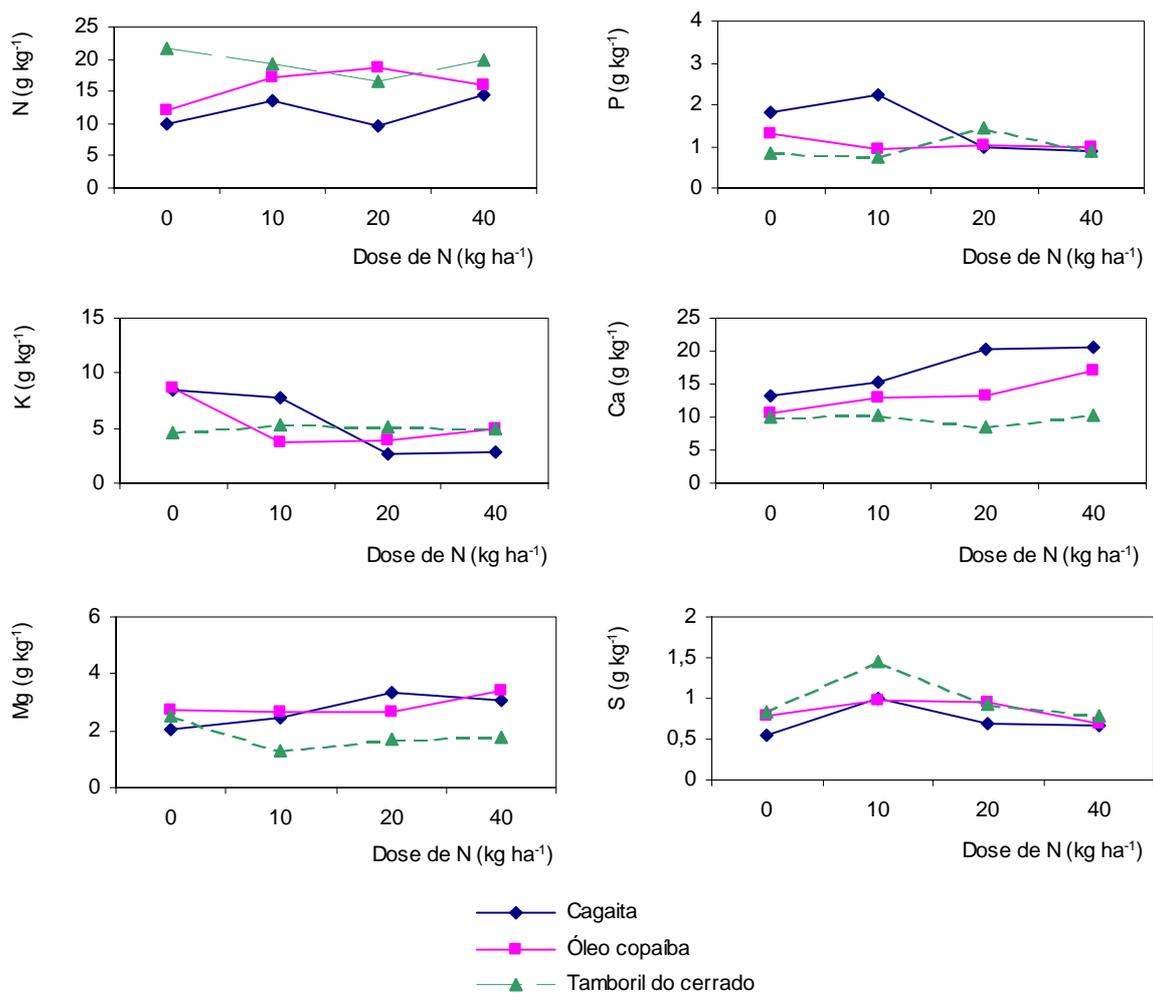
(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

Os teores foliares de Ca e Mg da cagaita foram bem maiores do que os do óleo-de-copaíba e do tamboril-do-cerrado, indicando diluição devido ao crescimento bem

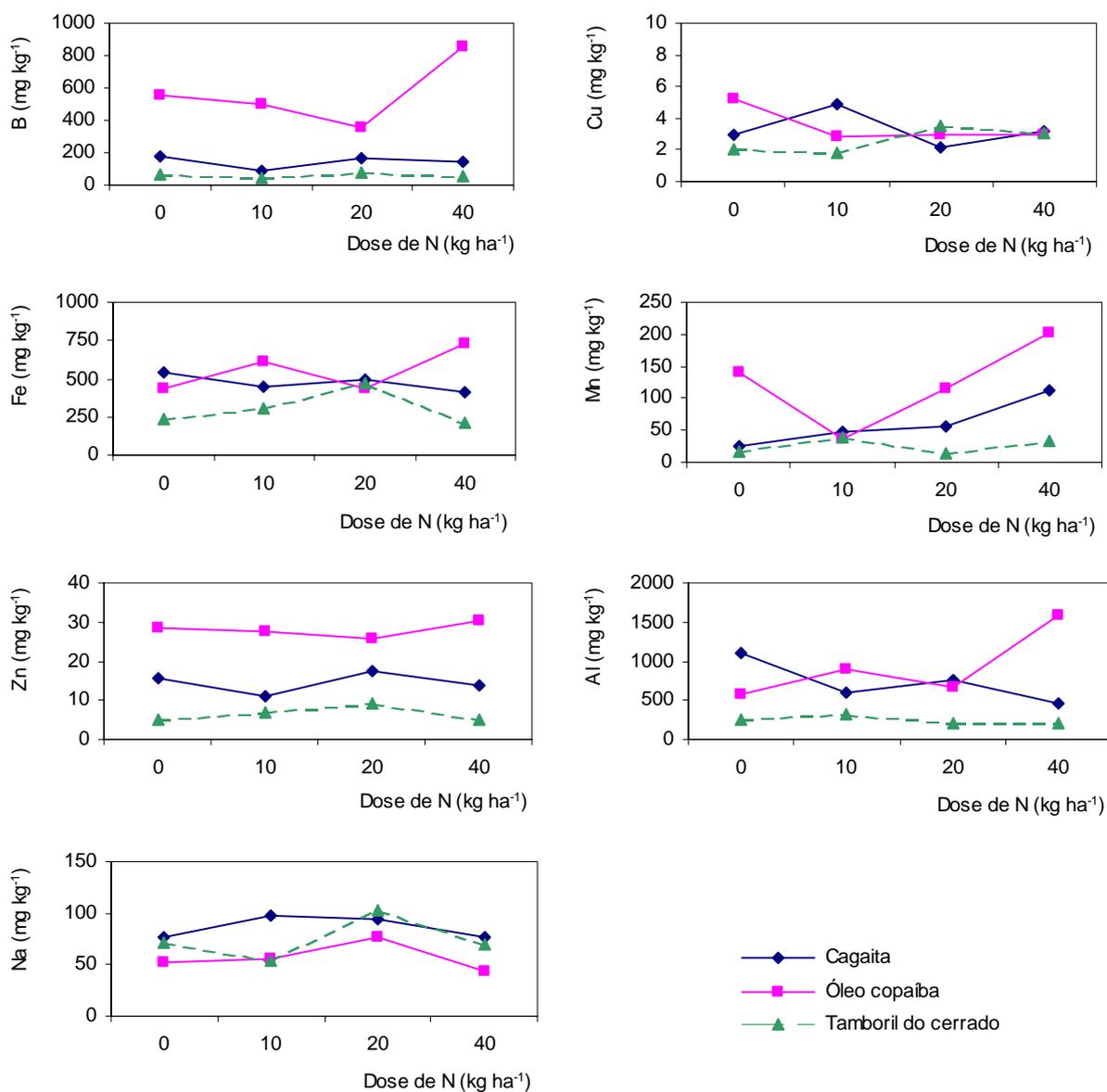
maior destas duas últimas espécies, ou maior habilidade de absorção da cagaita, devido à sua adaptação a solos de baixa fertilidade.



**Figura 23.** Efeitos da adubação nitrogenada sobre o teor de macronutrientes nas folhas de espécies secundárias plantadas em solo de Cerrado Denso do Distrito Federal.

Os teores foliares de B, Fe e Al foram muito elevados para a cagaita e para o óleo-de-copaíba, sendo que os maiores teores acompanharam o incremento do diâmetro do colo e da copa das duas espécies, porém de forma antagônica, visto que ambas apresentaram ajustes de regressão linear, o óleo-de-copaíba positivo e a cagaita negativo em relação às doses de N. Com relação a sobrevivência, apesar de não haver diferença

significativa, quanto a dose nem à sua interação com as espécies, nota-se (Tabela 13) melhor sobrevivência da cagaita na ausência de nitrogênio e a do óleo-de-copaíba nas maiores doses.



**Figura 24.** Efeitos da adubação nitrogenada sobre o teor de micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies secundárias plantadas em solo de Cerrado Denso do Distrito Federal.

Marques et al. (2000), trabalhando com crescimento e teores de metais pesados em mudas de espécies arbóreas, encontraram teor de Zn na parte aérea do óleo-de-copaíba de  $80 \text{ mg kg}^{-1}$  na ausência de solo contaminado. O zinco é considerado um metal de fitotoxidez moderada, sendo que a maioria das espécies estudadas até o presente são afetadas por concentrações no tecido que variam de 100 a  $400 \text{ mg kg}^{-1}$  (Kabata-Pendias e Pendias, 1984, citados por MARQUES et al., 2000 e por SANTOS et al., 2000).

Em solos com elevado grau de contaminação, Marques et al. (2000) verificaram que algumas espécies arbóreas toleram o estresse do excesso de metais no solo, como é o caso da cagaita. Verificaram também que os teores de Cu aumentaram com a contaminação por metais; entretanto, os valores encontrados na planta foram considerados normais ( $12$  a  $16 \text{ mg kg}^{-1}$  de Cu).

Em solo de Cerrado Denso, a adubação das espécies secundárias com fósforo não alterou os teores foliares de macronutrientes, à exceção do teor de P (Tabelas 45 e 46 e Figuras 25 e 26).

**Tabela 45.** Macronutrientes em folhas de espécies secundárias 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P).

Nutriente	Espécie x dose <sup>(2)</sup>	Dose de P (kg ha <sup>-1</sup> )				Média das espécies
		0	10	20	40	Média <sup>(1)</sup> *
N (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	13,93	13,30	9,52	12,56	12,33b
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	13,54	17,36	18,67	12,46	15,51ab
	Tamboril-do-cerrado <sup>NS</sup>	18,25	18,21	20,01	20,44	19,23a
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)NS</sup>	15,24	16,29	16,07	15,15	<b>Média</b> <sup>(1)NS</sup>
P (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita*	0,82B	1,17AB	0,95AB	1,49A	1,11
	Óleo-de-copaíba*	0,80B	0,87B	1,02AB	1,49A	1,04
	Tamboril-do-cerrado <sup>NS</sup>	0,77	0,81	0,77	1,28	0,91
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)*</sup>	0,79b	0,95ab	0,92ab	1,42a	<b>Média</b> <sup>(1)*</sup>
K (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	3,88	3,12	2,71	3,48	3,30b
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	4,61	5,41	3,96	6,45	5,10a
	Tamboril-do-cerrado <sup>NS</sup>	3,86	4,97	5,09	4,29	4,55a
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)NS</sup>	4,11	4,50	3,92	4,74	<b>Média</b> <sup>(1)*</sup>
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	20,04	23,21	20,29	18,93	20,62a
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	14,79	14,42	16,57	17,49	15,82a
	Tamboril-do-cerrado <sup>NS</sup>	6,62	7,13	8,45	12,73	8,73b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)NS</sup>	13,81	14,92	15,10	16,38	<b>Média</b> <sup>(1)NS</sup>
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	2,77	2,84	3,33	2,31	2,81
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	2,57	2,99	2,69	2,81	2,76
	Tamboril-do-cerrado <sup>NS</sup>	2,52	2,01	1,73	2,02	2,07
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)NS</sup>	2,62	2,61	2,58	2,38	<b>Média</b> <sup>(1)NS</sup>
S (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	0,63	0,72	0,70	0,78	0,71
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	0,99	0,79	0,96	0,70	0,86
	Tamboril-do-cerrado <sup>NS</sup>	0,75	0,75	0,94	1,03	0,86
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)NS</sup>	0,79	0,75	0,86	0,84	-

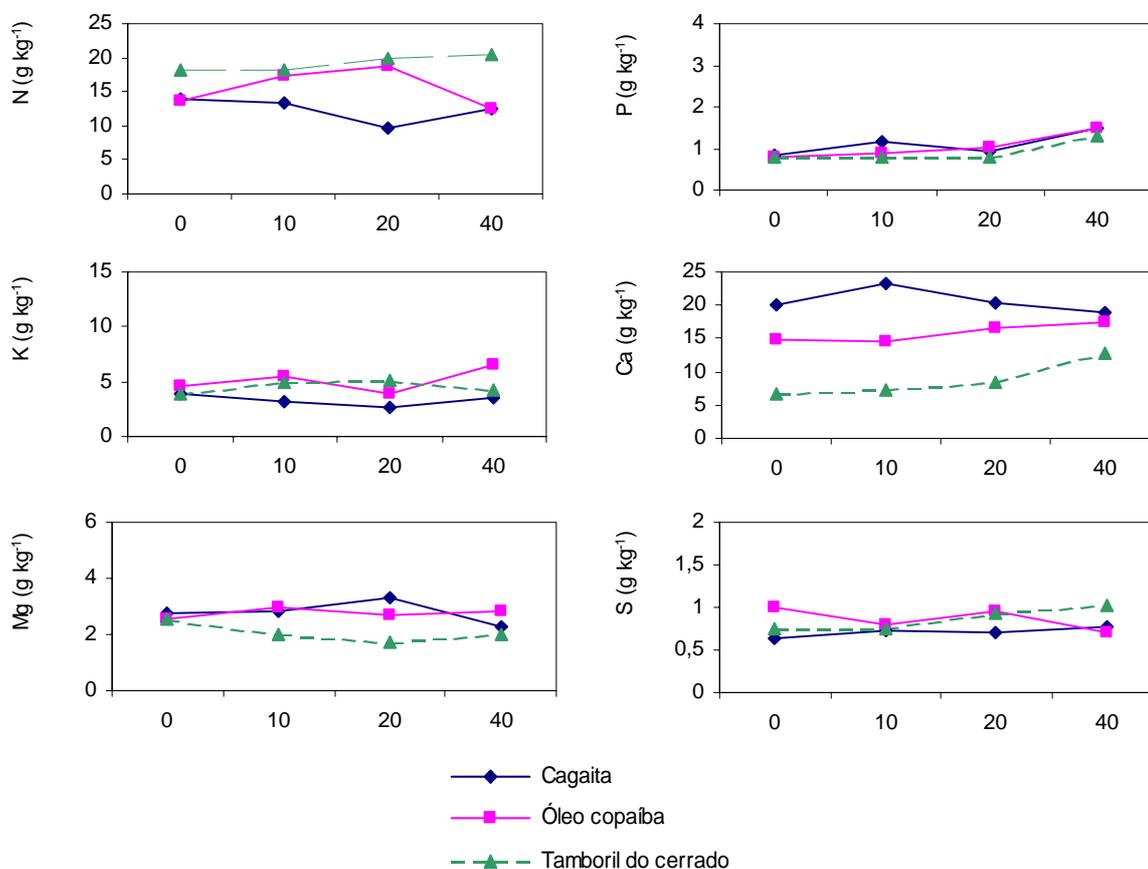
(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

A cagaita, quando adubada com fósforo, apresentou aumento do teor foliar de P de acordo com aumento das doses aplicadas, mas sem influência sobre o diâmetro do colo.

O óleo-de-copaíba apresentou maior teor foliar de N na dose de 40 kg ha<sup>-1</sup> de P e com incremento do diâmetro do colo linear e positivo.



**Figura 25.** Efeitos da adubação fosfatada sobre o teor de macronutrientes nas folhas de espécies secundárias plantadas em solo de Cerrado Denso do Distrito Federal.

De maneira geral, a média dos teores nas folhas de N, P, K, Ca, Mg e S foram baixos para todas as espécies secundárias no Cerrado Denso adubadas com fósforo.

O tamboril-do-cerrado apresentou o teor foliar de N mais alto dentre as espécies secundárias, e os menores teores de Ca e Mg, que não variaram com as doses de N ou de P, e também os menores teores dos microelementos B, Cu, Fe, Mn, Zn e Na. O óleo-de-copaíba, quando adubado com fósforo, apresentou teores elevados de B, Mn, Al e Zn.

Observando as Tabelas 23 e 25 sobre o incremento do diâmetro do colo, nota-se tendência de melhor crescimento das espécies secundárias amburana e tamboril-do-cerrado quando adubadas com fósforo do que com nitrogênio.

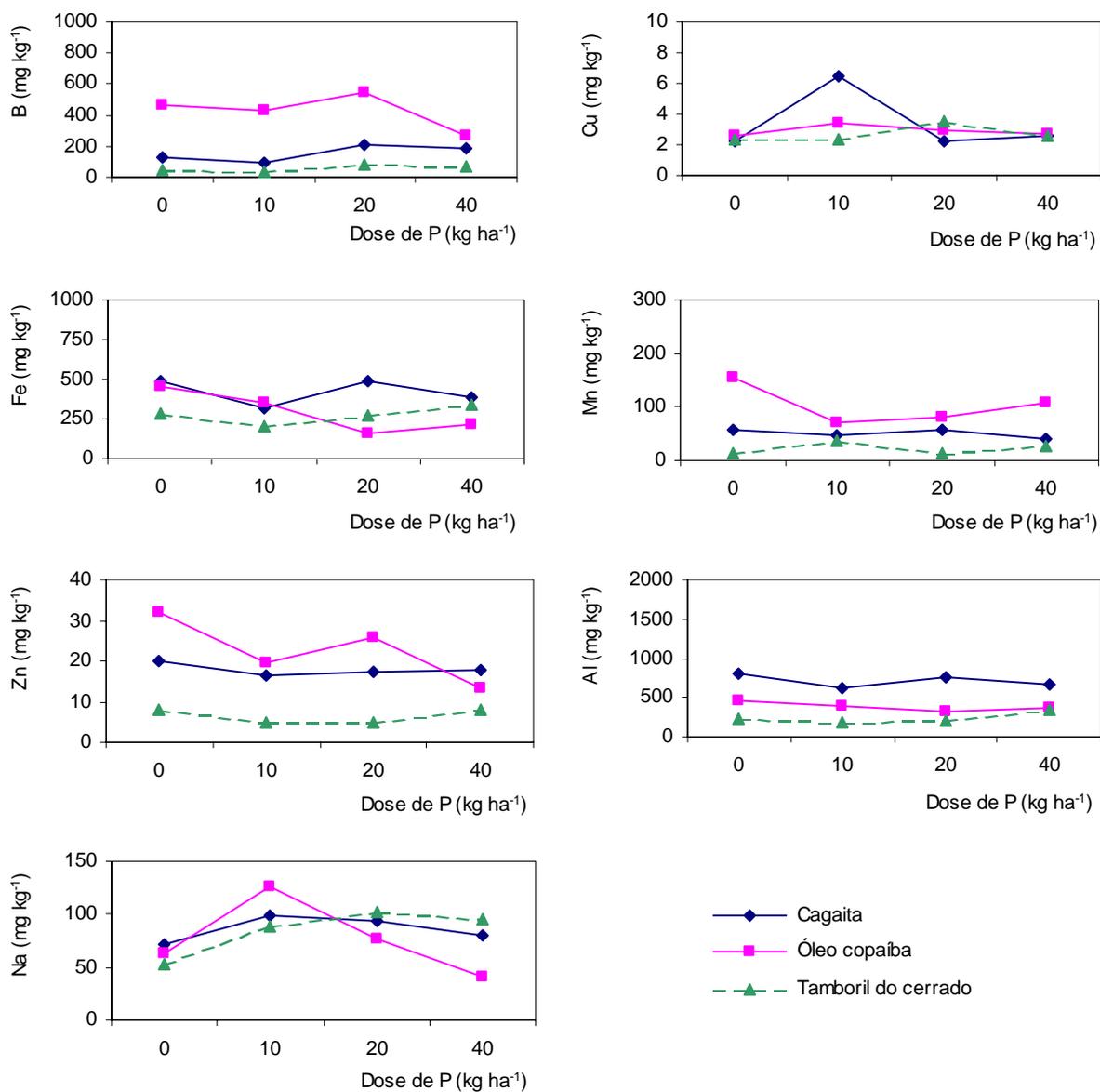
**Tabela 46.** Micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies secundárias 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P).

Nutriente, Al e Na	Espécie x dose <sup>(2)</sup>	Dose de P (kg ha <sup>-1</sup> )				Média das espécies
		0	10	20	40	Média <sup>(1)*</sup>
<b>B</b> (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita*	131,03AB	94,60B	205,43A	186,63AB	154,42b
	Óleo-de-copaíba*	470,57AB	426,83B	545,07A	264,43C	426,72a
	Tamboril-do-cerrado <sup>NS</sup>	45,27	37,87	79,80	64,67	56,90c
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)*</sup>	215,62b	186,43b	276,77a	171,91b	<b>Média</b> <sup>(1)*</sup>
<b>Cu</b> (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita*	2,23B	6,43A	2,20B	2,63B	3,37a
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	2,57	3,43	2,90	2,73	2,91ab
	Tamboril-do-cerrado <sup>NS</sup>	2,37	2,40	3,50	2,57	2,71b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)*</sup>	2,39b	4,09a	2,87b	2,67b	<b>Média</b> <sup>(1)*</sup>
<b>Fe</b> (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	490,53	316,33	491,63	385,13	420,91a
	Óleo-de-copaíba*	454,00A	356,10AB	154,80B	219,23AB	296,03b
	Tamboril-do-cerrado <sup>NS</sup>	281,10	200,20	271,57	343,70	274,14b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)NS</sup>	408,54	290,88	306,00	316,02	<b>Média</b> <sup>(1)*</sup>
<b>Mn</b> (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	56,73	48,40	55,67	40,87	50,42b
	Óleo-de-copaíba*	154,17A	70,43C	81,13C	109,50B	103,81a
	Tamboril-do-cerrado*	13,90B	37,50A	14,40B	27,90B	23,42c
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)*</sup>	74,93a	52,11b	50,40b	59,42b	<b>Média</b> <sup>(1)*</sup>
<b>Zn</b> (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	19,87	16,30	17,30	17,63	17,77b
	Óleo-de-copaíba*	32,07A	19,47BC	25,87AB	13,27C	22,67a
	Tamboril-do-cerrado <sup>NS</sup>	8,03	4,73	5,90	8,00	6,67c
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)*</sup>	19,99a	13,50b	16,35ab	12,97b	<b>Média</b> <sup>(1)NS</sup>
<b>Al</b> (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita*	813,77A	614,20B	769,77AB	656,23AB	713,49a
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	448,90	391,63	323,57	369,97	383,52c
	Tamboril-do-cerrado <sup>NS</sup>	234,53	191,40	199,50	349,77	383,52b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)NS</sup>	499,07	399,08	430,94	458,65	<b>Média</b> <sup>(1)NS</sup>
<b>Na</b> (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	72,40	98,30	94,50	79,97	86,29
	Óleo-de-copaíba*	63,17B	125,87A	76,97B	40,23B	76,56
	Tamboril-do-cerrado*	52,07B	89,23A	102,07A	95,57A	84,73
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)*</sup>	62,54c	104,47a	91,18ab	71,92bc	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.



**Figura 26.** Efeitos da adubação fosfatada sobre o teor de micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies secundárias plantadas em solo de Cerrado Denso do Distrito Federal.

## 5.6. Teor de nutrientes, Al e Na nas folhas – Mata de Galeria

### 5.6.1. Espécies pioneiras

Para as espécies pioneiras sob adubação nitrogenada na Mata de Galeria, houve interação espécie x dose para o teor foliar de N, indicando requerimentos nutricionais diferenciados pelas espécies (Tabelas 47 e 48).

**Tabela 47.** Macronutrientes em folhas de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).

Nutriente	Espécie x dose <sup>(2)</sup>	Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )				Média das espécies
		0	10	20	40	Média <sup>(1)*</sup>
N (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	20,29	17,35	21,66	20,22	19,88a
	Pau-pombo <sup>NS</sup>	12,76	17,69	12,07	18,83	15,34b
	Gonçalo-alves*	19,32A	10,68B	18,59A	20,42A	17,25ab
	Ingá*	24,72A	14,31B	22,00A	13,28B	18,58ab
	<b>Média das doses <sup>(1)*</sup></b>	19,27a	15,01b	18,58ab	18,19ab	<b>Média <sup>(1)*</sup></b>
P (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	0,94	0,91	1,12	0,90	0,97b
	Pau-pombo*	1,68B	1,75B	2,81A	2,80A	2,26a
	Gonçalo-alves*	3,64A	2,23B	2,37B	0,94C	2,29a
	Ingá <sup>NS</sup>	1,19	0,97	1,32	1,05	1,13b
	<b>Média das doses <sup>(1)*</sup></b>	1,86ab	1,46ab	1,90a	1,42b	<b>Média <sup>(1)NS</sup></b>
K (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	4,57	7,02	5,43	6,69	5,93
	Pau-pombo*	6,64B	5,17B	6,75B	9,99A	7,13
	Gonçalo-alves*	5,19B	5,72B	9,07A	7,59AB	6,89
	Ingá <sup>NS</sup>	6,22	6,00	6,16	5,72	6,02
	<b>Média das doses <sup>(1)*</sup></b>	5,65b	5,97ab	6,85ab	7,50a	<b>Média <sup>(1)*</sup></b>
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	8,03	9,19	7,44	4,80	7,36c
	Pau-pombo <sup>NS</sup>	15,28	17,10	16,70	16,28	16,34a
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	14,34	13,89	12,24	15,25	13,93bc
	Ingá*	13,68AB	11,24AB	10,63B	15,89A	12,86b
	<b>Média das doses <sup>(1)NS</sup></b>	12,83	12,85	11,75	13,05	<b>Média <sup>(1)NS</sup></b>
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado*	2,15AB	2,13AB	3,02A	1,39B	2,17
	Pau-pombo <sup>NS</sup>	2,30	2,79	1,75	3,37	2,55
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	2,73	2,23	1,79	2,24	2,25
	Ingá <sup>NS</sup>	1,89	2,34	1,63	2,50	2,09
	<b>Média das doses <sup>(1)NS</sup></b>	2,27	2,37	2,05	2,37	<b>Média <sup>(1)*</sup></b>
S (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	1,21	0,95	1,12	0,98	1,06b
	Pau-pombo*	1,51AB	0,76B	1,73A	0,79AB	1,20b
	Gonçalo-alves*	1,62AB	2,14A	2,22A	0,91B	1,72a
	Ingá <sup>NS</sup>	1,25	0,81	1,43	0,81	1,08b
	<b>Média das doses <sup>(1)*</sup></b>	1,40ab	1,17bc	1,63a	0,87c	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e <sup>(NS)</sup> não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

A adubação nitrogenada na Mata de Galeria não afetou os teores foliares de Ca, Mg, B, Cu, Fe e Mn. Entretanto, as espécies apresentaram diferenças individuais através da interação com dose de nitrogênio.

Desdobrando a interação verificou-se para o angico-do-cerrado e para o pau-pombo que não houve diferença nos teores foliares de N em função da dose aplicada. O angico-do-cerrado apresentou o maior teor foliar de N. O pequeno crescimento parece indicar pequena eficiência nutricional, uma vez que o angico-do-cerrado apresentou ajuste de regressão linear e positivo para o incremento do diâmetro do colo. Já para o pau-pombo a melhor dose foi  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  de N (Tabela 29). De maneira geral, o angico-do-cerrado apresentou, sob adubação com nitrogênio, menores quantidades de B, Mn e Fe e aumentou a absorção de Zn e Cu. O angico-do-cerrado e o ingá mostraram os menores teores nas folhas de P, K, Ca, Mg e S, o que pode indicar menor requerimento nutricional ou menor eficiência de absorção. Os teores de fósforo, em especial do angico-do-cerrado e do ingá, foram muito baixos quando adubados com nitrogênio.

O gonçalo-alves apresentou menor teor foliar de N plantado no solo de Cerrado Denso do que na Mata de Galeria, quando adubado com nitrogênio. Mas, assim como o angico-do-cerrado, apresentou ajuste de regressão linear e positivo. Apresentou teores de P, S, Zn e Mn mais elevados na Mata de Galeria e menores de B, Fe, Al e Na, destacando os teores de Al e Fe que foram muito mais elevados no solo de Cerrado Denso.

O ingá apresentou os menores teores de N nas doses de 10 e  $40 \text{ kg ha}^{-1}$ . O maior incremento do diâmetro do caule foi conseguido com a dose calculada de  $16 \text{ kg ha}^{-1}$ . O ingá mostrou menor teor de Fe e Al e maiores de B, Cu, Mn e Zn.

O pau-pombo obteve incremento do diâmetro do colo bastante acentuado com o aumento das doses de nitrogênio, apresentando tendência de maior teor foliar de N nestes níveis de adubação. O baixo teor apresentado na dose de  $20 \text{ kg ha}^{-1}$  de N parece indicar que a planta não conseguiu absorver o N necessário ao seu desenvolvimento nesta fase. Com relação aos microelementos, o pau-pombo mostrou comportamento moderado, com valores intermediários para todos (Tabela 48 e Figuras 27 e 28).

**Tabela 48.** Micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).

Nutriente, Al e Na	Espécie x dose <sup>(2)</sup>	Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )				Média das espécies
		0	10	20	40	Média <sup>(1) *</sup>
<b>B</b> (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado*	31,4B	36,2AB	74,93A	48,83AB	47,84c
	Pau-pombo <sup>NS</sup>	74,97	59,10	77,00	64,97	69,01bc
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	63,50	66,40	73,23	75,77	69,72b
	Ingá*	149,73A	136,97A	66,37B	85,53B	109,65a
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	79,90	74,67	72,88	68,77	<b>Média</b> <sup>(1) *</sup>
<b>Cu</b> (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	4,13	5,50	5,23	4,95	4,95a
	Pau-pombo <sup>NS</sup>	2,60	2,40	2,63	4,78	3,10b
	Gonçalo-alves*	1,93B	3,10AB	3,00AB	5,60A	3,41b
	Ingá <sup>NS</sup>	4,63	5,57	2,67	3,33	4,05ab
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	3,32	4,14	3,38	4,66	<b>Média</b> <sup>(1) *</sup>
<b>Fe</b> (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado*	335,60A	294,57AB	228,70AB	178,16B	259,25a
	Pau-pombo <sup>NS</sup>	227,30	230,17	158,37	229,00	211,24ab
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	190,83	225,73	165,50	114,90	174,24b
	Ingá <sup>NS</sup>	181,93	172,27	167,30	152,47	168,49b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	233,92	230,68	179,97	168,63	<b>Média</b> <sup>(1) *</sup>
<b>Mn</b> (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado*	47,27A	19,93B	18,67B	22,03AB	26,97ab
	Pau-pombo <sup>NS</sup>	14,43	15,13	14,03	19,44	15,76b
	Gonçalo-alves*	18,57AB	16,23B	19,13AB	40,97A	23,72ab
	Ingá*	20,97B	52,67A	28,37AB	28,53AB	32,63a
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	25,31	25,99	20,05	27,74	<b>Média</b> <sup>(1) NS</sup>
<b>Zn</b> (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado*	22,87A	9,70B	21,93A	12,74AB	16,81
	Pau-pombo <sup>NS</sup>	16,63	20,60	19,17	13,95	17,89
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	15,80	22,03	17,30	15,23	17,59
	Ingá*	17,07B	30,90A	16,10B	16,50B	20,14
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	18,09ab	20,81a	18,62ab	14,60b	<b>Média</b> <sup>(1) *</sup>
<b>Al</b> (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado*	423,83A	330,97AB	206,90B	198,00B	289,92a
	Pau-pombo <sup>NS</sup>	204,70	264,13	203,13	198,23	217,55ab
	Gonçalo-alves*	402,43A	283,40AB	214,20B	212,40B	278,92a
	Ingá <sup>NS</sup>	183,07	141,87	142,23	138,13	151,32b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	303,51a	255,09ab	191,62b	186,68b	<b>Média</b> <sup>(1) NS</sup>
<b>Na</b> (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	57,17	68,60	64,00	59,87	62,41
	Pau-pombo <sup>NS</sup>	64,53	67,00	56,77	85,50	68,45
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	55,53	81,53	51,13	77,17	66,34
	Ingá*	40,97BC	68,30B	34,07C	119,10A	65,61
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	54,55bc	71,36ab	51,49c	85,41a	-

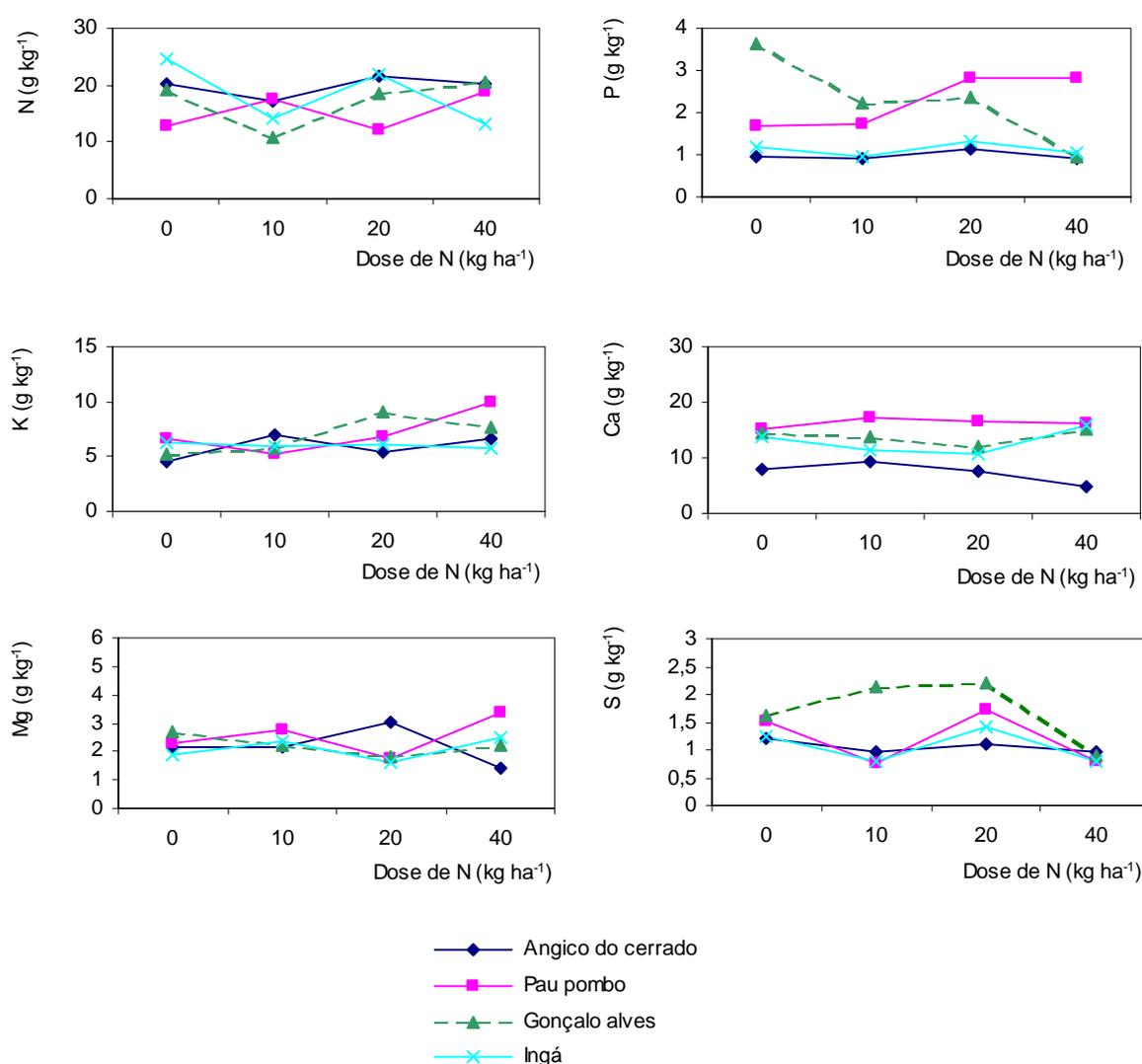
(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

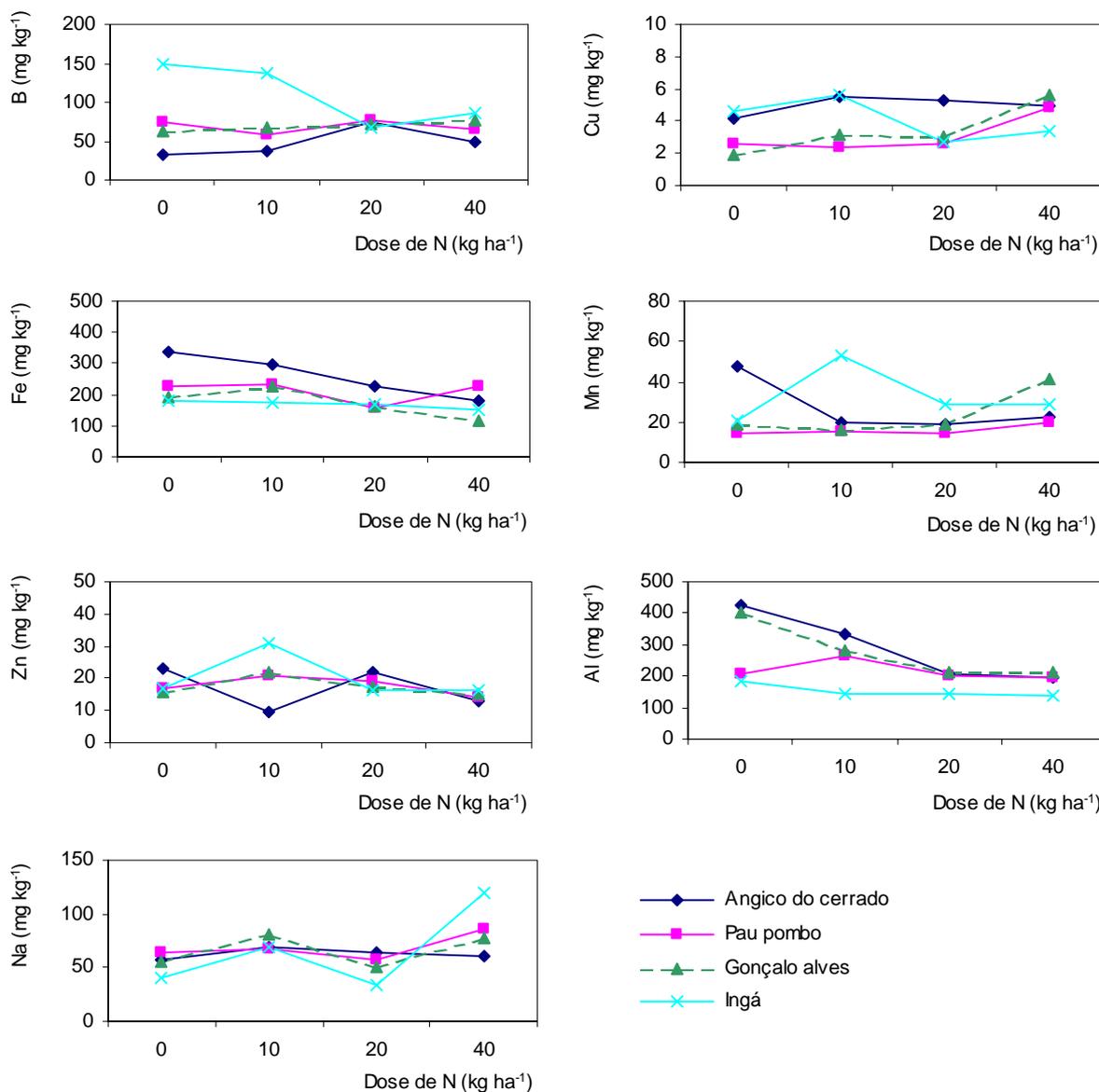
(\*) Diferença significativa e <sup>(NS)</sup> não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

Góes Júnior (1996), estudando quatro Matas de Galeria no Distrito Federal encontrou para o pau-pombo concentrações foliares variando de acordo com a disponibilidade de nutrientes no solo e na serapilheira. Para os macronutrientes, encontrou os

seguintes teores: N - 11,3 a 15,6; P - 0,8 a 1,5; K - 3,9 a 7,0; Ca - 5,8 a 28,5 e Mg - 2,2 a 2,7 em  $\text{g kg}^{-1}$ , e para os micronutrientes: Mn - 21 a 220,7; Zn - 19,3 a 29,2 e Cu - 12,5 a 19,6 em  $\text{mg kg}^{-1}$ . Neste experimento, apenas o teor foliar médio do Cu ( $3,10 \text{ mg kg}^{-1}$ ) apresentado pelo pau-pombo quando adubado com nitrogênio foi inferior ao encontrado na vegetação natural em quatro Matas de Galeria. Quando adubado com fósforo, o teor foliar médio do P ( $1,71 \text{ g kg}^{-1}$ ) foi superior, e o do Mg ( $1,79 \text{ g kg}^{-1}$ ), Mn ( $11,28 \text{ mg kg}^{-1}$ ) e Cu ( $2,97 \text{ mg kg}^{-1}$ ) inferiores aos encontrados por Góes Júnior (1996).



**Figura 27.** Efeitos de adubação nitrogenada sobre o teor de macronutrientes nas folhas de espécies pioneiras plantadas em solo de Mata de Galeria do Distrito federal.



**Figura 28.** Efeitos de adubação nitrogenada sobre o teor de micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies pioneiras plantadas em solo de Mata de Galeria do Distrito federal.

As espécies pioneiras adubadas com fósforo na Mata de Galeria apresentaram comportamento diferenciado na absorção de nutrientes em comparação com a adubação com nitrogênio (Tabelas 49 e 50 e Figuras 29 e 30). O angico-do-cerrado atingiu teor mais elevado para todos os macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S). Com o pau-pombo aconteceu o inverso, mostrando menores teores de todos os elementos. O pau-pombo mostrou

requerimento muito maior para o nitrogênio do que para o fósforo. Seu crescimento e conteúdo foliar foi maior quando adubado com N.

**Tabela 49.** Macronutrientes em folhas de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P).

Nutriente	Espécie x dose <sup>(2)</sup>	Dose de P (kg ha <sup>-1</sup> )				Média das espécies
		0	10	20	40	Média <sup>(1)</sup> *
N (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	22,40	23,71	21,66	25,85	23,41a
	Pau-pombo <sup>NS</sup>	9,59	10,71	12,07	18,43	12,70c
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	12,37	17,79	15,26	20,49	16,47bc
	Ingá <sup>NS</sup>	19,40	25,96	22,00	16,71	21,02ab
	Vinhático <sup>NS</sup>	20,45	15,78	15,71	18,12	17,51bc
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	16,84	18,79	17,34	19,92	<b>Média</b> <sup>(1)</sup> *
P (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	0,87	1,53	1,12	1,17	1,17b
	Pau-pombo*	1,46B	1,51B	2,81A	1,06B	1,71b
	Gonçalo-alves*	2,96AB	3,67A	3,03AB	1,88B	2,89a
	Ingá*	1,01B	1,18B	1,32B	2,99A	1,62b
	Vinhático*	0,96AB	0,71B	1,67AB	1,87A	1,30b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	1,45b	1,72ab	1,99a	1,80ab	<b>Média</b> <sup>(1)</sup> *
K (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	5,25	8,15	5,43	7,17	6,50b
	Pau-pombo <sup>NS</sup>	5,86	7,64	6,75	6,53	6,69ab
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	7,34	6,98	9,74	8,15	8,05a
	Ingá <sup>NS</sup>	6,47	7,63	6,16	5,78	6,51ab
	Vinhático*	6,52AB	5,73AB	5,46B	8,69A	6,60ab
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	6,29	7,22	6,71	7,26	<b>Média</b> <sup>(1)</sup> *
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	9,20	12,53	7,44	8,56	9,43b
	Pau-pombo*	14,47A	16,93A	16,71A	6,56B	13,67a
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	13,36	14,36	12,24	15,60	13,89a
	Ingá <sup>NS</sup>	5,84	6,27	5,96	10,02	7,02b
	Vinhático <sup>NS</sup>	3,54	4,28	5,87	1,84	3,88c
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	9,28	10,87	9,64	8,51	<b>Média</b> <sup>(1)</sup> *
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	2,14	2,74	3,02	2,34	2,56a
	Pau-pombo*	2,51A	1,63AB	1,75AB	1,28B	1,79b
	Gonçalo-alves*	3,35A	3,37A	1,79B	3,02A	2,88a
	Ingá <sup>NS</sup>	1,54	1,72	1,63	1,57	1,61b
	Vinhático*	2,27A	1,10B	2,26A	2,17A	1,95b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	2,36	2,11	2,09	2,08	<b>Média</b> <sup>(1)</sup> *
S (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	0,94	1,35	1,13	1,35	1,19b
	Pau-pombo*	1,48B	1,96AB	2,40A	1,28B	1,78a
	Gonçalo-alves*	2,06AB	2,33A	2,22AB	1,56B	2,05a
	Ingá <sup>NS</sup>	1,17	1,00	1,43	1,16	1,19b
	Vinhático*	0,91AB	0,62B	0,99AB	1,52A	1,01b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	1,31	1,45	1,64	1,37	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e <sup>(NS)</sup> não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

**Tabela 50.** Micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies pioneiras 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P).

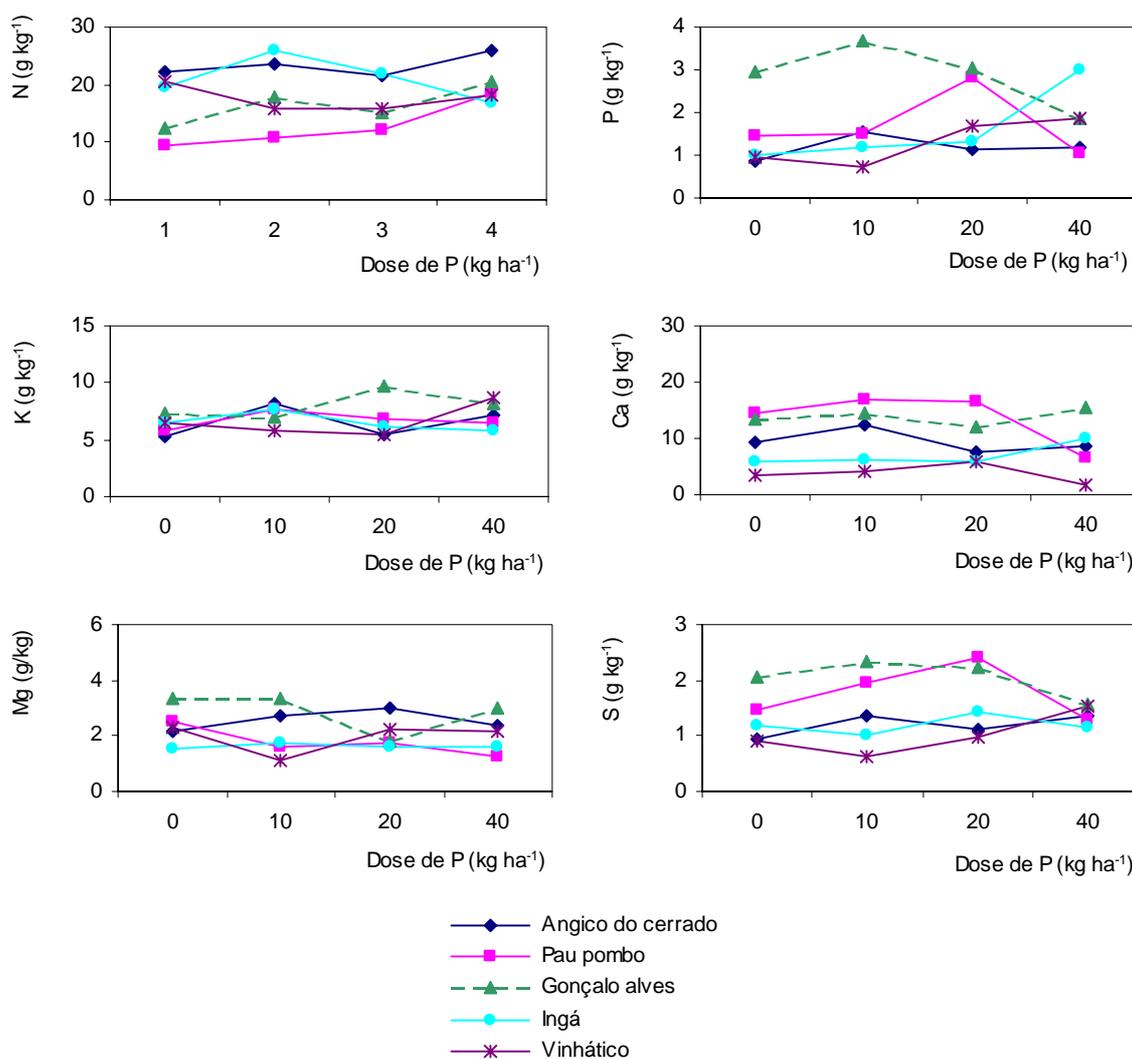
Nutriente, Al e Na	Espécie x dose <sup>(2)</sup>	Dose de P (kg ha <sup>-1</sup> )				Média das espécies
		0	10	20	40	Média <sup>(1)</sup> *
<b>B</b> (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado*	55,23AB	79,53A	74,93AB	41,00B	62,67a
	Pau-pombo*	120,73A	65,23B	77,00B	42,27B	73,31a
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	65,53	77,07	73,23	50,73	66,64a
	Ingá <sup>NS</sup>	66,67	51,50	66,37	54,25	59,70a
	Vinhático <sup>NS</sup>	31,43	30,70	37,90	29,73	32,44b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)</sup> *	67,92a	60,81a	65,89a	43,60b	<b>Média</b> <sup>(1)</sup> *
<b>Cu</b> (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado*	3,70B	7,20A	4,57B	3,93B	4,85a
	Pau-pombo <sup>NS</sup>	2,37	3,07	2,63	3,83	2,97c
	Gonçalo-alves*	3,13B	8,47A	3,00B	4,37B	4,74ab
	Ingá <sup>NS</sup>	3,23	3,63	2,67	3,33	3,21c
	Vinhático <sup>NS</sup>	4,53	2,63	4,58	2,10	3,46bc
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)</sup> *	3,39b	5,00a	3,49b	3,51b	<b>Média</b> <sup>(1)</sup> *
<b>Fe</b> (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado*	349,37A	257,47AB	228,70B	278,37AB	278,47a
	Pau-pombo*	147,73B	262,03A	225,03AB	226,83	215,41b
	Gonçalo-alves*	196,33B	408,57A	165,50B	183,00B	238,35ab
	Ingá <sup>NS</sup>	155,60	155,60	167,30	154,67	158,29c
	Vinhático*	221,97AB	188,67AB	122,21B	266,73A	199,89bc
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)</sup> *	214,20ab	254,47a	181,75b	221,92ab	<b>Média</b> <sup>(1)</sup> *
<b>Mn</b> (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado*	47,27A	33,40B	22,00B	27,70B	32,59a
	Pau-pombo*	5,83B	3,97B	14,03AB	21,30A	11,28c
	Gonçalo-alves*	7,27B	9,13B	15,80AB	24,87A	14,27bc
	Ingá <sup>NS</sup>	15,70	15,00	21,70	23,44	18,96b
	Vinhático <sup>NS</sup>	16,17	21,43	22,97	14,46	18,75b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)</sup> *	18,45ab	16,59b	19,30ab	22,35a	<b>Média</b> <sup>(1)</sup> *
<b>Zn</b> (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado*	29,50A	28,53A	21,93AB	13,00B	23,24a
	Pau-pombo <sup>NS</sup>	18,03	17,13	19,17	20,20	18,63ab
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	14,83	18,70	17,30	16,10	16,73b
	Ingá <sup>NS</sup>	16,00	17,87	16,10	25,57	18,88ab
	Vinhático <sup>NS</sup>	10,30	15,50	15,40	16,80	14,50b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)</sup> NS	17,73	19,55	17,98	18,33	<b>Média</b> <sup>(1)</sup> NS
<b>Al</b> (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado <sup>NS</sup>	190,17	179,87	206,90	245,63	205,64
	Pau-pombo <sup>NS</sup>	244,60	148,23	269,80	218,70	220,33
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	127,63	110,37	214,20	185,93	159,52
	Ingá <sup>NS</sup>	159,27	158,23	142,23	196,37	164,14
	Vinhático <sup>NS</sup>	213,43	246,50	171,50	174,43	201,56
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)</sup> NS	187,02	168,80	200,93	204,21	<b>Média</b> <sup>(1)</sup> *
<b>Na</b> (g kg <sup>-1</sup> )	Angico-do-cerrado*	36,27C	108,23A	64,00B	41,97BC	62,62ab
	Pau-pombo*	61,37AB	68,27A	46,77AB	38,23B	53,66b
	Gonçalo-alves <sup>NS</sup>	70,77	79,67	64,60	70,63	71,42a
	Ingá*	64,67AB	77,63A	47,40B	50,57B	60,07ab
	Vinhático*	89,43A	81,67A	52,53B	50,93B	68,64a
	<b>Média das doses</b> <sup>(1)</sup> *	64,50b	83,09a	55,06bc	50,47c	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

O ingá apresentou maior requerimento nutricional para o fósforo, evidenciado pelo teor mais elevado de P nas folhas na maior dose de adubação fosfatada.

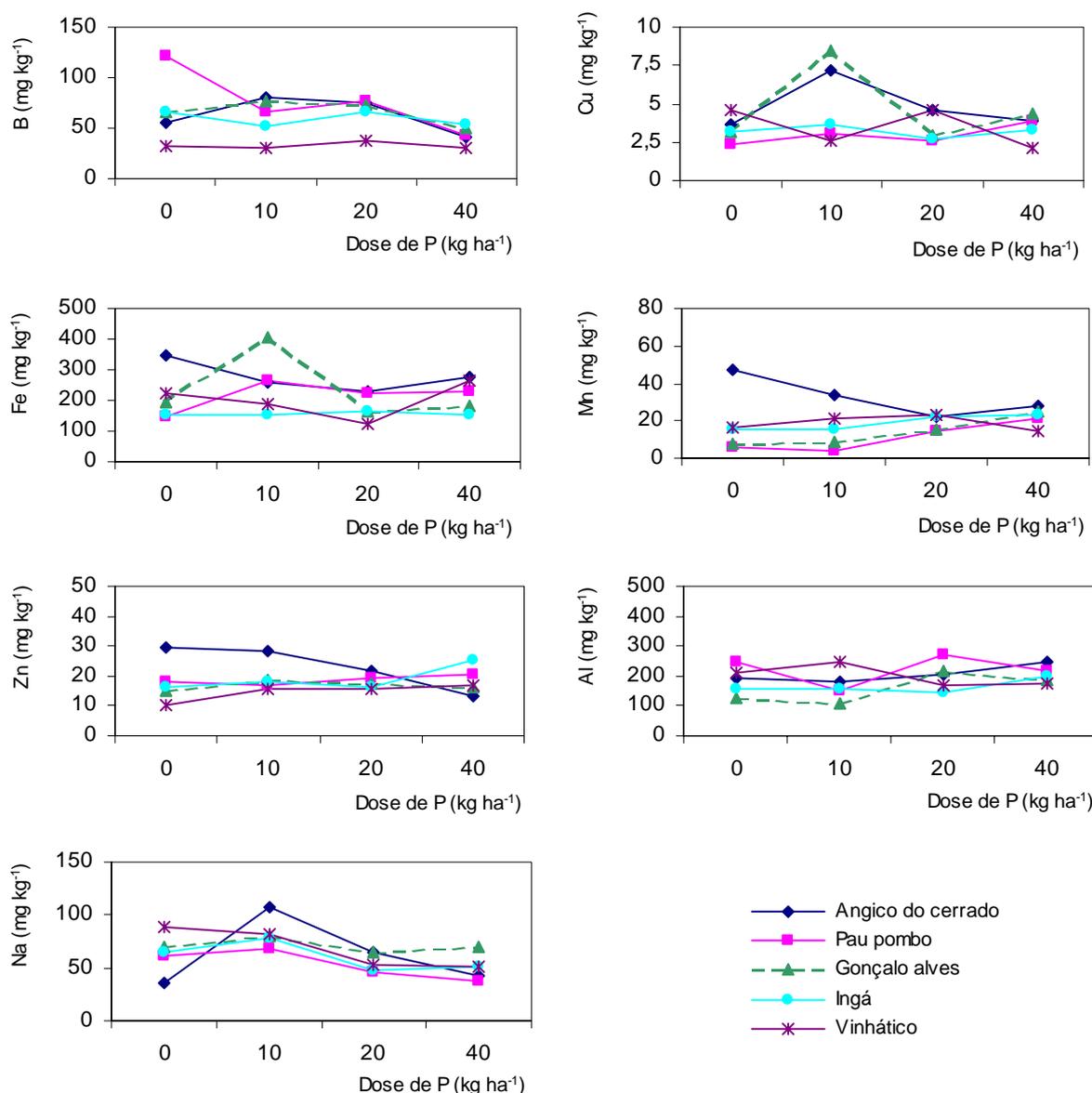


**Figura 29.** Efeitos de adubação fosfatada sobre o teor de macronutrientes nas folhas de espécies pioneiras plantadas em solo de Mata de Galeria do Distrito Federal.

A adubação com fósforo em solo de Mata de Galeria alterou os teores médios de P nas folhas de espécies pioneiras, com exceção do angico-do-cerrado. O ingá e o vinhático apresentaram maior teor foliar na dose de 40 kg ha<sup>-1</sup> de P, com ajuste para o incremento do diâmetro do colo, linear e positivo no caso do ingá e quadrático para o

vinhático. O angico-do-cerrado, apesar de não ter apresentado diferença nos teores foliares, também apresentou equação de regressão com ajuste linear e positivo.

As espécies não apresentaram alteração nos teores de N, K, Ca, Mg e S em função das doses de P, bem como dos teores de Zn e Al. De maneira geral, os teores de Ca, B, Fe, Mn e Al foram menores sob adubação com fósforo do que com nitrogênio.



**Figura 30.** Efeitos de adubação fosfatada sobre o teor de micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies pioneiras plantadas em solo de Mata de Galeria do Distrito Federal.

### 5.6.2. Espécies secundárias

Na Mata de Galeria as espécies secundárias adubadas com nitrogênio mostraram alteração no teor foliar médio de todos elementos, com exceção do S (Tabela 51).

Os teores dos nutrientes K, Cu e Fe, embora na média não tenham diferido, em função das doses de nitrogênio, apresentaram interação dose x espécie significativa, evidenciando as diferenças entre a nutrição do óleo-de-copaíba e da cagaita.

A cagaita apresentou baixo requerimento para N, não aumentando seu crescimento em diâmetro do colo com aplicação de N, ao contrário do óleo-de-copaíba que apresentou ajuste de regressão linear e positivo com as doses de N.

Observando as Figuras 31 e 38, pode-se notar que o comportamento de ambas em relação aos teores de N, P, Ca e Mg foi bastante semelhante, indicando que a cagaita possui baixa eficiência nutricional. O óleo-de-copaíba e a cagaita, na ausência de adubação com N, apresentaram teor foliar de fósforo mais elevado, evidenciando efeito de concentração.

Os teores de N, K, Ca e Mg podem ser considerados como médios e os de P baixos, para ambas as espécies. O comportamento da cagaita e do óleo-de-copaíba quanto aos elementos Mn, Fe e Na guardaram semelhanças entre si. O óleo-de-copaíba apresentou teor elevado de Zn, alcançando valores muito acima ( $37,8 \text{ mg kg}^{-1}$ ) do considerado adequado ( $9 \text{ mg kg}^{-1}$ ) por Dreschel e Zeck (1991) e por Malavolta (1980) ( $20 \text{ mg kg}^{-1}$ ), ocorrendo aparentemente efeito de concentração. Com relação ao alumínio, os teores atingidos na Mata de Galeria pela cagaita e pelo óleo-de-copaíba estão abaixo de  $600 \text{ mg kg}^{-1}$ , considerado como nível médio para plantas não acumuladoras.

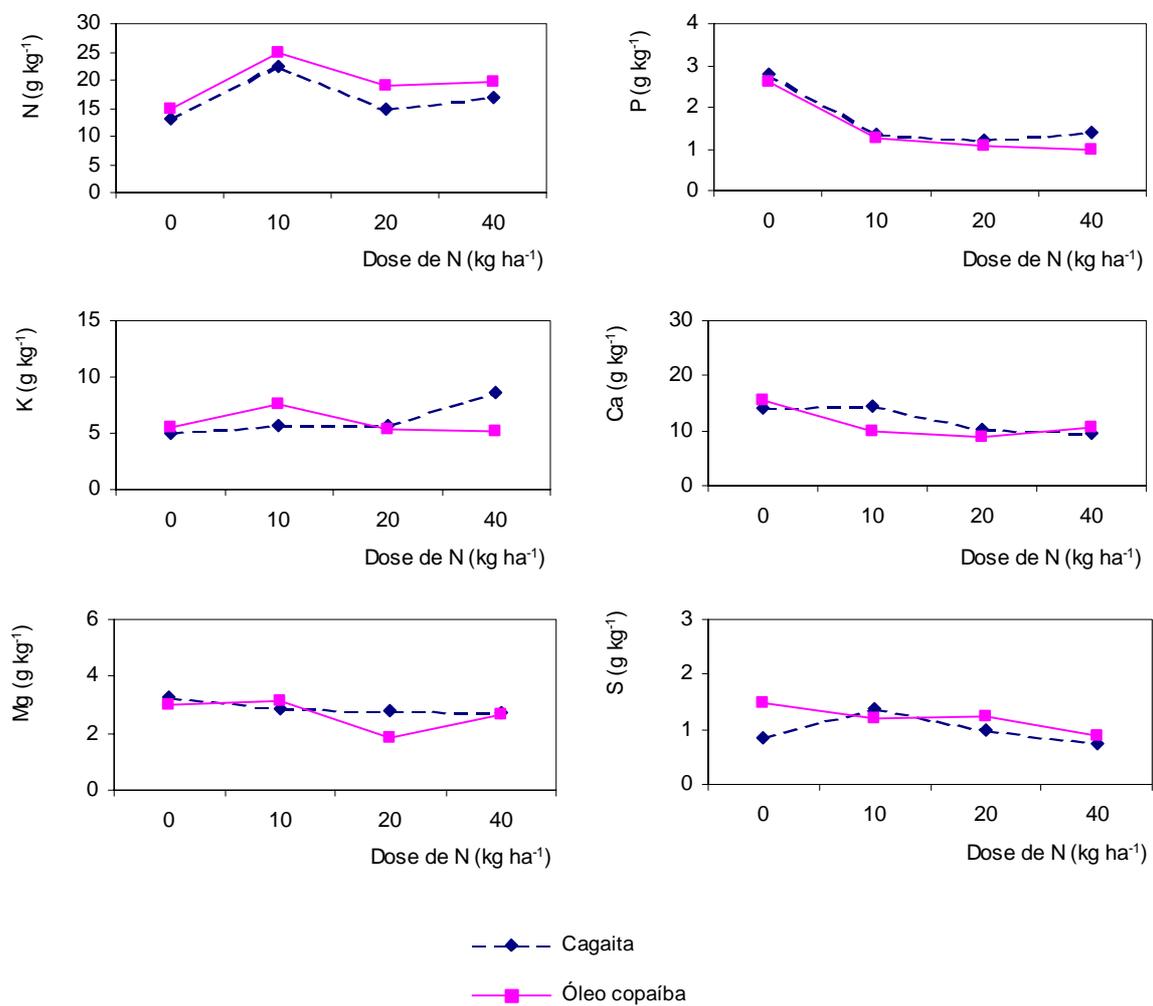
**Tabela 51** Teor de nutrientes, Al e Na em folhas de espécies secundárias 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de nitrogênio (N).

Nutrientes, Al e Na	Espécie x dose <sup>(2)</sup>	Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )				Média das espécies
		0	10	20	40	Média <sup>(1) NS</sup>
N (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	13,12	22,29	14,84	16,76	16,75
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	14,90	24,73	18,93	19,67	19,55
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	14,01b	23,52a	16,88ab	18,21ab	<b>Média</b> <sup>(1) NS</sup>
P (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita*	2,78A	1,37B	1,21B	1,38B	1,68
	Óleo-de-copaíba *	2,60A	1,24B	1,06B	1,00B	1,47
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	2,69a	1,31b	1,14b	1,19b	<b>Média</b> <sup>(1) NS</sup>
K (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita*	4,94B	5,72B	5,72B	8,60A	6,25
	Óleo-de-copaíba *	5,53AB	7,51A	5,39AB	5,09B	5,88
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	5,24	6,61	5,56	6,84	<b>Média</b> <sup>(1) NS</sup>
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	14,25	14,53	10,30	9,39	12,12
	Óleo-de-copaíba *	15,48A	9,91AB	8,85B	10,46AB	11,17
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	14,87a	12,22ab	9,58b	9,92b	<b>Média</b> <sup>(1) NS</sup>
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	3,25	2,86	2,78	2,70	2,90
	Óleo-de-copaíba *	3,01A	3,13A	1,86B	2,63AB	2,65
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	3,13a	2,99ab	2,32 b	2,66ab	<b>Média</b> <sup>(1) NS</sup>
S (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	0,85	1,38	0,98	0,75	0,99
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	1,47	1,19	1,23	0,87	1,19
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	1,16	1,28	1,11	0,81	<b>Média</b> <sup>(1) *</sup>
B (mg kg <sup>-1</sup> )	Cagaita*	53,27C	108,17C	378,47A	205,97B	186,47a
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	62,11	62,27	55,75	49,57	57,42b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	57,69c	85,22bc	217,11a	127,77b	<b>Média</b> <sup>(1) NS</sup>
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	4,10	3,00	3,28	4,03	3,60
	Óleo-de-copaíba *	3,40AB	5,70A	2,60B	3,13B	3,71
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	3,75	4,35	2,94	3,58	<b>Média</b> <sup>(1) NS</sup>
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	219,70	190,03	162,40	201,47	193,40
	Óleo-de-copaíba*	181,43AB	252,57A	161,00B	177,93AB	193,23
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	200,57	221,30	161,70	189,70	<b>Média</b> <sup>(1) *</sup>
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	Cagaita*	68,47A	27,70B	69,07A	81,10A	61,58a
	Óleo-de-copaíba*	56,10A	17,97B	46,20A	48,17A	42,11b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	62,28a	22,83b	57,63a	64,63a	<b>Média</b> <sup>(1) NS</sup>
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	19,83	20,00	24,27	26,33	22,61
	Óleo-de-copaíba*	37,87A	16,40B	37,67A	11,97B	25,97
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	28,85a	18,20b	30,97a	19,15b	<b>Média</b> <sup>(1) NS</sup>
Al (mg kg <sup>-1</sup> )	Cagaita*	563,50A	155,93B	166,10B	114,80B	250,08
	Óleo-de-copaíba*	289,20A	335,47A	178,13B	150,23B	238,26
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	426,35a	245,70b	172,12c	132,52c	<b>Média</b> <sup>(1) NS</sup>
Na (mg kg <sup>-1</sup> )	Cagaita*	67,30B	79,70AB	60,70B	99,73A	76,86
	Óleo-de-copaíba*	54,37BC	71,93B	40,07C	123,20A	72,39
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	60,83bc	75,82b	50,38c	111,47a	-

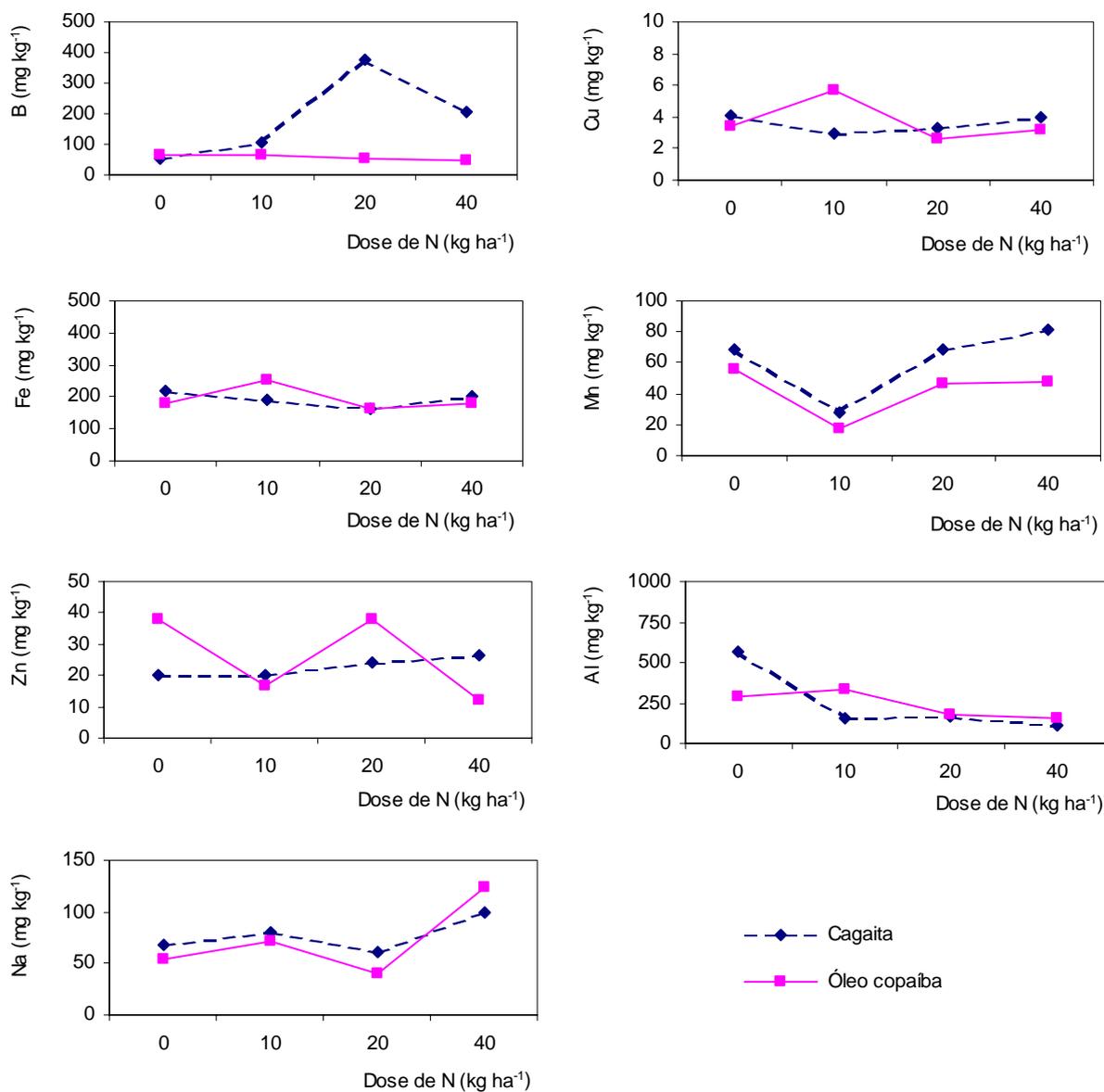
(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.



**Figura 31.** Efeitos de adubação nitrogenada sobre o teor de macronutrientes nas folhas de espécies secundárias plantadas em solo de Mata de Galeria do Distrito Federal.



**Figura 32** Efeitos de adubação nitrogenada sobre o teor de micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies secundárias plantadas em solo de Mata de Galeria do Distrito Federal.

As espécies secundárias na Mata de Galeria quando adubadas com fósforo mostraram alteração no teor foliar de todos os nutrientes, com exceção do Mg (Tabela 52 e Figuras 33 e 34).

**Tabela 52.** Teor de nutrientes, Al e Na em folhas de espécies secundárias, 12 meses após o plantio em solo de Mata de Galeria no Distrito Federal, em função da aplicação de doses de fósforo (P).

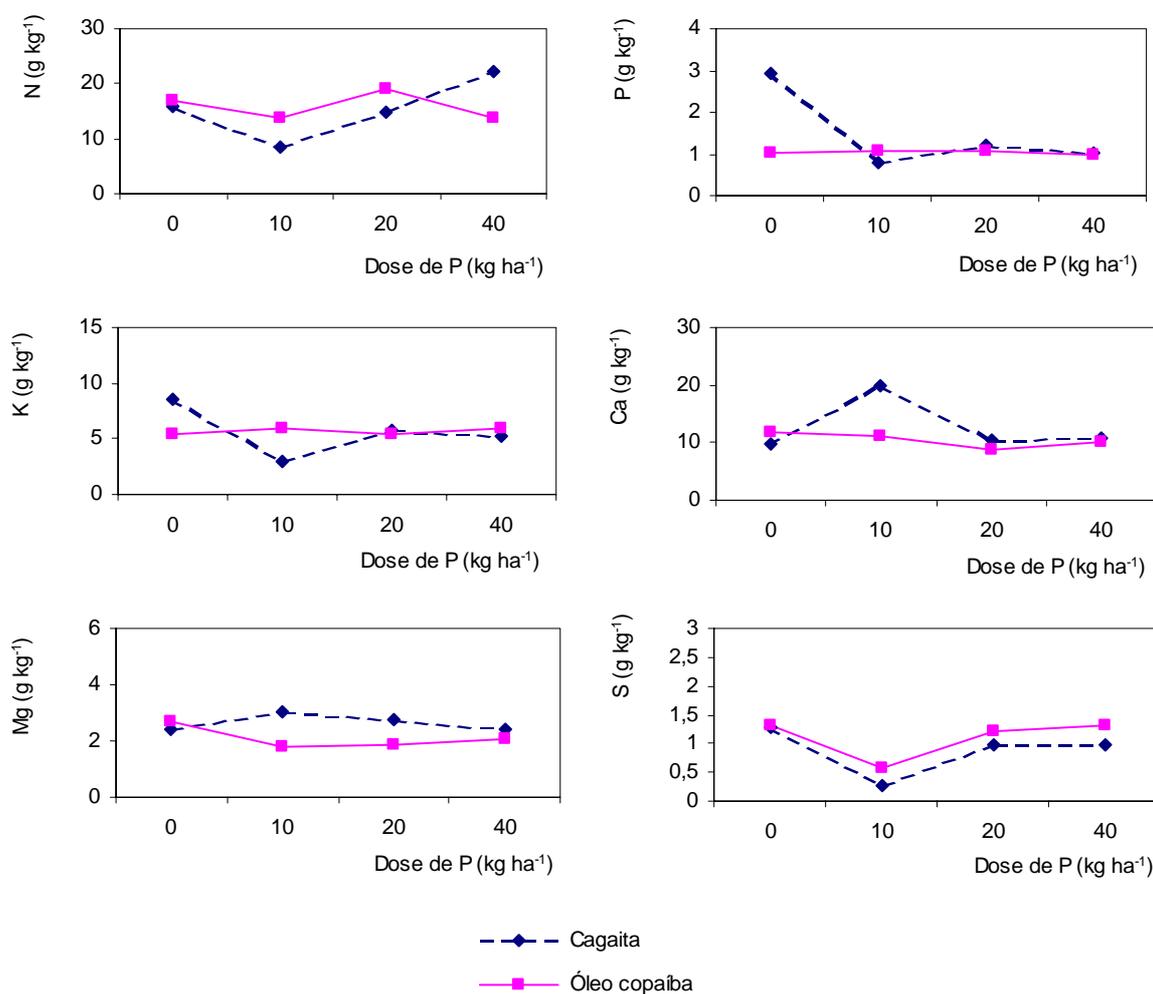
Nutrientes , Al e Na	Espécie x dose <sup>(2)</sup>	Dose de P (kg ha <sup>-1</sup> )				Média das espécies
		0	10	20	40	Média <sup>(1) NS</sup>
N (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita*	15,93AB	8,51B	14,84AB	22,26A	15,38
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	17,04	13,71	18,93	13,88	15,89
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	16,49	11,11	16,88	18,07	<b>Média</b> <sup>(1) *</sup>
P (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita*	2,94A	0,80B	1,21B	1,02B	1,49a
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	1,02	1,05	1,06	0,98	1,03b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	1,98a	0,92b	1,14b	1,00b	<b>Média</b> <sup>(1) NS</sup>
K (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita*	8,62A	2,95B	5,72AB	5,21AB	5,62
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	5,35	5,95	5,39	5,94	5,66
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	6,98	4,45	5,56	5,57	<b>Média</b> <sup>(1) *</sup>
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita*	9,79B	19,82A	10,30B	10,84B	12,68a
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	11,69	11,16	8,85	10,05	10,44b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	10,74b	15,49a	9,57b	10,44b	<b>Média</b> <sup>(1) NS</sup>
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	2,39	3,01	2,78	2,44	2,66
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	2,68	1,82	1,86	2,09	2,11
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) NS</sup>	2,54	2,42	2,32	2,26	<b>Média</b> <sup>(1) *</sup>
S (g kg <sup>-1</sup> )	Cagaita*	1,27A	0,26B	0,98A	0,98A	0,87b
	Óleo-de-copaíba*	1,31A	0,57B	1,23A	1,31A	1,10a
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	1,29a	0,41b	1,11a	1,15a	<b>Média</b> <sup>(1) *</sup>
B (mg kg <sup>-1</sup> )	Cagaita*	111,57B	151,73B	378,47A	225,23B	216,75b
	Óleo-de-copaíba*	551,20A	240,00B	290,13B	196,50B	319,46a
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	331,38a	195,87b	334,30a	210,87b	<b>Média</b> <sup>(1) NS</sup>
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	3,22	3,57	3,28	4,47	3,63
	Óleo-de-copaíba*	5,17A	4,80A	2,50B	2,47B	3,73
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	4,19a	4,18a	2,89b	3,47ab	<b>Média</b> <sup>(1) *</sup>
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Cagaita*	209,90AB	303,03A	162,40B	273,70A	237,26a
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	189,57	166,27	161,00	208,97	181,45b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	199,73ab	234,65ab	161,70b	241,33a	<b>Média</b> <sup>(1) *</sup>
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	Cagaita*	16,17C	38,67B	65,53A	25,43BC	36,45b
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	46,13	43,17	46,20	42,90	44,60a
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	31,15b	40,92b	55,87a	34,17b	<b>Média</b> <sup>(1) *</sup>
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	18,63	13,70	24,27	13,50	17,52b
	Óleo-de-copaíba*	35,80A	37,07A	37,60A	18,37B	32,21a
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	27,22a	25,38a	30,93a	15,93b	<b>Média</b> <sup>(1) *</sup>
Al (mg kg <sup>-1</sup> )	Cagaita*	389,33BC	709,60A	232,77C	460,93B	448,16a
	Óleo-de-copaíba <sup>NS</sup>	205,43	138,57	178,13	144,97	166,77b
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	297,38b	424,08a	205,45b	302,95b	<b>Média</b> <sup>(1) NS</sup>
Na (mg kg <sup>-1</sup> )	Cagaita <sup>NS</sup>	65,80	90,93	60,70	59,63	69,27
	Óleo-de-copaíba*	66,53AB	85,63A	40,07B	45,37B	59,40
	<b>Média das doses</b> <sup>(1) *</sup>	66,17ab	88,28a	50,38b	52,50b	-

(1) Letras minúsc. diferentes na coluna (média das espécies independente da dose) ou na linha (média da dose independente das espécies) indicam diferença significativa.

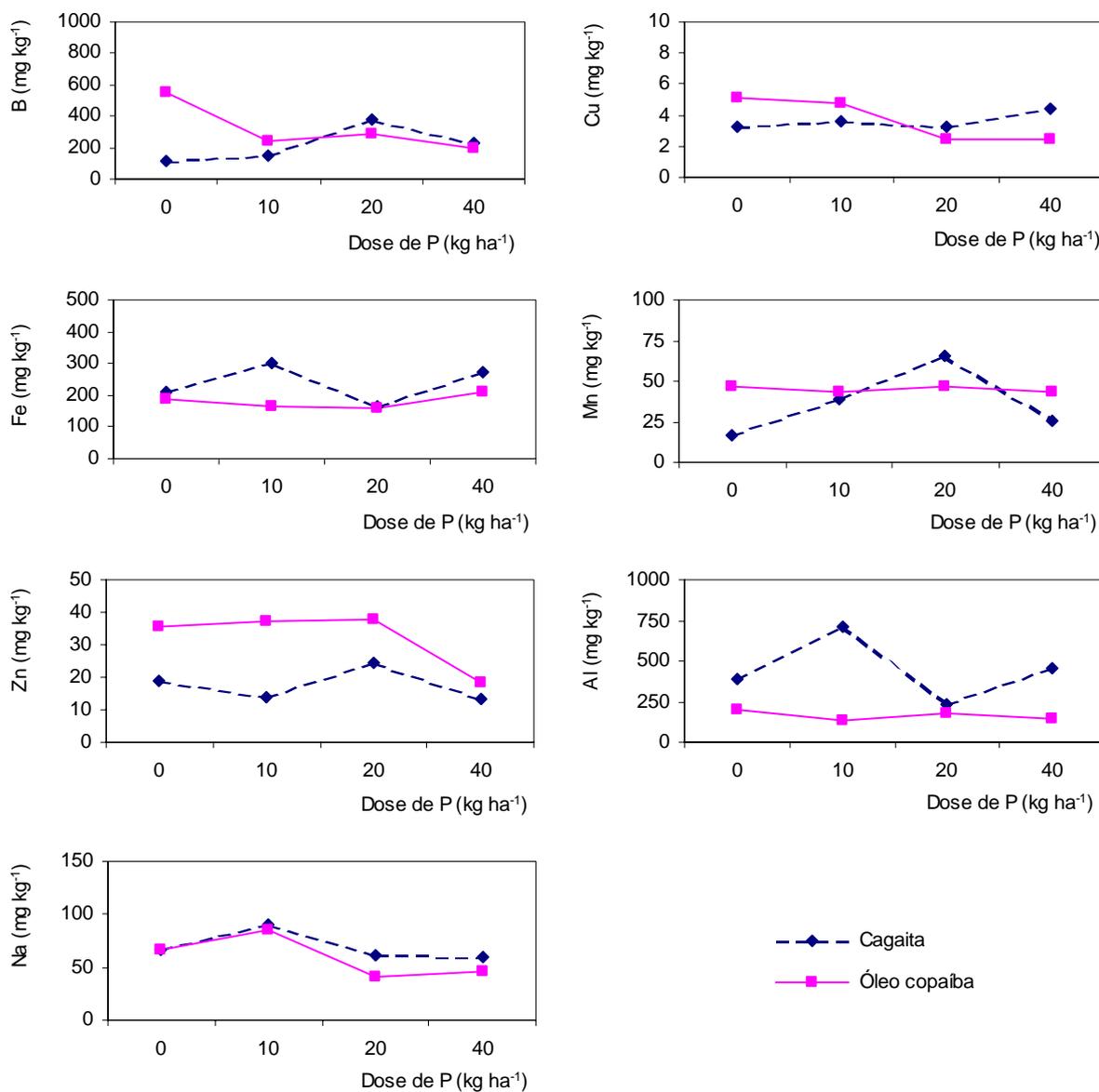
(2) Letras maiúsc. diferentes na linha, para cada espécie, indicam diferença significativa do desdobramento Dose x Espécie.

(\*) Diferença significativa e (<sup>NS</sup>) não significativa pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

A cagaita mostrou-se mais sensível à adubação com P, apresentando crescimento mais acentuado com 40 kg ha<sup>-1</sup>, sendo que a sobrevivência da cagaita foi afetada pelas aplicações de N, em especial na Mata de Galeria. Esses resultados concordam com os obtidos por Melo (1999), em que mudas dessa espécie somente responderam positivamente à adubação com P e Ca. Ainda, esse autor obteve que o P diminuiu a produção de matéria seca radicular e aumentou a concentração de N e S na parte aérea e nas raízes.



**Figura 33.** Efeitos de adubação fosfatada sobre o teor de macronutrientes nas folhas de espécies secundárias plantadas em solo de Mata de Galeria do Distrito Federal.



**Figura 34.** Efeitos de adubação fosfatada sobre o teor de micronutrientes, Al e Na nas folhas de espécies secundárias plantadas em solo de Mata de Galeria do Distrito Federal.

O óleo-de-copaíba também atingiu o maior incremento do diâmetro do colo na dose de 40 kg ha<sup>-1</sup> de P. Na ausência de adubação com fósforo, o óleo-de-copaíba e a cagaita apresentaram teor foliar de P mais elevado, evidenciando efeito de concentração.

O óleo-de-copaíba não mostrou alteração nos teores foliares de N, P, K, Ca e Mg em função das doses de fósforo. Os teores de Al, Na e Fe foram maiores na dose de fósforo que proporcionou o menor crescimento, apresentando efeito de concentração.

A cagaita apresentou teores de N, P, K, S e de Zn nas folhas bastante alterados para menos, e de Ca, Al e Na alterados para mais na dose de 10 kg ha<sup>-1</sup> de P.

## **5.7. Espécies, elementos minerais e modelo de plantio**

### **a) Espécies**

De maneira geral, a sobrevivência das espécies, independente do estágio sucessional, não foi afetada pela adubação com fósforo ou com nitrogênio no Cerrado Denso, e com fósforo na Mata de Galeria. A adubação nitrogenada afetou a sobrevivência das espécies secundárias na Mata de Galeria.

Houve diferença entre os estágios sucessionais com relação aos requerimentos nutricionais. Para o nitrogênio, as espécies pioneiras apresentaram elevado requerimento nutricional, no Cerrado Denso e na Mata de Galeria. As espécies secundárias mostraram pequeno requerimento nutricional para o nitrogênio nos dois locais.

Para o fósforo, o requerimento nutricional de espécies pioneiras e secundárias no Cerrado Denso foi pequeno. Na Mata de Galeria, as espécies pioneiras mostraram requerimento nutricional elevado, e as espécies secundárias pequeno.

Felfili (2000) considera espécies que apresentem 5 mm de incremento diamétrico ao ano como de rápido crescimento. Tomando como base o incremento líquido médio do diâmetro do colo à altura do solo, ou seja, a média das medidas tomadas aos 4, 8 e 12 meses, descontadas da medida inicial no momento do plantio, foi estabelecido para esse estudo um critério de classificação do crescimento. De acordo com os intervalos de incremento diamétrico, o desempenho das espécies foi classificado em: Muito lento, 0 – 1,5 mm; Lento, 1,5 – 2,5 mm; Médio, 2,5 – 3,5 mm; Bom, 3,5 – 4,5 mm e Rápido, acima de 4,5 mm. A classificação das espécies está apresentada na Tabela 53.

**Tabela 53.** Classificação do crescimento (incremento líquido médio do diâmetro do colo em mm) de espécies pioneiras e secundárias, aos 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso e de Mata de Galeria adubadas com nitrogênio (N) ou fósforo (P), no Distrito Federal.

Espécie	Classificação do crescimento (incremento médio do diâmetro do colo - mm)							
	Cerrado Denso				Mata de Galeria			
	N		P		N		P	
	Diâm.	Classe	Diâm.	Classe	Diâm.	Classe	Diâm.	Classe
<i>Espécies pioneiras</i>								
Angico-do-cerrado	1,74	Lento	1,96	Lento	1,17	Muito lento	1,22	Muito lento
Gonçalo-alves	2,25	Lento	2,26	Lento	2,52	Médio	2,84	Médio
Vinhático	2,88	Médio	2,48	Lento	4,19	Bom	3,97	Bom
Ingá	2,97	Médio	3,27	Médio	3,48	Médio	3,93	Bom
Aroeirinha	3,57	Bom	3,95	Bom	-	-	-	-
Pau-pombo	-	-	-	-	3,41	Médio	3,17	Médio
<i>Espécies secundárias</i>								
Cagaita	0,98	Muito lento	0,94	Muito lento	0,99	Muito lento	0,89	Muito lento
Amburana	0,98	Muito lento	1,31	Muito lento	1,48	Muito lento	2,17	Lento
Óleo-de-copaíba	2,84	Médio	2,81	Médio	2,66	Médio	3,22	Médio
Orelha-de-negro	-	-	-	-	2,16	Lento	2,13	Lento
Tamboril-do-cerrado	4,09	Bom	4,96	Rápido	-	-	-	-

### Ingá

O crescimento do ingá no solo de Cerrado Denso, de acordo com a classificação proposta para esse estudo foi Médio, independente da adubação. Na Mata de Galeria foi Médio quando adubado com nitrogênio, e Bom quando adubado com fósforo (Tabela 53).

O ingá foi uma das espécies testadas em ambiente diverso ao de sua ocorrência natural. A baixa taxa de sobrevivência apresentada em solo de Cerrado Denso, provavelmente associada às condições de umidade, pois os teores de nutrientes no solo foram suficientes para atender a demanda de crescimento nessa fase, confirma sua não adaptação à esse local. Reforçando a necessidade de escolher as espécies para plantios de recuperação de áreas degradadas de Cerrado, de acordo com seu ambiente de ocorrência natural.

O crescimento do ingá na Mata de Galeria foi superior, adubado tanto com N como com P, em relação ao Cerrado Denso, apresentando o melhor desempenho dentre as espécies pioneiras. Pelo seu desempenho de crescimento, é uma espécie que poderá ser utilizada em plantios de revegetação em solos com teor de umidade elevado.

O ingá apresentou elevado teor de N nas folhas, possivelmente associado à sua capacidade de nodulação. Apresentou teor foliar de P, K, Mg, S, Cu, Mn e de Zn baixos, de acordo com os níveis considerados adequados por Mills e Jones (1996), e Epstein (1975). Os teores foliares de K, S, Cu e de Al não se alteraram, em função das doses de nitrogênio ou de fósforo, no Cerrado Denso ou na Mata de Galeria, e também os teores de P e Mg, quando adubados com nitrogênio. Apesar dos baixos teores foliares, o ingá apresentou bom crescimento, indicando possivelmente pequeno requerimento nutricional e ou alta eficiência de utilização.

O teor de Fe nas folhas do ingá no Cerrado Denso (376,63 e 368,68 mg kg<sup>-1</sup>), foi maior do que na Mata de Galeria (168,49 e 158,28 mg kg<sup>-1</sup>), adubado com N e P, respectivamente. Em ambos locais, mas em especial no Cerrado Denso, os valores superaram os teores considerados adequados (100 mg kg<sup>-1</sup> de Fe), por Epstein (1975), e 50 a 75 mg kg<sup>-1</sup>, por Mills e Jones (1996). Entretanto, em levantamentos feitos em comunidades de Cerrado e de Cerradão por Haridasan (1982) e Ribeiro (1983), foram encontrados valores entre 30 a 230 mg kg<sup>-1</sup> de Fe. Para Matas de Galeria, Silva (1991) encontrou valores entre 77 a 309 mg kg<sup>-1</sup> de Fe.

### **Tamboril-do-cerrado**

O tamboril-do-cerrado apresentou crescimento classificado como Bom quando adubado com nitrogênio, apresentando elevado requerimento nutricional para o N (Tabela 53). O crescimento foi classificado como Rápido quando adubado com fósforo, apesar de apresentar pequeno requerimento, sendo o teor de P presente no solo suficiente para atender a demanda nessa fase do crescimento.

Nas condições deste estudo, o tamboril-do-cerrado mostrou excelente desempenho do diâmetro do colo, superior inclusive às espécies pioneiras. O diâmetro de copa também foi superior às demais espécies secundárias, não sendo influenciado pelas doses de fósforo nem de nitrogênio.

O tamboril-do-cerrado não mostrou alteração nos teores foliares de quase todos os elementos: N, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Zn e Al, tanto sob adubação com doses de nitrogênio como de fósforo. Apresentou elevado teor foliar de N, B e Fe, teores adequados de Ca, Mg, Cu e Na e baixos teores de P, K, S, Mn e Zn, de acordo com níveis considerados

adequados por Epstein (1975) e por Mills e Jones (1996). Apresentou também elevado teor foliar de Al. Os teores foliares de Fe 274,14 e 306,97 mg kg<sup>-1</sup>, adubado com N e P, respectivamente, estão compatíveis com teores encontrados por Silva (1991) em outras formações vegetais no Cerrado.

Entretanto, quando comparado às demais espécies secundárias, apresentou os menores teores de quase todos os elementos. Mas pode estar presente o efeito de diluição em virtude do seu maior crescimento em relação às demais espécies. Esses resultados indicam elevada eficiência do tamboril-do-cerrado na utilização dos nutrientes.

### **Orelha-de-negro**

A orelha-de-negro apresentou neste estudo crescimento classificado como Lento (Tabela 53), tanto sob adubação com N como com P. Embora na literatura seu crescimento seja relatado como mais rápido (CARVALHO, 2003) do que o *Enterolobium gummiferum* (tamboril-do-cerrado), o mesmo não aconteceu até a avaliação aos 12 meses.

A orelha-de-negro não apresentou resposta no incremento do diâmetro do colo com adubação nitrogenada. Provavelmente, o pequeno requerimento para o N esteja relacionada à sua capacidade de nodulação (FURTINI NETO, 1999b). O requerimento para o P foi apenas moderado.

Vale et al. (1996), estudando o crescimento radicular de espécies florestais em solo ácido e com baixa disponibilidade de cálcio, concluíram que a orelha-de-negro foi bastante afetada, inclusive com redução de absorção líquida de nitrato após exposição ao alumínio.

Devido ao pequeno material de folhas em algumas parcelas não foi possível analisar o teor de nutrientes.

### **Pau-pombo**

O crescimento do pau-pombo pode ser considerado Médio, tanto adubado com nitrogênio como com fósforo (Tabela 53). O requerimento nutricional para o nitrogênio foi elevado e para o fósforo moderado. O pau-pombo é uma espécie de ampla ocorrência nas Matas de Galeria do Bioma.

Quando adubado com nitrogênio, os teores foliares de N, P, Mg, Ca, Cu e Mn do pau-pombo podem ser considerados adequados, os teores de S e do Zn podem ser considerados baixos e os teores de B e do Fe elevados, de acordo com Epstein (1975) e com Mills e Jones (1996).

O teor de Fe (211,24 e 215,41 mg kg<sup>-1</sup>), adubado com N ou P, respectivamente, estão superiores aos encontrados para o pau-pombo por Góes Júnior (1996), em quatro Matas de Galeria no DF. Os teores encontrados por esse autor variaram entre locais e entre épocas de amostragem: 55,23 mg kg<sup>-1</sup> na Foz da Mata de Galeria Olho d'água da Onça em março, e 168 mg kg<sup>-1</sup> em novembro na Mata de Galeria Monjolo.

Ainda segundo dados do mesmo autor, os teores de Al nas folhas do pau-pombo encontrados em quatro Matas de Galeria no DF, entre 197,70 e 250,44 mg kg<sup>-1</sup> estão compatíveis aos encontrados no presente estudo.

### **Gonçalo-alves**

O gonçalo-alves, de acordo com a classificação adotada neste estudo, apresentou crescimento considerado Lento no Cerrado Denso e Médio na Mata de Galeria, tanto adubado com N como com P.

O requerimento nutricional para o fósforo foi muito pequeno nos dois locais, sendo os níveis presentes no solo suficientes para o crescimento do gonçalo-alves nessa fase de desenvolvimento. O requerimento para o nitrogênio no Cerrado Denso foi pequeno e na Mata de Galeria elevado. Apesar de sua área de ocorrência ser o Cerrado e Mata Mesofítica, o gonçalo-alves apresentou melhor crescimento em diâmetro do colo na Mata de Galeria do que no Cerrado Denso, possivelmente devido à sua preferência por solos calcáreos de melhor fertilidade.

Os teores foliares de N, P, Ca, Mg, S, Cu, Mn e Zn podem ser considerados adequados de acordo com Epstein (1975) e com Mills e Jones (1996), tanto no Cerrado Denso como na Mata de Galeria, adubados com nitrogênio ou com fósforo. O teor de K pode ser considerado baixo e os teores de B, Fe e Al altos, sendo esses teores bem mais elevados no Cerrado Denso do que na Mata de Galeria, independente do adubo utilizado.

Os teores de Al nas folhas do gonçalo-alves, na Mata de Galeria, estão de acordo com os teores médios encontrados nesse ambiente por Silva (1991), que vão de 241 a 409 mg kg<sup>-1</sup> de Al.

Entretanto, no Cerrado mesotrófico, Haridasan e Araújo (1988) encontraram para essa espécie teor foliar de 80 mg kg<sup>-1</sup> de Al, muito abaixo dos teores deste estudo (1322,97 e 1160,62 mg kg<sup>-1</sup> de Al, adubado com N e P, respectivamente).

Os valores de Fe também estão muito acima dos 50 mg kg<sup>-1</sup> encontrados por Haridasan e Araújo (1988). Silva (1991) encontrou teores de Fe no solo de quatro Matas de Galeria variando entre 7,21 a 22 mg dm<sup>-3</sup>, inferiores ao encontrado no presente estudo, cujo teor na camada de 0 a 20 cm no solo da Mata de Galeria foi de 36,6 mg dm<sup>-3</sup> de Fe. Haridasan e Araújo (1988) encontraram valores entre 44 a 64 mg dm<sup>-3</sup>, na camada de 0 a 33 cm de profundidade em solos mesotróficos. Neste estudo, no solo de Cerrado Denso, foi encontrado teor de Fe de 46,5 mg dm<sup>-3</sup>, na camada de 0 a 20 cm. Os teores no solo não explicam os teores foliares tão elevados de 590,75 e 677,52 mg kg<sup>-1</sup> de Fe, adubados com N ou P, respectivamente. Mills e Jones (1996), consideraram que o teor de Fe pode ser acumulado em até 300 a 400 mg kg<sup>-1</sup> sem induzir à toxidez.

Os teores de Al nas folhas do gonçalo-alves estão acima de 1000 mg kg<sup>-1</sup>, enquadrando essa espécie no grupo das acumuladoras ocasionais. Os estudos com plantas acumuladoras não têm mostrado que essas espécies possuam menor capacidade de extração de outros cátions, como K, Ca, Mg, Fe, Mn ou Zn (HARIDASAN, 1982; HARIDASAN e ARAÚJO, 1988; SILVA, 1991).

### **Aroeirinha**

O crescimento da aroeirinha quando adubada com nitrogênio ou com fósforo pode ser considerado Bom (Tabela 53).

Furtini Neto et al. (1999c) encontraram para a aroeirinha aumento do diâmetro do colo (69%), da altura de planta (61%) e da matéria seca total (132%) com calagem, classificando essa espécie como altamente sensível à acidez do solo.

Os teores foliares da aroeirinha de P, K, S, Cu, Mn e Zn foram inferiores ao considerado adequado por Mills e Jones (1996) e por Epstein (1975); já os teores de N, Ca e K podem ser considerados adequados. Entretanto, a despeito desses baixos teores

encontrados nas folhas, a aroeirinha apresentou o melhor desempenho dentre as espécies pioneiras no Cerrado Denso.

Os teores de Fe da aroeirinha (960,1 e 1107 mg kg<sup>-1</sup> adubada com N ou P, respectivamente), superaram a concentração de 300 a 400 mg kg<sup>-1</sup>, que segundo acreditam Mills e Jones (1996), ainda não induz à toxidez.

Os teores de B são muito superiores aos teores considerados adequados por Epstein (1975). O teor de Al também foi muito elevado, acima do considerado como teor médio do grupo das plantas não-acumuladoras (100 a 600 mg kg<sup>-1</sup> de Al). Os teores de Al encontrados para a aroeirinha (1679,01 e 1951,0 mg kg<sup>-1</sup> adubada com N ou P, respectivamente), podem enquadrar essa espécie no grupo das acumuladoras ocasionais (HARIDASAN, 1982 e 1988).

A aroeirinha tem sido considerada como espécie promissora para recuperação de áreas degradadas por seu rápido crescimento e agressividade (SOUZA et al. 2001).

### **Angico-do-cerrado**

De acordo com a classificação proposta, o crescimento do angico-do-cerrado pode ser considerado Lento no Cerrado Denso e Muito Lento na Mata de Galeria.

O angico-do-cerrado, espécie de ocorrência no Cerrado e Cerradão, apesar de ter demonstrado maior requerimento nutricional em solo de Mata de Galeria, apresentou desempenho superior em solo de Cerrado Denso. Entretanto, neste estudo, o seu crescimento foi inferior ao esperado, tendo demonstrado melhor desempenho em plantios em solos não corrigidos. Aparentemente, o requerimento nutricional do angico-do-cerrado é pequeno e é uma espécie que pode ser plantada em solos distróficos, com elevada acidez, associadas à outras espécies de pequena demanda nutricional.

O angico-do-cerrado, considerado espécie pioneira e pioneira antrópica (BARBOSA, 1999; KAGEYAMA e GANDARA, 2001), obteve o menor crescimento dentre o grupo das pioneiras aos 12 meses de plantio, apesar de Carvalho (2003) considerar seu crescimento melhor em solos férteis. Os resultados de estudos até o momento têm demonstrado pequeno incremento do angico-do-cerrado com correção do solo e fertilização.

Batista (1988), em vegetação natural, encontrou correlação negativa entre altura e DAP de plantas de angico-do-cerrado com os teores do solo de P, K, e Al. Já o B, Zn e Mn apresentaram correlação positiva. Furtini Neto et al. (1999a) encontraram que, à exceção do tratamento “alumínio”, o angico-do-cerrado mostrou tendência de equiparação entre os parâmetros avaliados: os tratamentos testemunha (solo ácido e distrófico), fornecimento de cálcio, fornecimento de magnésio, correção do pH (sem alteração no valor de Ca ou Mg) e calagem, não alteraram o diâmetro do colo do angico-do-cerrado. Furtini Neto et al. (1999c) encontraram redução do diâmetro do colo e da matéria seca total do angico-do-cerrado e grande redução (50%) de matéria seca do sistema radicular na presença de calagem do solo.

Durigan e Silveira (1999) consideram que o angico-do-cerrado é uma espécie adaptada à solos ácidos e de baixa fertilidade e com elevado teor de Al, apresentando resultados satisfatórios, em crescimento e sobrevivência, em Mata de Galeria no domínio de Cerrado, em solo não adubado e corrigido.

Com exceção dos teores de N, Ca, Mg, B, Cu e Fe, tanto sob adubação com nitrogênio como com fósforo, nos dois ambientes, os demais teores podem ser considerados baixos de acordo com os níveis considerados adequados por Epstein (1975) e por Mills e Jones (1996). O angico-do-cerrado não alterou os teores foliares de N e de P na Mata de Galeria e no Cerrado Denso, em função das doses de nitrogênio ou de fósforo aplicadas. Desse modo, pode-se inferir que somente a concentração desses nutrientes nas folhas não são o melhor indicador do estado nutricional, pois independente da disponibilidade crescente no solo e de respostas em crescimento, o teor foliar não se alterou.

Haridasan e Araújo (1988) encontraram em solo de Cerradão mesotrófico os seguintes teores foliares para o angico-do-cerrado: K - 4,9; Ca - 10,90 e Mg - 3,5, em  $\text{g kg}^{-1}$  e Fe - 70; Mn - 110; Zn - 20; Cu - 10 e Al - 80, em  $\text{mg kg}^{-1}$ . Comparando ao presente estudo, no solo de Cerrado Denso, os teores de K foram semelhantes, os teores de Mn e Cu foram inferiores, enquanto os teores de Fe e Al foram bem superiores.

### **Vinhático**

De acordo com a classificação proposta neste estudo (Tabela 53), o crescimento do vinhático pode ser considerado Médio a Lento no Cerrado Denso, adubado com N e P, respectivamente, e Bom na Mata de Galeria, independente da adubação.

O vinhático apresentou requerimento nutricional para N maior no Cerrado Denso do que na Mata de Galeria, onde o teor presente no solo foi suficiente para sua demanda nesta fase. Para o fósforo, o comportamento foi inverso apresentando elevado requerimento na Mata de Galeria, sendo que no Cerrado Denso o teor de P presente no solo foi suficiente para atender a demanda nesta fase de crescimento.

O vinhático, apesar de ocorrer no Cerrado e Campo Cerrado, apresentou melhor crescimento na Mata de Galeria, possivelmente devido à sua resposta às condições de melhor fertilidade.

Corrêa e Cardoso (1998) estudando a revegetação de área degradada por mineração, encontraram resposta de crescimento em altura de mudas de vinhático plantadas em covas adubadas com composto de lixo (70,8%) comparadas à altura inicial de plantio. Quando adubadas com lodo de esgoto, apresentaram 78% de crescimento em altura com 15% de matéria seca de lodo e 34% de crescimento com 7,5% de matéria seca do lodo.

As concentrações foliares encontrados por Oliveira e Machado (1982), citados por ALMEIDA et al. (1998), são superiores para N e P e inferiores para K, Ca e Mg quando comparadas a esse estudo, destacando o teor de Ca que foi cerca de 6 vezes menor.

O teor de N, Mg, Cu e Mn podem ser considerados adequados segundo Epstein (1975) e por Mills e Jones (1996); os de P, S, K, Ca e Zn podem ser considerados baixos e os teores de B, Fe e Al altos. Os teores de Fe e Al estão compatíveis com os teores médios encontrados em vegetação natural de Cerrado Denso e em Matas de Galeria (SILVA, 1991; HARIDASAN, 1982).

### **Amburana**

De acordo com a classificação proposta (Tabela 53), o crescimento da amburana pode ser considerado Muito Lento no Cerrado Denso, independente da adubação. Na Mata de Galeria, pode ser considerado Muito Lento quando adubada com N e Lento quando adubada com fósforo.

Apesar do menor crescimento em solo de Cerrado Denso, a amburana apresentou maior requerimento nutricional nesse local. Sendo seu requerimento moderado para o nitrogênio e elevado para o fósforo. Na Mata de Galeria o teor de nitrogênio presente no solo foi suficiente para atender à demanda de crescimento da amburana nesta fase. Esse pequeno requerimento nutricional para o N pode estar associado à sua capacidade de nodulação (FURTINI NETO, 1999b). Quanto ao fósforo, o requerimento nutricional foi moderado na Mata de Galeria.

A amburana é planta típica de solos calcáreos (LORENZI, 1992; CARVALHO, 2003), apesar de preferir solos com boa fertilidade; seu crescimento é lento (CARVALHO, 2003); no Cerrado, ocorre na formação Mata Seca (RIBEIRO e WALTER, 1998). Não houve material de folhas suficiente em todas as parcelas para efetuar análise química.

### **Cagaita**

De acordo com a classificação proposta (Tabela 53), o crescimento da cagaita pode ser considerado como Muito Lento nos dois locais e sob os dois regimes de adubação.

A cagaita apresentou pequeno requerimento nutricional para o nitrogênio, sendo o teor de N presente no solo suficiente para seu desenvolvimento nos dois locais. Quanto ao fósforo, seu comportamento foi diferente nos dois ambientes, no Cerrado Denso o teor presente no solo foi suficiente para seu desenvolvimento nesta fase, já na Mata de Galeria apresentou elevado requerimento nutricional para o P.

A cagaita possui ocorrência no Cerradão Mesotrófico e Distrófico, Cerrado sentido restrito e Ralo, sendo espécie pouco exigente em fertilidade do solo. Entretanto, neste estudo cresceu um pouco melhor na Mata de Galeria quando adubada com fósforo, possivelmente devido à pequena quantidade de chuva ocorrida durante o período experimental. Devido à sua exigência por solos com boa drenagem, e por possuir pequeno requerimento nutricional por nitrogênio, considera-se uma espécie não recomendada para plantio em solos de Matas de Galeria, em geral mais úmidos e com teores mais elevados de matéria orgânica.

No solo de Cerrado Denso, a cagaita não apresentou alteração no teor foliar de N, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn e Na, tanto sob adubação com nitrogênio como com fósforo. Os teores de N, P, K, S e Cu podem ser considerados baixos; os de Mg, Mn e Zn, adequados; os de Ca, elevados; e os de B e Fe podem ser considerados muito elevados, de acordo com Epstein (1975) e com Mills e Jones (1996). Os teores de Al também podem ser considerados muito elevados.

Melo (1999) encontrou nas folhas de mudas de cagaita adubadas com nitrogênio ou fósforo, os seguintes teores em  $\text{g kg}^{-1}$ : K - 5,7; Ca - 13,7; Mg - 1,9 e S - 0,4. Quando adubada com nitrogênio, as mudas de cagaita apresentaram teor de P de  $1,1 \text{ g kg}^{-1}$ , mas não apresentaram diferenças no teor foliar de N ( $15,0 \text{ g kg}^{-1}$ ) e nem no diâmetro do colo. Os teores de Ca, Mg e S encontrados pelo autor foram menores, e os de K e de N foram maiores do que os encontrados neste estudo. Embora neste estudo não tenha havido diferença significativa no diâmetro do colo, em função das doses, o teor foliar de N variou de 9,8 na ausência de adubação, para  $14,39 \text{ g kg}^{-1}$  na dose de  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  de N.

Quando adubadas com fósforo, Melo (1999) encontrou em mudas de cagaita, incremento no diâmetro do colo e diferenças nos teores foliares de N e de P, sendo que o teor foliar de P variou entre 0,5 a  $1,3 \text{ g kg}^{-1}$ . Entretanto, os valores são menores do que os encontrados neste estudo, que variaram entre 0,87 na ausência de adubação à  $2,23 \text{ g kg}^{-1}$  de P na dose de  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  de P.

Para o mesmo autor, a adubação com nitrogênio não apresentou efeito na parte aérea, mas aumentou a concentração do nutriente nas raízes. A adubação com fósforo diminuiu a matéria seca radicular.

Santos et al. (2000) estudando o comportamento da cagaita em solo contaminado por metais pesados, concluíram que a cagaita apesar de se mostrar sensível em condições de casa de vegetação, é encontrada sobrevivendo em solos contaminados em condições naturais, devido ao fato dessa espécie apresentar desenvolvimento radicular profundo e pela contaminação por metais pesados ser menor nas camadas mais profundas do que na superfície. Marques et al. (2000), também relatam ter encontrado a cagaita crescendo em solo contaminado. Sano et al. (1995) também consideram que a cagaita possui, na fase inicial de crescimento, maior investimento no sistema radicular. Esses dados reforçam a conclusão de que a adubação, em especial com nitrogênio, pode ter afetado o desenvolvimento

radicular dessa espécie, influenciando negativamente na sobrevivência nas condições da longa estiagem ocorrida durante o período experimental, pois, apesar de haver respondido à adubação, a cagaita é espécie típica de solos oligotróficos.

A cagaita apresentou teores de Fe e Al menores na Mata de Galeria do que no Cerrado Denso. Os teores de B, Fe e Al na Mata de Galeria foram maiores quando adubados com fósforo do que com nitrogênio.

### **Óleo-de-copaíba**

De acordo com a classificação proposta (Tabela 53), o crescimento do óleo-de-copaíba pode ser considerado Médio, tanto na Mata de Galeria como no Cerrado Denso, sob adubação com fósforo ou com nitrogênio.

O óleo-de-copaíba respondeu à adubação, sendo o requerimento nutricional para o nitrogênio elevado e para o fósforo moderado, nos dois locais. A resposta do óleo-de-copaíba para o fósforo, pode estar relacionada à sua dependência micorrízica. Saggin-Júnior (1997), considera o óleo-de-copaíba altamente à extremamente dependente de micorrizas (MVAs), e concluiu também que as espécies dependentes só apresentaram respostas à adubação com fósforo na presença de MVAs.

Haridasan e Araújo (1987), estudando espécies acumuladoras de alumínio em condições de Cerradão distrófico e mesotrófico, encontraram diferenças nos teores foliares do óleo-de-copaíba. No solo distrófico, os valores encontrados foram: K - 5,3; Ca - 3,4 e Mg - 1,8, em  $\text{g kg}^{-1}$ , e Al - 76; Fe - 97; Mn - 611; Zn - 71 e Cu - 11, em  $\text{mg kg}^{-1}$ . No solo mesotrófico os valores encontrados foram: K - 7,3; Ca - 10,1 e Mg - 2,1, em  $\text{g kg}^{-1}$ , e Al - 38; Fe - 61; Mn - 663; Zn - 32 e Cu - 9, em  $\text{mg kg}^{-1}$ .

O teor foliar de K no solo distrófico foi semelhante ao deste estudo. Os teores de Ca, Mg e Zn do solo mesotrófico também foram semelhantes, e os teores de Cu e Mn inferiores. Já os teores de Fe e Al foram bastante superiores aos encontrados por Haridasan e Araújo (1987).

De acordo com Epstein (1975) e com Mills e Jones (1996) para o óleo-de-copaíba, podem ser considerados baixos os teores de K, P e S e adequados os de N, Ca, Mg, Cu e Mn; os teores de Zn estão entre adequados à elevados e muito elevados os de B e Fe.

Silva (1991) encontrou diferentes teores de Al nas folhas de óleo-de-copaíba, no mês de setembro, de acordo com o local: 1457 mg kg<sup>-1</sup> na Mata de Galeria Olho d'água da Onça-DF, 1369 mg kg<sup>-1</sup> na Mata do Monjolo, enquanto que apenas 231 mg kg<sup>-1</sup> de Al na Mata do Gama.

Furtini Neto et al. (1999c), estudando efeitos da calagem sobre espécies nativas, concluíram que o óleo-de-copaíba é tolerante à acidez do solo. Para Duboc (1996b), o óleo-de-copaíba pode crescer bem em solos com baixa disponibilidade de Ca e de Mg.

### **b. Elementos minerais**

O teor foliar pode apresentar variação sazonal dependendo da época de amostragem. Alguns autores consideram que a variação depende mais de características próprias de cada espécie do que das épocas de avaliação (RIBEIRO, 1983; ARAÚJO, 1984). Entretanto, Ribeiro (1983) considera que quando houve diferença entre as épocas (maio e outubro), a maioria das espécies mostrou maior teor em outubro para N, P, K e Ca. Os teores de Al não mostraram sazonalidade na amostragem.

De maneira geral, todas as espécies mostraram pequeno teor de P nas folhas (abaixo de 2,0 g kg<sup>-1</sup> de P), com exceção do pau-pombo e do gonçalo-alves na Mata de Galeria. As espécies pioneiras, angico-do-cerrado e vinhático e as secundárias tamboril-do-cerrado e óleo-de-copaíba, adubadas com P, apresentaram os menores teores de fósforo.

Com relação aos micronutrientes, todas as espécies apresentaram teores de cobre nas folhas abaixo de 6 mg kg<sup>-1</sup>. As espécies secundárias mostraram teores de manganês superiores a 50 mg kg<sup>-1</sup>. Entre as espécies secundárias, o óleo-de-copaíba adubado com P ou com N, no Cerrado Denso, e com P na Mata de Galeria apresentou o mais alto teor de boro nas folhas, muito acima dos valores alcançados pelas espécies pioneiras. Tanto pioneiras como secundárias apresentaram teores foliares de zinco mais baixos no Cerrado Denso do que na Mata de Galeria. Entretanto, apenas o tamboril-do-cerrado ficou abaixo de 9 mg kg<sup>-1</sup> de Zn.

No Cerrado Denso, a aroeirinha e o gonçalo-alves superaram 1000 mg kg<sup>-1</sup> de Al nas folhas, podendo ser consideradas acumuladoras eventuais.

## Nitrogênio

Entre as espécies pioneiras, o angico-do-cerrado apresentou os maiores teores de N, tanto adubado com nitrogênio como com fósforo, na Mata de Galeria (19,9 e 23,4 g kg<sup>-1</sup>) ou no Cerrado Denso (21,8 e 20,8 g kg<sup>-1</sup>), respectivamente.

Na Mata de Galeria, o pau-pombo apresentou os menores teores foliares de N adubado com nitrogênio ou com fósforo (15,3 e 12,7 g kg<sup>-1</sup>). No Cerrado Denso, a aroeirinha adubada com N (14,1 g kg<sup>-1</sup>) e o gonçalo-alves (13,0 g kg<sup>-1</sup>) adubado com P apresentaram os menores teores de N nas folhas.

Entre as espécies secundárias, a cagaita, quando adubada com nitrogênio, apresentou os menores teores foliares de N (16,7 e 11,8 g kg<sup>-1</sup>), na Mata de Galeria e no Cerrado Denso, respectivamente. Para Malavolta (1980) e para Epstein (1975), 15 g kg<sup>-1</sup> de N é o teor foliar considerado adequado.

As espécies não leguminosas: pau-pombo, aroeirinha e gonçalo-alves apresentaram maior requerimento nutricional para o nitrogênio do que as espécies leguminosas. O angico-do-cerrado, com pequeno crescimento, se mostrou pouco eficiente na utilização do nutriente. Os menores teores foliares de N também, foram apresentados por espécies não leguminosas, tanto adubadas com nitrogênio como com fósforo no Cerrado Denso ou na Mata de Galeria, e os seus teores ficaram abaixo de 15 g kg<sup>-1</sup> de N. Na vegetação natural os valores são muito variados.

## Fósforo

Apenas o gonçalo-alves adubado com nitrogênio ou fósforo e o pau-pombo adubado com nitrogênio na Mata de Galeria obtiveram teores maiores do que 2,0 g kg<sup>-1</sup> de P, considerado adequado por Malavolta (1980). No Cerrado Denso, os teores apresentados foram ainda mais baixos, onde apenas o gonçalo-alves superou 1,8 g kg<sup>-1</sup>, valor considerado adequado para espécies tropicais por Dreschsel e Zeck (1991).

Esses resultados estão consistentes com os dados encontrados em vegetação natural. Em área de Cerrado, Ribeiro (1983) encontrou teores nas folhas de 0,4 a 1,8 g kg<sup>-1</sup> de P. Araújo (1991), em Cerradão distrófico, encontrou teores entre 0,3 a 1,9 g kg<sup>-1</sup> e no mesotrófico de 0,8 a 1,8 g kg<sup>-1</sup> de P. Em Matas de Galeria os teores encontrados foram mais

elevados, possivelmente por nessas áreas preservadas ocorrer maior teor de matéria orgânica, além de maior ciclagem de nutrientes através da serapilheira. Silva (1991) encontrou em quatro Matas de Galeria valores entre 0,1 e 5,2 g kg<sup>-1</sup> de P.

### **Potássio**

Todas as espécies apresentaram teores abaixo de 10 g kg<sup>-1</sup> de K, valor considerado adequado por Epstein (1975). O maior teor de K foi encontrado no gonçalo-alves adubado com nitrogênio (9,53 g kg<sup>-1</sup>), e o menor teor na cagaita (3,30 g kg<sup>-1</sup>) adubada com fósforo, ambos no Cerrado Denso. A maioria das demais espécies apresentaram teores entre 5 e 7 g kg<sup>-1</sup> de K. Apesar de baixos, esses teores estão compatíveis com os encontrados na vegetação natural.

Araújo (1991) encontrou, em áreas de Cerradão distrófico, teores foliares de potássio entre 3,4 e 13,2 g kg<sup>-1</sup> e no mesotrófico entre 3,4 e 17,2 g kg<sup>-1</sup> de K. No Cerrado, Ribeiro (1983) encontrou valores entre 2,9 e 11,1 g kg<sup>-1</sup> de K. Em Matas de Galeria, Silva (1991) encontrou teores entre 4,8 e 33,4 g kg<sup>-1</sup> de K.

### **Cálcio**

No Cerrado Denso, apresentaram os menores teores foliares de cálcio o vinhático (6,08 e 5,71 g kg<sup>-1</sup>) e o tamboril-do-cerrado (9,70 e 8,73 g kg<sup>-1</sup>), sendo que os maiores teores foram apresentados pela aroeirinha (18,60 e 16,38 g kg<sup>-1</sup>) e pelo gonçalo-alves (15,22 e 16,79 g kg<sup>-1</sup>), adubados com N e P, respectivamente.

Na Mata de Galeria apresentaram os menores teores de cálcio o angico-do-cerrado (7,36 e 9,43 g kg<sup>-1</sup>) e o ingá (12,86 e 7,02 g kg<sup>-1</sup>) adubados com N e P, respectivamente, e o vinhático adubado com fósforo (7,02 g kg<sup>-1</sup> de Ca).

Pode-se notar que mesmo os menores valores estão acima do limite mínimo considerado adequado (5 g kg<sup>-1</sup> de Ca) por Epstein (1975) e por Mills e Jones (1996). Os elevados teores de Ca encontrados neste estudo provavelmente estão relacionados à aplicação de gesso agrícola.

No Cerrado distrófico, Araújo (1991) encontrou teores de cálcio nas folhas entre 0,3 e 4,5 g kg<sup>-1</sup>, e no mesotrófico valores entre 3,1 e 39,5 g kg<sup>-1</sup> de Ca. Em Matas de Galeria, Silva (1991) encontrou valores entre 1,6 e 8,1 g kg<sup>-1</sup> e, em uma Mata de Galeria

com elevado teor de Ca no solo, encontrou teores foliares mais elevados (4,9 a 29,4 g kg<sup>-1</sup> de Ca).

### **Magnésio**

No Cerrado Denso os menores teores de magnésio foram apresentados pelo vinhático (1,48 e 1,56 g kg<sup>-1</sup>) adubado com N e P, respectivamente. Todas as outras espécies, nos dois locais, apresentaram teores de Mg acima de 1,5 g kg<sup>-1</sup>, teor considerado adequado por Mills e Jones (1996). O maior valor foi apresentado pela aroeirinha (3,02 g kg<sup>-1</sup>) adubada com nitrogênio no Cerrado Denso.

Entretanto, esses valores estão compatíveis com os encontrados nas vegetações naturais. Na Mata de Galeria os teores de Mg encontrados por Silva (1991), variaram de acordo com as espécies e vão desde (1,6 a 7,8 g kg<sup>-1</sup>) até (2,3 a 12,1 g kg<sup>-1</sup> de Mg) em um solo mais fértil. No Cerrado distrófico, Araújo (1984) encontrou teores nas folhas de 0,9 a 4,1 g kg<sup>-1</sup> e no mesotrófico teores entre 1,6 e 7,7 g kg<sup>-1</sup> de Mg.

### **Enxofre**

Os teores de enxofre considerados adequados por Mills e Jones (1996) são de 1,5 a 5,0 g kg<sup>-1</sup>. Neste estudo, apenas o gonçalo-alves apresentou teores na faixa adequada (1,72 a 2,05 g kg<sup>-1</sup> de S), adubado com nitrogênio ou com fósforo, respectivamente, na Mata de Galeria. Todas as demais espécies apresentaram teores menores.

O teor foliar de enxofre não tem sido analisado na vegetação natural, como pode ser verificado em diversos trabalhos (HARIDASAN, 1982; RIBEIRO, 1983; ARAÚJO, 1984; MEDEIROS e HARIDASAN, 1985; SILVA, 1991; MORAES, 1994; GÓES JÚNIOR, 1996). Assim, faltam dados para comparação.

### **Boro**

Epstein (1975) e Mills e Jones (1996) consideram o teor de 20 mg kg<sup>-1</sup> de B nas folhas como adequado. Todas as espécies apresentaram teores bem mais elevados do que esse nos dois locais, independente da adubação utilizada.

Apesar da carência de boro nos solos do Cerrado (SOUZA e LOBATO, 2002; FURTINI NETO, 2000), nos estudos da vegetação nativa não têm sido

efetuadas análises desse micronutriente e, assim como o relatado para o enxofre, faltam dados para comparação.

No Cerrado Denso, os menores teores de boro nas folhas foram apresentados pelo vinhático (49,75 e 100,14 mg kg<sup>-1</sup>) e pelo tamboril-do-cerrado (62,92 e 59,90 mg kg<sup>-1</sup>), e os maiores teores pela aroeirinha (215,55 e 191,72 mg kg<sup>-1</sup>), pelo ingá (77,96 e 236,93 mg kg<sup>-1</sup>) e pelo óleo-de-copaíba (567,31 e 426,72 mg kg<sup>-1</sup> de B), adubados com nitrogênio ou com fósforo, respectivamente.

Na Mata de Galeria o menor teor de boro foi apresentado pelo angico-do-cerrado (47,84 e 62,67 mg kg<sup>-1</sup>) e o maior pelo óleo-de-copaíba (319,46 e 216,75 mg kg<sup>-1</sup> de B) adubados com nitrogênio e com fósforo, respectivamente.

### **Cobre**

Todas as espécies, tanto no Cerrado Denso como na Mata de Galeria, sob adubação com nitrogênio ou com fósforo, apresentaram teor foliar de cobre abaixo de 6 mg kg<sup>-1</sup>, nível considerado adequado por Malavolta (1980) e por Dreschel e Zeck (1991).

Os teores foliares de cobre, assim como os de enxofre, não têm sido analisados na vegetação natural, como pode ser verificado em diversos trabalhos relatados anteriormente e, desse modo, faltam dados para comparação.

### **Ferro**

Todas as espécies nos dois ambientes apresentaram teores foliares de Fe acima de 100 mg kg<sup>-1</sup>, considerado adequado por Epstein (1975). Os teores no Cerrado Denso foram bem superiores aos da Mata de Galeria.

Os teores mais elevados no Cerrado Denso foram apresentados pela aroeirinha (960,1 e 1107,4 mg kg<sup>-1</sup> de Fe), seguida pelo gonçalo-alves (590,7 e 677,5 mg kg<sup>-1</sup>), quando adubados com N e com P, respectivamente. Quando adubados com N, o óleo-de-copaíba atingiu (552,21 mg kg<sup>-1</sup>) e a cagaita (472,65 mg kg<sup>-1</sup>).

Na vegetação natural os maiores valores foram encontrados no Cerradão por Ribeiro (1983), com teores entre 98 e 245 mg kg<sup>-1</sup> de Fe. Na Mata de Galeria Córrego Onça, Silva (1991) encontrou teores entre 84 e 940 mg kg<sup>-1</sup> de Fe.

## Manganês

Epstein (1975) e Malavolta (1980) consideram adequado o teor foliar de  $50 \text{ mg kg}^{-1}$  de Mn. Para Mills e Jones (1996) os valores entre (10 até  $200 \text{ mg kg}^{-1}$ ) estão adequados. Nenhuma das espécies pioneiras, nos dois locais, atingiu  $50 \text{ mg kg}^{-1}$  de Mn. As espécies secundárias apresentaram teores superiores, tanto na Mata de Galeria, como no Cerrado Denso. O óleo-de-copaíba apresentou valores de 123,8 e  $103,8 \text{ mg kg}^{-1}$  de Mn, adubado com N e P, respectivamente.

Esses valores estão compatíveis com os encontrados na vegetação natural, para a qual foram encontrados grande amplitude de Mn nos teores foliares. No Cerrado foram encontrados teores de 18 a  $423 \text{ mg kg}^{-1}$  de Mn (RIBEIRO, 1983). No Cerradão distrófico, teores de 10 a  $1080 \text{ mg kg}^{-1}$  de Mn, e no mesotrófico valores entre 25 e  $663 \text{ mg kg}^{-1}$  de Mn (ARAÚJO, 1984). Em Matas de Galeria foram encontrados valores extremos de 11 a  $1174 \text{ mg kg}^{-1}$  de Mn (SILVA, 1991).

## Zinco

No Cerrado Denso as espécies apresentaram teores mais baixos de zinco do que na Mata de Galeria, mas apenas o tamboril-do-cerrado ficou abaixo do limite de  $9 \text{ mg kg}^{-1}$  de Zn, considerado como adequado por Dreschel e Zeck (1991).

Entretanto, Malavolta (1980) e Epstein (1975) consideram como adequado teores de  $20 \text{ mg kg}^{-1}$  de Zn e Mills e Jones (1996) valores entre 15 e  $50 \text{ mg kg}^{-1}$  de Zn. Neste caso, somente o óleo-de-copaíba ( $22,7$  e  $28 \text{ mg kg}^{-1}$ ) no Cerrado Denso apresentou teores acima de  $20 \text{ mg kg}^{-1}$  de Mn, quando adubado com P ou N, respectivamente. Na Mata de Galeria, o ingá, a cagaita e o óleo-de-copaíba ( $20,14$ ;  $22,6$  e  $25,9 \text{ mg kg}^{-1}$  de Zn, respectivamente), adubadas com N, e o óleo-de-copaíba e o angico-do-cerrado ( $32,2$  e  $23,2 \text{ mg kg}^{-1}$  de Zn, respectivamente), adubados com P, alcançaram o teor adequado.

Haridasan e Araújo (1988) encontraram, em Cerrado distrófico e em mesotrófico, teores foliares desde traços até  $88 \text{ mg kg}^{-1}$  de Zn.

## Sódio

Do mesmo modo que para o enxofre e o boro, também não têm sido analisado os teores de sódio em folhas da vegetação natural. Assim, faltam parâmetros para comparação.

No Cerrado Denso, os maiores e os menores teores apresentados pelas espécies pioneiras estão entre 58,21 e 93,88 mg kg<sup>-1</sup>, para plantas adubadas com nitrogênio, e entre 73,12 a 106,7 mg kg<sup>-1</sup> para plantas adubadas com fósforo. Nas espécies secundárias foram encontrados teores entre 57,0 e 86,3 mg kg<sup>-1</sup>, em plantas adubadas com nitrogênio, e entre 76,6 e 86,3 mg kg<sup>-1</sup> para aquelas adubadas com fósforo.

Na Mata de Galeria, os maiores e os menores teores foliares de Na foram encontrados nas espécies pioneiras, os quais estão entre 62,4 e 68,5 mg kg<sup>-1</sup> em plantas adubadas com nitrogênio e entre 53,7 e 71,4 mg kg<sup>-1</sup> naquelas adubadas com fósforo. Para as espécies secundárias, os maiores e os menores teores de Na ficaram entre 72,4 e 76,9 mg kg<sup>-1</sup> e entre 59,4 e 69,3 mg kg<sup>-1</sup>, quando adubadas com nitrogênio ou com fósforo, respectivamente.

## Alumínio

No Cerrado Denso algumas espécies superaram o limite de 600 mg kg<sup>-1</sup> de Al nas folhas, considerado por Medeiros e Haridasan (1985) como nível médio do grupo das não-acumuladoras. A cagaita atingiu valores entre 730,3 e 713,5 mg kg<sup>-1</sup> de Al adubada com N e P, respectivamente. O óleo-de-copaíba apresentou teor de 925,9 mg kg<sup>-1</sup> de Al quando adubado com N.

Algumas espécies superaram o teor foliar de 1000 mg kg<sup>-1</sup> de Al. A aroeirinha alcançou teores entre 1679,01 e 1951,0 mg kg<sup>-1</sup> e o gonçalo-alves entre 1322,17 e 1160,65 mg kg<sup>-1</sup> de Al, adubados com nitrogênio ou com fósforo, respectivamente.

Medeiros e Haridasan (1988) consideram que, independente da época de amostragem, o nível médio do grupo das não-acumuladoras de Al está entre 100 e 600 mg kg<sup>-1</sup> e nunca maior que 800 mg kg<sup>-1</sup>. Nas plantas acumuladoras de Al a concentração está entre 1000 a 1800 mg kg<sup>-1</sup> e nunca menor que 900 mg kg<sup>-1</sup>. Entretanto, para que sejam consideradas acumuladoras obrigatórias, devem apresentar altos teores nas folhas, mesmo em solos com baixos teores de alumínio.

### c. Modelo de plantio

O sucesso dos plantios de revegetação, em áreas de Cerrado, está relacionado aos seguintes fatores: ao grau de modificação das condições químicas do solo; à escolha correta das espécies de acordo com a fitofisionomia e com os parâmetros de solo ao qual estão associadas (fertilidade, saturação de alumínio, umidade, topografia e modificações antrópicas); ao uso do solo posterior ao desmatamento, duração e às práticas agrícolas utilizadas; à nutrição e fertilização das espécies, considerando as características de uso da área após o desmatamento; à época adequada de plantio das mudas e, à concorrência com espécies invasoras no período inicial de estabelecimento das mudas, ou seja nas primeiras estações de crescimento.

De acordo com as características enfatizadas acima e visando contemplar os diferentes aspectos que envolvem as Matas de Galeria e as demais fitofisionomias descritas por Ribeiro et al. (1982a e 1983) no domínio do Cerrado, considera-se que devem haver modelos distintos para os processos de recuperação de áreas degradadas, nos casos em que a ação antrópica se faz necessária (CARPANEZZI et al., 1990), para as diferentes fitofisionomias do Cerrado,.

Para as áreas de Mata de Galeria no domínio do Cerrado, a escolha das espécies deve abranger: além dos aspectos florísticos (RIBEIRO et al., 1982b e 1985); aspectos da sucessão secundária (BUDOWSKI, 1965); através de modelos de consorciação com alta diversidade (KAGEYAMA et al., 1994) e; que englobem o conceito de espécies raras (KAGEYAMA e GANDARA, 2001). Deve buscar favorecer, também, os processos da regeneração natural, como: produção de sementes, dispersão, dormência e formação de bancos de sementes e plântulas, característicos dos grupos ecológicos que compõem o processo natural de sucessão, e favorecer também as interações com a fauna e microorganismos (PIÑA-RODRIGUES et al., 1990; REIS e KAGEYAMA, 2003).

Os aspectos de umidade do solo e condições químicas e físicas devem ser também considerados no momento da escolha das espécies. A umidade do solo relacionada à revegetação de reservatórios foi abordada por Salvador (1986; 1987 e 1989), Davide et al. (1996) e Davide (1999). Levantamentos florísticos das Matas de Galeria no domínio do

Cerrado permitiram a identificação e a classificação preliminar das espécies quanto às condições de umidade do sítio em: Exclusivas (Inundável); Preferenciais (Inundável); Indiferentes; Preferenciais (Não-inundável) e Exclusivas (Não-inundável) (WALTER e RIBEIRO, 1997; RIBEIRO et al., 1999).

Quanto às exigências nutricionais das espécies florestais nativas, alguns estudos considerando os grupos sucessionais, na sua maioria em casa de vegetação e poucos com adubação à campo, têm sido conduzidos nos últimos anos (RENÓ, 1994; BRAGA, 1995; FARIA et al., 1995a e 1995b; MUNIZ et al., 1995a e 1995b; ROCHA, 1995; DUBOC et al., 1996a e 1996b; VALE et al., 1997; SILVA et al., 1996 e 1997; LIMA et al., 1997; FURTINI NETO et al., 1999a, 1999b e 1999c; VENTURIN et al., 1999; RESENDE, 1999 e 2000).

Já com relação à revegetação de áreas de Cerrado sentido restrito, o modelo sucessional e as características anteriormente descritas não se aplicam integralmente, havendo necessidade de maiores estudos para formulação de modelos mais adequados e que contemplem algumas peculiaridades desses ambientes, como as abordadas à seguir.

O processo sucessional em áreas de cerrado é característico de áreas heliófilas (GOODLAND e FERRI, 1979; COUTINHO, 1982; PIVELLO E COUTINHO, 1996; DURIGAN, 2003). Para Franco (2000), a sombra de copas pode restringir o crescimento de mudas de espécies de cerrado na fase inicial de desenvolvimento das plantas. Os efeitos do sombreamento do dossel na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> pode vir a ser crítico para o crescimento e sobrevivência de mudas em formações com dossel fechado, como os de Cerradão.

Os mecanismos de dispersão de sementes não são tão eficientes quanto os sistemas de regeneração à partir de brotação de raiz (GOODLAND e FERRI, 1979; HOFFMANN, 1998; DURIGAN et al., 1998), os quais podem ter sua capacidade afetada pelos processos de revolvimento do solo para implantação de atividades agropecuárias, além das alterações químicas e biológicas promovidas pela calagem e adubação, e pela duração dessas intervenções (DURIGAN, 1998; MORRETES, 1992).

Os estudos de fitossociologia e de florística das diferentes fitofisionomias (RIBEIRO et al., 1985, SILVA JÚNIOR, 2001; FELFILI e SILVA JÚNIOR, 2001) têm demonstrado as diferenças entre as mesmas, cujos fatores condicionantes ainda não

estão totalmente esclarecidos. Ratter et al., (2003) estudando a flora do cerrado nuclear em 315 áreas, registraram 914 espécies. Dentre estas, apenas 300 ocorreram em oito locais ou mais, e somente 38 espécies estiveram presentes em 50% das áreas ou mais. As restantes 614 espécies, incluindo 309 unicatas, são muito raras. Cerca de 300 espécies, portanto, dominam a área nuclear do cerrado e esse número chega a 350 se forem considerados os cerrados de São Paulo.

As taxas de sobrevivência em plantios de recuperação nas áreas de Cerrado têm sido baixas (CORRÊA e CARDOSO, 1998; DURIGAN e SILVEIRA, 1999; SOUZA, 2002). Além das características intrínsecas das espécies, a marcada estacionalidade climática também é um fator que afeta o sucesso dos plantios de revegetação, restringindo a época de plantio ao início da estação chuvosa de modo a proporcionar tempo suficiente para o crescimento radicular. Segundo Felfili (2001), a porção radicular das espécies do Cerrado é bastante desenvolvida, sendo que em mudas com um ano de idade de algumas espécies como *Dalbergia miscolobium* (jacarandá-do-cerrado) e *Cybistax antisifilitica* (ipê verde), as raízes podem ser até 10 vezes maiores do que o caule. As razões raiz/parte aérea foram cerca de 3 no Cerrado Denso a 8 em um Campo Sujo (Castro e Kauffman, 1998, citados por FELFILI, 2001).

Desse modo, o estabelecimento de mudas de cerrado depende de sua capacidade de alcançar rapidamente camadas do solo permanentemente úmidas abaixo da zona de enraizamento das gramíneas. Essa capacidade é diferenciada, pois nem todas as espécies possuem enraizamento profundo. Espécies decíduas extraem água de camadas mais profundas na estação seca, enquanto espécies sempre-verdes mostram um amplo padrão de capacidade de extração de água, desde enraizamento fasciculado superficial até enraizamento profundo (FRANCO, 2000).

Outro aspecto que afeta o sucesso dos plantios relaciona-se à forte acidez, à elevada saturação de alumínio e ao baixo teor de nutrientes dos solos do Cerrado. As baixas concentrações de nutrientes nas folhas das espécies nativas, em comunidades associadas aos solos distróficos, refletem a baixa fertilidade dos solos (HARIDASAN e ARAÚJO, 1988; RIBEIRO, 1983), bem como os baixos teores de nutrientes como K, Ca e Mg nas folhas das espécies nativas do Cerrado sentido restrito comparadas à outras vegetações em solos mesotróficos (ARAÚJO, 1984; RIBEIRO, 1983). Entretanto, as espécies nativas do

Cerrado possuem diversas estratégias para sobreviver em solos que apresentem diferentes níveis de estresse nutricional (HARIDASAN, 2000). Algumas espécies do Cerrado sentido restrito acumulam alumínio em seus tecidos sem causar impedimento à absorção, ao transporte e ao metabolismo de outros nutrientes (HARIDASAN, 1982 e 1988). Trabalhando com *Miconia albicans*, uma espécie acumuladora de alumínio, Haridasan (1988) concluiu que essa espécie era incapaz de sobreviver naturalmente em solos calcáreos. As razões para isso podem incluir a natureza calcífuga da espécie, a clorose de ferro induzida pelo cálcio e a toxidez por manganês. Entretanto, recuperação imediata das plantas afetadas crescendo inicialmente em solo calcário e transplantadas para solo com baixo pH e alta saturação de alumínio, sugere que o Al tem alguma função específica no metabolismo dessa espécie.

O melhor entendimento das diferenças entre as espécies nativas do Cerrado sentido restrito e de outras fitofisionomias, quanto à nutrição mineral e quanto às características abordadas acima é fundamental para o estabelecimento de modelos de plantio específicos para a recuperação de áreas degradadas de Cerrado e para a escolha das espécies a serem utilizadas.

## 6. CONCLUSÕES

A sobrevivência das espécies, independente do estágio sucessional, não foi afetada pela adubação com fósforo ou com nitrogênio no Cerrado Denso, e com fósforo na Mata de Galeria. A adubação nitrogenada afetou a sobrevivência das espécies secundárias na Mata de Galeria.

Houve diferença entre os estágios sucessionais com relação aos requerimentos nutricionais. Para o nitrogênio, as espécies pioneiras apresentaram elevado requerimento nutricional, no Cerrado Denso e na Mata de Galeria. As espécies secundárias mostraram pequeno requerimento nutricional para o nitrogênio nos dois locais. Para o fósforo, o requerimento nutricional de espécies pioneiras e secundárias no Cerrado Denso foi pequeno. Na Mata de Galeria, as espécies pioneiras mostraram requerimento nutricional elevado, e as espécies secundárias pequeno.

As espécies não leguminosas: pau-pombo, aroeirinha e gonçalo-alves, apresentaram maior requerimento nutricional para o nitrogênio do que as espécies leguminosas. Seus teores foliares ficaram abaixo de  $15 \text{ g kg}^{-1}$  de N, adubadas com nitrogênio ou com fósforo, no Cerrado Denso e na Mata de Galeria.

Todas as espécies mostraram pequeno teor de P nas folhas, abaixo de  $2,0 \text{ g kg}^{-1}$  de P, com exceção do pau-pombo e do gonçalo-alves, na Mata de Galeria.

Todas as espécies apresentaram teor foliar de cálcio acima de  $5 \text{ g kg}^{-1}$ , e de magnésio acima de  $1,5 \text{ g kg}^{-1}$ . Todas as espécies apresentaram teores de potássio abaixo de  $10 \text{ g kg}^{-1}$  de K.

Todas as espécies apresentaram teores de cobre na folhas abaixo de  $6 \text{ mg kg}^{-1}$ . Todas as espécies apresentaram teor de ferro acima de  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  e teor de boro muito acima de  $20 \text{ mg kg}^{-1}$ . Apenas as espécies secundárias mostraram teores de manganês superiores a  $50 \text{ mg kg}^{-1}$ . Tanto pioneiras como secundárias, apresentaram teores foliares de zinco mais baixos no Cerrado Denso do que na Mata de Galeria, mas apenas o tamboril-do-cerrado apresentou teor inferior à  $9 \text{ mg kg}^{-1}$  de Zn. No Cerrado Denso, algumas espécies apresentaram elevado teor foliar de alumínio. A cagaita e o óleo-de-copaíba superaram  $600 \text{ mg kg}^{-1}$  de Al e a aroeirinha e o gonçalo-alves superaram  $1000 \text{ mg kg}^{-1}$  de Al nas folhas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADLER, P.R.; WILCOX, G.E. Rapid perchloric acid digest methods for analysis of major elements in plant tissue. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. v.16, 1985, p. 1153-1163.

ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.E.B.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina : Embrapa – CPAC, 1998. 464p.

ALMEIDA, L.S.de; KNAPIK, J.G.; KASSEBOEHMER, A.L.; ALMEIDA, A.de; GENERO, E.; CAXAMBU, M.G.; ANGELO, A.C.; CHIAMOLERA, L.deB. Crescimento e sobrevivência de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) sob *Paspalum notatum* Flugge e *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich) Stapf. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 54, e REUNIÃO AMAZÔNICA DE BOTÂNICA, 3, Belém, 2003 (Cd rom).

ARAÚJO, G.M. **Comparação do estado nutricional de dois cerradões em solos distrófico e mesotrófico no planalto central do Brasil**. Brasília : UNB . 1984 . 160p. (Dissertação de Mestrado em Ecologia).

BARBOSA, L.M. Implantação de mata ciliar. In: SIMPÓSIO MATA CILIAR: CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Lavras : UFLA/Faepe/Cemig. 1999. p.111-135.

BARBOSA, L.M. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. . In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.deF. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo : Editora da Universidade de São Paulo/FAPESP, 2001: p.289-312.

BATISTA, E.A. **Influência de fatores edáficos no cerrado da reserva biológica de Moji-Guaçu, SP.** Piracicaba : ESALQ. 1988. 188p. (Tese de Doutorado em Agronomia).

BRAGA, F.deA.; VALE, F.R.do; VENTURIM, N.; AUBERT, E.; LOPES, G.deA.  
Exigências nutricionais de quatro espécies florestais. **Rev. Árv.**, Viçosa, v.19, n.1, 1995, p.18-31.

BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; PRADO, N.J.S.; FONSECA, E.M.B. **Implantação de mata ciliar.** Belo Horizonte : Companhia Energética de Minas Gerais, 1995, 28p.

BRUFORD, G.R. **The effect of fertiliser on the soil on three natives species of the Cerrado in Central Brazil.** Oxford : Universidade de Oxford, 1993. 136p. (Dissertação de Mestrado).

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical american rain forest species in the light of successional processes. **Turrialba**, v.15, n.1, 1965, p.40-42.

CARPANEZZI, A.A.; BRITO, J.O.; FERNANDES, P.; JARK FILHO, W. Teor de macro e micronutrientes em folhas de diferentes idades de algumas essências florestais nativas. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz** : Piracicaba, v.33, 1976, p.225-232.

CARPANEZZI, A. A.; COSTA, L.G. L.; CASTRO, C. et al. Espécies pioneiras para a recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratórios naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO 6., 1990, Campos de Jordão. **Anais...** Campos de Jordão: SBS/SBEF, 1990. p.216-221.

CARVALHO, E.R. **Espécies arbóreas brasileiras.** Brasília : Embrapa Informação Tecnológica. 2003. 1039p.

CARVALHO, E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Colombo - PR : Embrapa Florestais, 1994. 640p.

CHAPIN III, F.S. The mineral nutrition of wild plants. **Annual Review of Ecology Systematics**, Palo Alto, v.11, 1980, p.233-260.

CLARKSON, D.T. Adaptações morfológicas e fisiológicas das plantas a ambientes de baixa fertilidade. In: SIMPÓSIO SOBRE RECICLAGEM DE NUTRIENTES E AGRICULTURA DE BAIXOS INSUMOS NOS TRÓPICOS, 1984, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus : CEPLAC/SBCS, 1985. p. 45-75.

CORREIA, J.R.; HARIDASAN, M.; REATTO, A.; MARTINS, E. de S.; WALTER, B.M.T. . Influência de fatores edáficos na distribuição de espécies arbóreas em Matas de Galeria da região do Cerrado: uma revisão. In: RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C.E.L.da; SOUZA-SILVA, J.C. (Edt.). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina : Embrapa Cerrados, 2001. p.51-79.

CORRÊA, R.S.; CARDOSO, E.S. Espécies testadas na revegetação de áreas degradadas. In: CORRÊA, R.S.; MELO FILHO, B. (Orgs.). *Ecologia e recuperação de áreas degradadas no cerrado*. Brasília-DF : **Paralelo 15**, 1998, p.101-116.

COUTINHO, L.M. Ecological effects of fire in Brazilian Cerrado. In: HUNTLEY, B.J.; WALKER, B.H. (Eds.). **Ecology of Tropical Savanas**. Berlin : Springer-Verlag, 1982. p.273-291.

CRESTANA, M.deS.M.; TOLEDO FILHO, D.V.de; CAMPOS, J.B.de. **Florestas : sistemas de recuperação com essências nativas**. Campinas : CATI. 60p. 1993.

DALL'ORTO, F.A.C.; GARLIPP, R.C.D.; BRAUNER, J.L.; MIRANDA, M.T.de. Concentrações de alguns macro e micronutrientes em essências florestais do parque da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v.33, 1976, p.233-242.

DAVIDE, A.C. Seleção de espécies vegetais para recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO,1 E SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2, Foz do Iguaçu, 1994. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1994. p.111-122.

DAVIDE, A.C.; BOTELHO, S.A.; FARIA, J.M.R.; PRADO, N.J.S. Comportamento de espécies florestais de Mata Ciliar em áreas de depleção do reservatório da usina hidrelétrica de Camargos, Itutinga, MG. **Revista Cerne**, Lavras, v.2, n.2, 1996, p.

DEFELIPO, B.V.; ALVAREZ, V.H.; COUTO, L.; FERNANDES, J.C. Estudos de micronutrientes em plantações de eucalipto em solos de Cerrado em MG. **SIF**, Viçosa, n.2, 1979, p.15-26 (Boletim técnico).

DIETRICH, A.B. Deficiência de boro nas acículas de *Araucaria angustifolia* (Bert.)O.KTZE na região de Três Barras, SC. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3, Manaus, 1979. **Brasil Florestal**, n.45, 1981, p.35-45.

DRECHSEL, P.; ZECH, W. Foliar nutrient levels of broad-leaved tropical tress: a tabular review. **Plant and Soil**, n.121, 1991, p.29-46.

DUBOC, E.; VENTURIM, N.; VALE, F. do; DAVIDE, A.C. Nutrição do Jatobá. **Cerne**, Lavras: v.2, n.1, 1996a, p.138-152.

DUBOC, E.; VENTURIM, N.; VALE, F. do; DAVIDE, A.C. Fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. (óleo copaíba). **Cerne**, Lavras-MG. v.2. n.2, 1996b, p.31-47.

DUBOC, E. **Requerimentos nutricionais de espécies nativas: *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang (Jatobá), *Copaifera langsdorffii* Desf. (Óleo copaíba) e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.(Canafístula)**. Lavras: ESAL, 1994. 68p. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal concentração Manejo Ambiental).

DURIGAN, G.; CONTIERI, W.A.; FRANCO, G.A.D.C.; GARRIDO, M.A.O. Indução ao processo de regeneração da vegetação de cerrado em área de pastagem, Assis, SP. **Acta Botânica Brasília**, São Paulo, v.3, n.12, 1998, p.421-429.

DURIGAN, G.; SILVEIRA, E.R.da. Recomposição da mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, SP. **Scientia Forestalis**, n.56, dez, 1999, p.135-144.

DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J.C.B. **Recomposição de matas ciliares**. São Paulo: CESP, 1990. 14 p. (Série Registro).

DURIGAN, G. Bases e diretrizes para a restauração de vegetação do cerrado. In: KAGEYAMA et al. (Org). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu : FEPAF. 2003. p.185-204.

EITEN, G. Vegetação do cerrado. In: PINTO, M.N. (Coord.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. 2ª ed. rev. e ampl. Brasília : UnB/SEMATEC. 1994. p.17-73.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro, 1979. n.p.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas**. MALAVOLTA, E. (Trad.). São Paulo : EDUSP, 1975. 341p.

FARIA, M.P.de.; VALE, F.R.do.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, C. Crescimento inicial de leguminosas arbóreas em resposta a fósforo, nitrogênio, fungo micorrízico e rizóbio. II. *Peltophorum dubium* (SPRENG.) TAUB. **Rev. Árv.**, Viçosa, v.19, n.4, p.433-466, 1995a.

FARIA, M.P.de.; SIQUEIRA, J.O.; VALE, F.R.do; CURI, C. Crescimento de leguminosas arbóreas em resposta a fósforo, nitrogênio, fungo micorrízico e rizóbio. I. *Albizia lebbbeck* (L.) BENTH. **Rev. Árv.**, Viçosa, v.19, n.3, 1995b, p.293-307.

FARIA, M.P.de.; SIQUEIRA, J.O.; VALE, F.R.do; CURI, C. Crescimento inicial em resposta a fósforo, nitrogênio, fungo micorrízico e rizóbio. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, n.20, 1996, p.209-216.

FELFILI, J.M. Crescimento, recrutamento e mortalidade nas matas de galeria do planalto central. In: CAVALCANTI, T.B.; WALTER, B.M.T. (Orgs). **Tópicos Atuais em Botânica**. SBS : EMBRAPA, 2000. p.152-158.

FELFILI, J.M. Dinâmica do Cerrado. In: WORKSHOP SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS, 1, 2000, Brasília-DF. Anais... Brasília : UNB. **Comunicações Técnicas Florestais**, Brasília, v.3, n.2, 2001, p.21-26.

FELFILI, J.M.; FRANCO, A.C.; FAGG, C.W.; SOUSA-SILVA, J.C. Desenvolvimento inicial de espécies de Mata de galeria. In: RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C.E.L.da; SOUZA-SILVA, J.C. (Edts.). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina : Embrapa Cerrados. 2001, p.779-811.

FELFILI, J.M.; SILVA JÚNIOR, M.C.daS. (Orgs). **Biogeografia do Bioma Cerrado: estudo fitofisionômico da Chapada do Espigão Mestre do São Francisco**. Brasília : UNB, Faculdade de Tecnologia, Depto. De Engenharia Florestal. 2001, 52p.

FERNANDES, L.A.; FURTINI NETO, A.E.; FONSECA, F.C.; VALE, F.R.do Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v.35, n.6, jun, 2000, p.1191-1198.

FERRI, M.G. Aspects of the soil-water-plant relationships in connexion with some Brazilian types of vegetation. In: SYMPOSIUM TROPICAL SOILS AND VEGETATION, Abadijan, 1959. **Proceedings...** UNESCO, 1961, p.103-109.

FONSECA, C.E.L.da; RIBEIRO, J.F.; SOUZA, C.C.de; REZENDE, R.P.; BALBINO, V.K. Recuperação da vegetação de Matas de Galeria: estudos de caso no distrito Federal e Entorno. In: RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C.E.L.da; SOUZA-SILVA, J.C. Eds. **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina : Embrapa Cerrados, 2001, p.815-870.

FRANCO, A.A. Fixação de nitrogênio em árvores e fertilidade do solo. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília. v.19, 1984, p.253-261.

FRANCO, A.C.; NARDOTO, G.B.; SOUZA, M.P. Paterns of soil water potential and seedling survival in the cerrados of central Brazil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8, INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1, 1996, Brasília.

**Anais...** Planaltina : EMBRAPA Cerrados. 1996. p.277-280.

FRANCO, A.C. Water and light use strategies by cerrado woody plants. In: CAVALCANTI, T.B.; WALTER, B.M.T. (Orgs). **Tópicos Atuais em Botânica**. SBS : EMBRAPA. 2000. p.292-298.

FURTINI NETO, A.E.; SIQUEIRA, J.O.; CURTI, N.; MOREIRA, F.M.S. Fertilização em reflorestamentos com espécies nativas. In: GONÇALVES, J.L.deM. E BENEDETTI, V. (Edts). **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba : IPEF, 2000. p.351-383.

FURTINI NETO, A.E.; RESENDE, A.V.de, VALE, F.R.do, FAQUIN, V. FERNANDES, L.A. Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de algumas espécies arbóreas, na fase de muda. **Cerne**: Lavras, v.5, n.2, 1999a, p.1-12.

FURTINI NETO, A.E.; SIQUEIRA, J.O.; CURTI, N.; MOREIRA, F.M.S.; Nutrição, fertilização e microbiologia em espécies florestais. In: SIMPÓSIO MATA CILIAR: CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1999. **Anais...** Belo Horizonte. Lavras : UFLA/Faepe/ Cemig, 1999b, p.80-110.

FURTINI NETO, A.E.; VALE, F.R.do; RESENDE, A.V.de, SILVA, I.R. Liming effects on growth of woody species from the brazilian cerrado. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v.34, n.5, 1999c, p.829-837.

GARCIA, M.A. **Resposta de duas espécies acumuladoras de alumínio à fertilização com fósforo, cálcio e magnésio**. Brasília : Universidade de Brasília. 1990. 72p. (Dissertação de Mestrado em Ecologia).

GARRIDO, M.A.deO.; POGGIANI, F. Avaliação da quantidade e do conteúdo de nutrientes do folheto de alguns povoamentos puros e mistos de espécies indígenas. **Silvic. em São Paulo**, v.15/16, 1982, p.1-22.

GOODLAND, R.A.; FERRI, M.G. **Ecologia do Cerrado**. Belo Horizonte : Itatiaia. 1979. 193p. (Reconquista do Brasil 52).

GÓES JÚNIOR, C.D. **Nutrição mineral de espécies arbóreas e deposição de nutrientes na serapilheira e no solo em Mata Ciliar**. UNB : Brasília. 1996. 76p. (Dissertação de Mestrado).

GONÇALVES, J.L.deM.; KAGEYAMA, P.Y.; FREIXÊDAS, V.M.; GONÇALVES, J.C.; GERES, W.L.deA. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., São Paulo, 1992. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992, p.463-468.

GURGEL, FILHO, O.A.; MORAES, J.L.; MORAES, E. Caracteres silviculturais e competição entre espécies folhosas. São Paulo : **Silvicultura em São Paulo**. v.16 A, n.2, 1982a, p.895-900.

GURGEL, FILHO, O.A.; MORAES, J.L.; GURGEL GARRIDO, L.M.A. Espécies nativas euxilóforas. São Paulo : **Silvicultura em São Paulo**. v.16 A, n.2, 1982b, p.890-894.

HARIDASAN, M. Aluminium accumulation by some Cerrado native species of Central Brazil. **Plant and Soil**, Netherlands, v.65, 1982, p.265-273.

HARIDASAN, M. Performance of *Miconia albicans* (sw.) Triana, an aluminium accumulating species, in acidic and calcareous soils. **Commun. in Soil Sci.**, v.19, n.7-12, 1988, p.1091-1103.

HARIDASAN, M. Estresse nutricional. In: DIAS, B.F.de., (Coord.). **Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Brasília : FUNATURA/IBAMA, 1992. p.27-30.

HARIDASAN, M. Solos de matas de galeria e nutrição mineral de espécies arbóreas em condições naturais. In: RIBEIRO, J.F. (ed.). **Cerrado: matas de galeria**. Planaltina : EMBRAPA-CPAC, 1998. p.19-28.

HARIDASAN, M. Nutrição mineral das plantas nativas do cerrado – grupos funcionais. In: CAVALCANTI, T.B.; WALTER, B.M.T. (Orgs). **Tópicos Atuais em Botânica** : EMBRAPA, 2000. p.159-164.

HARIDASAN, M.; ARAÚJO, G.M.de. Aluminium-accumulating species in two forest communities in the Cerrado Region of central Brazil. **Forest Ecology and Management**, Netherlands, v.24, 1988, p.15-26.

HOFFMANN, W.A. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. **Journal Applied Ecology**, 1998. n.35, p.422-433.

KASSEBOEHMER, A.L.; ALMEIDA, L.S.de; KNAPIK, J.G.; ALMEIDA, A.de, GENERO, E.; CAXAMBU, M.G.; ANGELO, A.C.; CHIAMOLERA, L.deB. Análise do desenvolvimento de *Enterolobium contortisiliquium* (Vell.) Morong. sob competição com *Paspalum notatum* Fluggé e *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich) Stapf. **In:** CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA 54, E REUNIÃO AMAZÔNICA DE BOTÂNICA 3, Belém, 2003 (Cd rom).

KAGEYAMA; P.Y.; SANTARELLI, E.; GANDARA, F.B.; GONÇALVES, J.C.; SIMIOVATO, J.L.; ANTIQUEIRA, L.R.; GERES, W.L. Revegetação de áreas degradadas: modelos de consorciação com alta diversidade. **In:** SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2, Foz do Iguaçu. **Anais...** Curitiba : FUPEF. 1994. p.569-576.

KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F.A. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. **IPEF**, Piracicaba, n.41/42, 1989, p.83-93.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F.B. Recuperação de áreas ciliares. **In:** RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.deF., (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo : Editora da Universidade de São Paulo/ FAPESP, 2001. p.249-269.

KNAPIK, J.G.; ALMEIDA, L.S.De; KASSEBOEHMER, A.L.; ALMEIDA, A.De; GENERO, E.; CAXAMBU, M.G.; ANGELO, A.C.; CHIAMOLERA, L.DeB. Análise do desenvolvimento de *Schinus terebinthifolius* Raddi sob competição com *Paspalum notatum* Fluggé e *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich) Stapf. **In:** CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 54, e REUNIÃO AMAZÔNICA DE BOTÂNICA, 3, **Anais...** Belém, 2003. (Cd rom).

LIMA, H.N.; VALE, F.R.do; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N. Crescimento inicial a campo de sete espécies arbóreas nativas em reposta a adubação mineral com NPK. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v.21, n.2, 1997, p.189-195.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa, Editora Plantarum, 1992. 352p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa, Editora Plantarum, 1998, vol 2. 368p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral.** Piracicaba : Ceres, 1980. 254p.

MARQUES, T.C.L.L.deS.eM.; MOREIRA, F.M.deS.; SIQUEIRA, J.O. Crescimento e teor de metais de mudas de espécies arbóreas cultivadas em solo contaminado com metais pesados. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v.35, n.1, 2000, p.121-132.

MARSCHNER, H.; KIRKBY, E.A.; ÇAKMAK, I. Effect of mineral nutritional status on shoot-root partitioning of photoassimilates and cycling of mineral nutrients. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.47, 1996, Special Issue, p.1255-1263.

MEDEIROS, R.A.de, HARIDASAN, M. Seasonal variations in the foliar concentrations of nutrients in some aluminium-accumulating and non-accumulating species of the cerrado region of central Brazil. **Plant and Soil**, n.88, 1985, p.433-436.

MELO, J.T. **Respostas de espécies arbóreas do cerrado a nutrientes em Latossolo Vermelho Escuro**. Brasília : Universidade de Brasília, 1999. 104p. (Tese de Doutorado em Ecologia).

MENDONÇA, R.C.de; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA JÚNIOR, M.C.da; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T.S.; NOGUEIRA, P.E. Flora vascular do Cerrado. In: SANO, S.M. ; ALMEIDA, S.P.de. (Coord.). **Cerrado : ambiente e flora**. Planaltina : EMBRAPA Cerrados. 1998. p.289-556.

MILLS, H.A.; JONES JR, J.B. **Plant analysis handbook II**. Athens, Georgia : Micromacro, 1996. 422p.

MORAES, C.D.A. **Resposta de algumas espécies arbóreas nativas do cerrado à adubação e calagem**. Brasília : Universidade de Brasília. 1994. 66p. (Dissertação de Mestrado em Ecologia).

MORRETES, B.L. Potencialidades e restrições da regeneração natural na recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1, Curitiba, 1992. **Anais...** Curitiba: FUPEF. 1992. p.8-16.

MUNIZ, A.S.; SILVA, M.A.G.da. Exigência nutricional de mudas de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron* Muller Argoviensis) em solução nutritiva. **Rev. Arv.**, Viçosa, v.19, n.2, 1995a, p.263-271.

MUNIZ, A.S.; SILVA, M.A.G.da. Exigência nutricional de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Velloso) em solução nutritiva. **Rev. Arv.**, Viçosa, v.19, n.3, 1995b, p.415-425.

NOGUEIRA, J.C.B. **Reflorestamento heterogêneo com essências indígenas**. São Paulo : Instituto Florestal. 75p. 1977. (Boletim técnico 24).

NOGUEIRA, P.E.; HARIDASAN, M. Foliar nutrient concentrations of tree species in four gallery forests in central Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ASSESSMENT AND MONITORING OF FORESTS IN TROPICAL DRY REGIONS WITH SPECIAL REFERENCE TO GALLERY FORESTS, 1996, Brasilia, DF. **Proceedings...** Brasilia : University of Brasília, 1997. p.309-321.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; SHEPHERD, G.J.; MARTINS, F.R.; STUBBLEBINE, W.H. Environmental factors affecting physiognomic and floristic variation in na area of Cerrado in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v.5, 1989, p.413-431.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; RATTER, J.A. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. **Edinburgh Journal of Botany**, v.52, n.2, 1995, p.141-194.

OLIVEIRA JÚNIOR; L. Caracterização química do solo, de folhas e de frutos de Cagaita (*Eugenia dysenterica*).In : CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, 1997. **Anais...** 1997, p. 20-21.

OLIVEIRA NETO, S.N.de; PAULA, R.C.de; BARROS, N.F. de. Adequação química de um solo degradado para revegetação. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3, Ouro Preto, 1997. **Anais...** Viçosa-MG : SOBRADE; UFV/DPS/DEF. 1997, p.181-186.

PAGANO, S.N.; DURIGAN, G. Aspectos da ciclagem de nutrientes em Matas Ciliares do oeste do estado de São Paulo, Brasil. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.deF., (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo : Editora da Universidade de São Paulo/ FAPESP, 2000. p.109-124.

PARON, M.E.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; VALE, F.R. Crescimento da copaíba e guatambú em resposta a fungo micorrízico, superfosfato, nitrogênio e fumigação do solo. **Cerne**, Lavras, v.2, n.2, 1996, p.15-30.

PEREIRA, B.A.S. Espécies ornamentais nativas da Bacia do Rio São Bartolomeu, Distrito Federal. Brasília : **Brasil Florestal**, v.12, n.51, 1982, p.19-28.

PEREIRA, E.G.; SIQUEIRA, J.O.; VALE, F.R.do; MOREIRA, F.M.S. Influência do nitrogênio mineral no crescimento e colonização micorrízica de mudas de árvores. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v.31, n.9, 1996, p.653-662.

PIÑA-RODRIGUES, F.M.C.; COSTA, L.G.S.; REIS, A. Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. **Anais...** Campos do Jordão : SBS/SBEF, 1990, p.676-684.

PIÑA RODRIGUES, F.M.C.; LOPES, L.; BLOOMFIELD, V.K. Análise do desenvolvimento de espécies arbóreas de Mata Atlântica em sistema de plantio adensado para a revegetação de áreas degradadas em encostas, no entorno do Parque Estadual do Desengano (RJ) . In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3, Ouro Preto, 1997. **Anais...** Viçosa-MG : SOBRADE; UFV/DPS/DEF. 1997, p.283-291.

PIVELLO, V.R.; COUTINHO, L.M. A qualitative successional model to assist in the management of Brazilian cerrados. **Forest Ecology and Management**, n.87, 1996, p.127-138.

PRADO, D.E.; GIBBS, P.E. Patterns of species distribution in the dry seasonal forests of South America. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.80, 1993, p.902-927.

RATTER, J.A.; RICHARDS, P.W.; ARGENT, G.; GIFFORD, D.R. Observations on vegetation of northeastern Mato Grosso. **Philosophical Transactions of The Royal Society of London**, Biological Sciences, v.226, n.880, 1973, p.449-492.

RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J.F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Edinburgh Journal of Botany**, v.60, n.1, 2003, p.57-109.

REIS, A.; KAGEYAMA, P.Y. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: KAGEYAMA et al. (Org). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu : FEPAF. 2003. p.91-110.

RENÓ, N.B.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; VALE, F.R. Limitações nutricionais ao crescimento inicial de espécies arbóreas nativas em Latossolo Vermelho-Amarelo. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v.32, 1997, p.17-25.

RENÓ, N.B. **Requerimentos nutricionais e resposta ao P e fungo micorrízico de espécies nativas no Sudeste brasileiro**. Lavras : ESAL, 1994. 62p. (Dissertação de Mestrado).

RESENDE, A.V.de.; FURTINI, NETO, A.E.; MUNIZ, J.A.; CURI, N. FAQUIN, V. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v.34, n.11, 1999, p.2071-2081.

RESENDE, A.V.de.; FURTINI, NETO, A.E.; CURI, N.; MUNIZ, J.A.; FARIA, M.R.de. Acúmulo e eficiência nutricional de macronutrientes por espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta à fertilização fosfatada. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.24, n.1, 2000, p.160-173.

RIBEIRO, J.F.; SANO, S.M.; SILVA, J.A. Chave preliminar de identificação dos tipos fitofisionômicos da vegetação dos Cerrados. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 32, 1981, Teresina. **Anais...** Teresina : Sociedade Botânica do Brasil, 1982a, p.124-133.

RIBEIRO, J.F.; SOUZA SILVA, J.C.; AZEVEDO, L.G. Estrutura e composição florística em tipos fitofisionômicos dos Cerrados e sua interação com alguns parâmetros do solo. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 32, 1981, Teresina. **Anais...** Teresina : Sociedade Botânica do Brasil, 1982b, p.141-156.

RIBEIRO, J.F.; SANO, S.M.; MACÊDO, J.; SILVA, J.A. **Os principais tipos fitofisionômicos da região dos Cerrados.** Planaltina : Embrapa Cerrados, 1983. 28p. (EMBRAPA CPAC, Boletim de Pesquisa, 21).

RIBEIRO, J.F.; SILVA, J.C.; BATMANIAN, G.J. Fitossociologia de tipos fisionômicos do Cerrado em Planaltina-DF. São Paulo : **Revista Brasileira de Botânica**, v.8, n.2, 1985, p.131-142.

RIBEIRO, J.R.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (eds.). **Cerrado: ambiente e flora.** Planaltina : Embrapa Cerrados, 1998. p.89-166.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. As matas de galeria no contexto do bioma Cerrado. In: RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C.E.L.da; SOUZA-SILVA, J.C. (eds.). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria.** Planaltina : Embrapa Cerrados, 2001, p.29-50.

ROCHA, R.C. **Desenvolvimento de espécies arbóreas com e sem micorrização transplantados para solo degradado contendo doses crescentes de fósforo.** Lavras : UFLA, 1995. 74p. (Dissertação de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; RIBEIRO, C.A. Revegetação das áreas degradadas da Bacia do Ceveiro, Piracicaba-SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1, Curitiba, 1992. **Anais...** Curitiba: FUPEF. 1992. p.178-188.

RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.deF.; CRESTANA, M.deS. Restauração do entorno da represa de abastecimento de água do Município de Iracemópolis-SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1, Curitiba, 1992. **Anais...** Curitiba: FUPEF. 1992a. p.407-416.

SAGGIN JÚNIOR, O.J. **Micorrizas arbusculares em mudas de espécies arbóreas nativas do sudeste brasileiro.** Lavras : UFLA, 1979, 120p. (Tese de Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).

SALVADOR, J.L.G. Comportamento de espécies florestais nativas em áreas de depleção de reservatórios. **IPEF**, Piracicaba, v.33, ago., 1986, p.73-78.

SALVADOR, J.L.G. **Considerações sobre matas ciliares e a implantação de reflorestamentos mistos nas margens de rios e reservatórios.** São Paulo : CESP. n.105. 1987. 29p. (Série Divulgação e Informação).

SALVADOR, J.L.G.; OLIVEIRA, S. B. **Reflorestamento ciliar de açudes.** São Paulo: CESP, 1989. 14 p. (Série Divulgação e Informação).

SANO, S.M.; FONSECA, C.E.L.da; RIBEIRO, J.F.; OGA, F.M.; LUIZ, A.J.B. Folhação, floração, frutificação e crescimento inicial da cagaiteira em Planaltina-DF. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.30, n.1, jun. 1995, p.5-14.

SANTANA FILHO, S.; CARDOSO, I.M.; PEREIRA NETO, J.T. Utilização de composto orgânico de lixo urbano na recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3, Ouro Preto, 1997. **Anais...** Viçosa-MG : SOBRADE; UFV/DPS/DEF, 1997, p.194- 204.

SANTOS, J.G.D.; ROJAS, E.P.;SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S. Mudas de *Eugenia dysenterica* (cagaiteira) em solo com excesso de metais pesados. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25. REUNIÃO SOBRE MICORRIZAS, 8. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6. REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3. 2000. **Anais...** Santa Maria, 2000. (Cd rom).

SILVA, D.B.da; SILVA, J.A.; JUNQUEIRA, N.T.V.; ANDRADE, L.R.M.de. **Frutas do Cerrado.** Brasília : Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 178p.

SILVA, I.R.da; FURTINI NETO, A.E.; VALE, F.R.; CURI, N. Eficiência nutricional para potássio em espécies florestais nativas. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, n.20 p. 257-264, 1996.

SILVA, I.R.da; FURTINI NETO, A.E.; CURI, N.; VALE, F.R. Crescimento inicial de quatorze espécies florestais. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v.32, p. 205-212, fev. 1997.

SILVA JÚNIOR, M.C. **Composição florística, estrutura e parâmetros fitossociológicos de cerrado e sua relação com o solo na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba, MG.** Viçosa : UFV, 1984, 130p. (Dissertação de Mestrado).

SILVA JÚNIOR, M.C.; FELFILI, J.M.; NOGUEIRA, P.E.; REZENDE, A.V.; Análise florística das Matas de Galeria no Distrito Federal. In: RIBEIRO, J.F. (Ed.). **Cerrado: matas de galeria.** Planaltina : Embrapa Cerrados, 1998. p.53-84.

SILVA JÚNIOR, M.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; NOGUEIRA, P.E.; REZENDE, A.V.; MORAIS, R.O.; NOBREGA, M.G.G. Análise da flora arbórea de Matas de Galeria no Distrito Federal: 21 levantamentos. In: RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C.E.L.da; SOUZA-SILVA, J.C. (Eds). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria.** Planaltina : Embrapa Cerrados, 2001, p.143-194.

SILVA, P.E.N. **Estado nutricional de comunidades arbóreas em quatro Matas de Galeria na região dos Cerrados do Brasil central.** Brasília : UNB. 1991. 100p. (Dissertação de Mestrado em Ecologia).

SOUZA, C.C. **Estabelecimento e crescimento inicial de espécies florestais em plantios de recuperação de Matas de Galeria do Distrito Federal.** UNB : Brasília, 2002. 91p. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal).

SOUZA, D.M.G.de; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação** (Edts.). Brasília : EMBRAPA Informação Tecnológica. 2002. 416p.

SOUZA, P.A. **Comportamento de 12 espécies arbóreas em recuperação de áreas degradadas pela extração de areia.** UFLA : Lavras, 2000. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal, Concentração Manejo Ambiental).

TOLEDO FILHO, D.V. Competição de espécies arbóreas do cerrado. São Paulo : **Boletim Técnico do Instituto Florestal.** v.42, p.61-70, mai, 1988.

VALE, F.R.do; FURTINI NETO, A.E.; RENÓ, N.B.; FERNANDES, L.A.; RESENDE, A.V. Crescimento radicular de espécies florestais em solo ácido. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v.31, n.9, 1996, p.609-616.

VILELA, D.M.; HARIDASAN, M. Response of the ground layer community of a cerrado vegetation in Central Brazil to liming and irrigation. **Plant and Soil**, v.163, 1994, p.25-31.

VENTURIN, N.; DUBOC, E.; VALE, F.R.do.; DAVIDE, A.C. Adubação mineral do angico-amarelo (*Peltophorum dubium* (Spreng). Taub.). **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v.34. n.3, 1999, p.441-448.

VETTORI, L. **Métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro : Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Boletim técnico, 7).

WALTER, B.M.T.; RIBEIRO, J.F. Spatial floristic patterns in Gallery forests in the Cerrado region, Brazil. In: IMAÑA-ENCINAS, J.; KLEIN, C. (Orgs.). INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ASSESSMENT AND MONITORING OF FORESTS IN TROPICAL DRY REGIONS WITH SPECIAL REFERENCE TO GALLERY FORESTS, Brasília, 1996. **Proceedings...** Brasília : University of Brasília, 1997, p.339-349.