

ELIANE GUIMARÃES PEREIRA

**MICORRIZAÇÃO E FÓSFORO NO SOLO NA RESPOSTA DE ESPÉCIES ARBÓREAS A
NITROGÊNIO MINERAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição de Plantas para a obtenção do título de "Mestre"

**Orientador:
José Oswaldo Siqueira**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1995

Handwritten title or header text, possibly a name or date.

Handwritten line of text, possibly a date or a short sentence.

Handwritten title or header text, possibly a name or date.

Handwritten paragraph of text, possibly a list or a short story.

Handwritten line of text, possibly a date or a short sentence.

Handwritten paragraph of text, possibly a list or a short story.

Handwritten paragraph of text, possibly a list or a short story.

Handwritten paragraph of text, possibly a list or a short story.

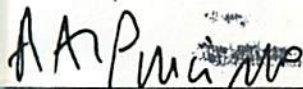
Handwritten line of text, possibly a date or a short sentence.

ELIANE GUIMARÃES PEREIRA

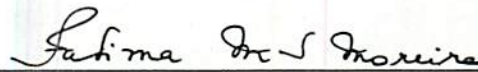
MICORRIZAÇÃO E FÓSFORO NO SOLO NA RESPOSTA DE ESPÉCIES ARBÓREAS A
NITROGÊNIO MINERAL

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Lavras, como parte das exigências
do curso de Pós-Graduação em Agronomia, área
de concentração Solos e Nutrição de Plantas
para a obtenção do título de "Mestre"

APROVADA EM 23 DE FEVEREIRO DE 1995:



Antônio Álvaro A. Purcino



Fátima M. S. Moreira



Fabiano Ribeiro do Vale



José Oswaldo Siqueira

(Orientador)

MEMORANDUM FOR THE RECORD

1. On 10/10/54, the following information was received from the [redacted] regarding the [redacted] of [redacted] in [redacted] on [redacted].

The [redacted] advised that the [redacted] of [redacted] in [redacted] on [redacted] was [redacted] by [redacted] of [redacted] and [redacted] of [redacted].

Very truly yours,
[redacted]

[redacted]

[redacted]

Approved: _____

(Signature)

Aos meus pais,

Célio e Alba

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) pela oportunidade e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.

À Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) e ao Departamento de Ciência do Solo da UFLA, pelo auxílio financeiro na realização deste trabalho.

Ao Professor José Oswaldo Siqueira, pelo apoio, estímulo e eficiente orientação.

Ao Professor Nilton Curi pelas sugestões, apoio e principalmente pela amizade demonstrada em todos os momentos.

Aos Professores Fabiano Ribeiro do Vale e Fátima S.M. Moreira pelas oportunas contribuições.

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS-EMBRAPA), à funcionária Edna e à bolsista Solange e em especial ao Dr Antônio Álvaro Purcino pelo auxílio nas análises de laboratório e sugestões apresentadas.

Aos Departamentos de Ciências Florestais e Biologia, em especial ao Professor Luiz Edson Motta por informações prestadas.

Aos funcionários do Departamento de Ciência do Solo (UFLA) Josane e Manuel pela ajuda nos trabalhos de casa de vegetação e laboratório.

Aos colegas de curso pelo convívio e amizade.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO.....	x
SUMMARY.....	xii
1- INTRODUÇÃO.....	01
2- REFERENCIAL TEÓRICO	
2.1- Assimilação de nitrogênio pelas plantas.....	04
2.2- Assimilação de N e nutrição nitrogenada em espécies florestais.....	06
2.3- FMAs e nutrição fosfatada.....	08
2.4- FMAs e nutrição nitrogenada.....	09
3- MATERIAL E MÉTODOS	
3.1- Experimento 1: Resposta a formas de N-mineral	13
3.2- Experimento 2: Influência do fósforo e da micorrização na resposta ao N-mineral	
3.2.1- Caracterização e preparo do solo.....	16
3.2.2- Instalação e condução do experimento.....	17
3.2.3- Avaliação.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	
4.1- Resposta a adição e formas de N-mineral	
4.1.1- Crescimento das plantas e colonização micorrízica...21	
4.1.2- Atividade da redutase do nitrato (RN).....26	
4.1.3- Teores e acúmulo de nutrientes.....29	
4.2- Influência do fósforo e da micorrização na resposta ao N-mineral	
4.2.1- Crescimento das plantas e colonização micorrízica...35	
4.2.2- Atividades enzimáticas.....42	

4.2.3- Teores e acúmulo de nutrientes.....44

5- CONCLUSÕES49

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....50

7- ANEXO58

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 - Características taxonômicas e ecológicas das espécies estudadas	12
2 - Concentração dos nutrientes utilizados na solução nutritiva de crescimento das espécies, para as diferentes formas de N	14
3 - Parâmetros de crescimento das espécies estudadas sob influência da adição, formas de N e pré-colonização com FMAs.....	24
4 - Teores e acúmulo de nutrientes na parte aérea da cássia verrugosa sob influência da adição, formas de N e pré-colonização com FMAs.....	30
5 - Teores e acúmulo de nutrientes na parte aérea do fedegoso sob influência da adição, formas de N e pré-colonização com FMAs	31
6 - Teores e acúmulo de nutrientes na parte aérea do cinamomo sob influência da adição, formas de N e pré-colonização com FMAs.....	32
7 - Teores e acúmulo de nutrientes na parte aérea do jacarandá sob influência da adição, formas de N e pré-colonização com FMAs.....	33
8 - Efeitos da aplicação de N-mineral(+N) no crescimento de mudas de espécies arbóreas inoculadas com <i>Glomus etunicatum</i> (M) ou adubadas com fósforo.....	38
9 - Efeitos da aplicação de N-mineral (+N) na atividade enzimática e teor de proteína solúvel nas folhas nas quatro espécies estudadas inoculadas com <i>Glomus etunicatum</i> (M) ou adubadas com fósforo (P).....	43

- 10 - Efeito da aplicação de N-mineral nos teores de nutrientes na parte aérea das espécies estudadas inoculadas com *Glomus etunicatum* (M) ou adubadas com fósforo (P)48
- 11 - Efeito da aplicação de N-mineral no acúmulo de nutrientes na parte aérea das espécies estudadas inoculadas com *Glomus etunicatum* (M) ou adubadas com fósforo (P)48

LISTA DE FIGURAS

Figura.....	Página
1 - Matéria seca total (parte aérea e raízes) da cássia verrugosa (a), fedegoso (b), cinamomo (c) e jacarandá (d) sob o efeito do fornecimento de N e micorrização	22
2 - Diâmetro do caule da cássia verrugosa (a), fedegoso (b), cinamomo (c) e jacarandá (d) sob o efeito do fornecimento de N e micorrização.....	23
3 - Colonização micorrízica da cássia verrugosa (a), fedegoso (b), cinamomo (c) e jacarandá (d) sob o efeito do fornecimento de N e micorrização.....	27
4 - Atividade da redutase do nitrato no cinamomo (a) e jacarandá (b) sob influência do fornecimento de N e micorrização.....	28
5 - Peso da matéria seca da parte aérea da acácia (a), fedegoso (b), cássia verrugosa (c) e angico vermelho (d) adubadas ou não com N-mineral, inoculadas com <i>Glomus etunicatum</i> (M) ou adubadas com fósforo (P).....	36
6 - Peso da matéria seca da raiz da acácia (a), fedegoso (b), cássia verrugosa (c) e angico vermelho (d) adubadas ou não com N-mineral, inoculadas com <i>Glomus etunicatum</i> (M) ou adubadas com fósforo (P).....	37
7 - Diâmetro do caule da acácia (a), fedegoso (b), cássia verrugosa (c) e angico vermelho (d) adubadas ou não com N-mineral, inoculadas com <i>Glomus etunicatum</i> (M) ou adubadas com fósforo (P).....	41
8 - Colonização micorrízica em quatro espécies arbóreas não inoculadas (P) e inoculadas com <i>Glomus etunicatum</i> (M).....	40

9 - Peso de nódulos da acácia adubada ou não com N-
mineral e inoculada com *Glomus etunicatum* (M) ou
adubada com fósforo (P).....40

RESUMO

PEREIRA, Eliane Guimarães. **Micorrização e fósforo no solo na resposta de espécies arbóreas a nitrogênio mineral.** Lavras, UFLA, 1995. 65 p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).

Com o objetivo de avaliar o efeito do fornecimento de N-mineral em diferentes formas ($N-NO_3^-$, $N-NH_4^+$ e NH_4NO_3) sobre o crescimento inicial de espécies florestais arbóreas e o efeito deste nutriente sobre estas plantas adubadas com alto nível de fósforo (plantas-P) ou inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) em baixo nível de fósforo (plantas-M), conduziram-se dois experimentos em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da UFLA. No primeiro avaliou-se resposta ao N-mineral pelo fedegoso (*Senna macranthera*), cássia verrugosa (*Senna multijuga*), cinamomo (*Melia azedarach*) e jacarandá (*Jacaranda mimosaeifolia*) em areia com solução nutritiva. O experimento constou de um fatorial de 2 x 4 com 4 repetições sendo com ou sem pré-colonização com FMAs e 4 adubações (sem N, $N-NO_3^-$, $N-NH_4^+$ e NH_4NO_3), arranjados em DIC. No segundo experimento, conduzido em vasos com um LE textura argilosa, avaliou-se a influência de FMAs e nutrição fosfatada na resposta de acácia (*Acacia mangium*), fedegoso (*Senna macranthera*), cássia verrugosa (*Senna multijuga*) e angico vermelho (*Anadenanthera peregrina*) à adubação nitrogenada. O experimento constou de um fatorial 2 x 2 com 5 repetições, sendo plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* (plantas-M) e plantas adubadas com fósforo (plantas-P) adubadas ou não com 280 μg de

*Orientador: José Oswaldo Siqueira; Membros da banca: Fabiano Ribeiro do Vale, Fátima M. S. Moreira e Antônio Álvaro A. Purcino

N/Kg de solo na forma de NH_4NO_3 . Os resultados do primeiro experimento evidenciam a alta exigência em N destas espécies sendo que o N-NO_3^- mostrou-se superior ao N-NH_4^+ para todos os parâmetros de crescimento. Plantas adubadas com N-NH_4^+ apresentaram colonização micorrízica reduzida. A atividade da redutase do nitrato (RN) só foi detectada no cinamomo e jacarandá adubadas com N-NO_3^- e NH_4NO_3 . Plantas adubadas com N-NO_3^- acumularam mais cátions (cálcio e potássio) que aquelas adubadas com NH_4^+ . No segundo experimento, plantas-M, mesmo apresentando baixo teor de P, aproveitaram melhor o N do solo que aquelas com elevado teor de P, indicando que os efeitos dos FMAs no favorecimento da nutrição nitrogenada, não parece ser resultante da melhoria da absorção de fósforo do solo. Plantas colonizadas com FMAs e plantadas em solo com certa reserva de nitrogênio, poderão dispensar a adubação nitrogenada. Isto indica que FMAs podem ser fator ecológico importante nas espécies florestais usadas em programas de reflorestamento.

SUMMARY

Mycorrhization and soil phosphorus on the response of woody species to mineral nitrogen.

The effects of the supply of different forms mineral-N (NO_3^- -N, NH_4^+ -N and NH_4NO_3) on the initial growth of woody species and the effects of N on plants fertilized with high level of phosphorus (P-plants) or inoculated with arbuscular-mycorrhizal fungi (AMF) under low P level (M-plants) were evaluated through two experiments under greenhouse conditions at the Soil Science Department of UFLA, Lavras (M.G.). In the first in sand culture experiment the response of fedegoso (*Senna macranthera*), cássia verrugosa (*Senna multijuga*), cinamomo (*Melia azedarach*) and jacarandá (*Jacaranda mimosaeifolia*) to the mineral-N was evaluated. The experiment consisted of a 2x4 factorial with 4 replications, with or without pré-colonization with AMF and 4 fertilizer regime (without N, NO_3 -N, NH_4 -N and NH_4NO_3) arranged in a totally randomized design. In the second experiment, conducted in pots using a clayey Dark Red Latosol (Oxisol), the influence of AMF and of the phosphorus nutrition on the response of acácia (*Acacia mangium*), fedegoso (*Senna macranthera*), cássia verrugosa (*Senna multijuga*) and angico vermelho (*Anadenanthera peregrina*) to the nitrogen application was evaluated. This experiment consisted of a 2x2 factorial, with 5 replications, being plants inoculated with *G.etunicatum* (M-plants) and plants fertilized with phosphorus (P-plants) fertilized or not with 280 μg N/plant as NH_4NO_3 . The results of the first experiment indicated the high N requirement of these species. N supplied as NO_3 -N gave better growth than NH_4 -N for all the growth parameters and species. However plants fertilized with NH_4 -N presented reduced mycorrhizal colonization. The activity of nitrate reductase was detected only for the cinamomo and jacaranda fertilized with NO_3 -N and NH_4NO_3 . Plants fertilized with NO_3 -N accumulated more

cations (Ca and K) than those fertilized with $\text{NH}_4\text{-N}$. In the second experiment M-plants, even presenting low amount of P, were able to use better the soil N than those with high P nutrition (P- plants), thus indicating the beneficial effects of AMF to N-nutrition of tree species at seedling stage. This suggests that AMF benefits to N nutrition is not mediated by P nutritional status of the seedlings. Plants colonized by AMF and planted into soils with certain nitrogen reserve, may not need N fertilization. These results indicates that AMF are important ecological factor for the growth woody species in reforestatrion programs.

1 INTRODUÇÃO

Para regeneração das matas ciliares destruídas pelos desmatamentos e pela construção de barragens de usinas hidrelétricas, são necessários estudos sobre as exigências nutricionais das espécies nativas da região a ser reflorestada e suas respostas à adição de nutrientes. Frequentemente essas áreas são dominadas por solos de baixa fertilidade natural, geralmente deficientes em N e P. Por isso, o estudo das associações de plantas com microrganismos que favoreçam o aproveitamento de nutrientes, é de grande interesse. Na região dos Campos das Vertentes, em Minas Gerais, há um programa de recuperação de matas ciliares dos reservatórios do Alto Rio Grande. Neste caso específico, pouco se conhece das exigências nutricionais das espécies vegetais nativas e de suas relações com microrganismos benéficos do solo, como os fungos micorrízicos e bactérias fixadoras de N_2 atmosférico.

Os fungos micorrízicos, do tipo arbuscular (FMAs) que ocorrem na maioria das plantas vasculares, favorecem sua nutrição mineral, principalmente pela maior absorção de fósforo, e conferem maior tolerância da planta a condições de estresses. Além disso, os FMAs são envolvidos na conservação e armazenagem de nutrientes em ecossistemas florestais, tornando-se de grande importância para o manejo florestal. A nutrição nitrogenada de plantas colonizadas por FMAs, tem merecido pouca atenção quando comparada com o volume de estudos sobre o efeito destes fungos na nutrição fosfatada. Nos poucos estudos envolvendo FMAs e nutrição nitrogenada, realizados com leguminosas, verifica-se uma

relação sinérgica, resultante de efeitos indiretos da micorrização na nodulação e fixação de nitrogênio. Em espécies não fixadoras de N_2 vários estudos têm demonstrado maior absorção de nitrogênio em plantas micorrizadas quando comparadas com plantas não micorrizadas e, na maioria dos casos, este aumento é atribuído à maior superfície de exploração do solo pelas hifas fúngicas, absorvendo o N não acessível para a raiz, principalmente o $N-NH_4^+$, já que este íon é menos móvel no solo que o $N-NO_3^-$.

O nitrogênio é requerido pelos organismos em maior quantidade do que o fósforo e o suprimento de N frequentemente limita a taxa de crescimento das plantas. Para a grande maioria das espécies cultivadas, sobretudo para aquelas de clima temperado e de ciclo anual, o metabolismo de nitrogênio, desde as formas preferenciais de absorção até sua assimilação e transporte dentro da planta, têm sido satisfatoriamente estudados. Entretanto, o mesmo não ocorre com as espécies não cultivadas, especialmente as arbóreas, nas quais estudos praticamente inexistem. As formas preferenciais de N, assim como as enzimas responsáveis pela sua assimilação, são de grande importância quando se pretende avaliar o desempenho das plantas frente às condições ambientais a que serão submetidas nos florestamentos artificiais. Em estudo previamente realizado no Departamento de Ciência do Solo da UFLA, com algumas espécies arbóreas nativas, verificou-se que em solo com baixo nível de fósforo, apenas plantas micorrizadas responderam à aplicação de N-mineral, levantando a questão do envolvimento dos FMAs na nutrição nitrogenada destas espécies.

No presente trabalho avaliaram-se os efeitos do fornecimento e de formas de N-mineral e a influência do nível de fósforo e micorrização no crescimento inicial de espécies arbóreas. As espécies estudadas foram: fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) I. & B.), cássia verrugosa (*Senna multijuga*

L. C. Rich) I. & B.) e angico vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.), de ocorrência natural nas matas remanescentes do sudeste brasileiro, e três espécies exóticas : acácia (*Acacia mangium* (L.)), cinamomo (*Melia azedarach* (L.)) e jacarandá mimoso (*Jacaranda mimosaeifolia* D. Don), todas com potencial para uso em programas de florestamentos e reflorestamentos na região dos Campos das Vertentes, em Minas Gerais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Assimilação de nitrogênio pelas plantas

O nitrogênio (N) é provavelmente o fator mais limitante para o crescimento das plantas. A mineralização da matéria orgânica e fixação simbiótica e assimbiótica de N pelos microrganismos são a maior fonte de N disponível para o sistema solo-planta. De acordo com estimativas, apenas de 1 a 4% do N da matéria orgânica pode se tornar disponível a cada ano. Como a fixação de N_2 pelos microrganismos do solo (exceto para os fixadores simbióticos) é geralmente limitada, o N deve ser adicionado ao solo para a maioria das culturas (Goyal e Huffaker, 1984).

As formas predominantes de N para as plantas superiores são $N-NH_4^+$ e $N-NO_3^-$. Na maioria das florestas onde os solos são ácidos, o $N-NH_4^+$ é a principal forma encontrada. Em solos cultivados, que tiveram o pH corrigido, o $N-NO_3^-$ é a principal fonte de N para o crescimento e desenvolvimento das plantas, mesmo que o $N-NH_4^+$ seja aplicado, já que os microrganismos do solo nestas condições oxidam o $N-NH_4^+$ para $N-NO_3^-$ pelo processo da nitrificação (Blevins, 1989). Silva (1994), trabalhando com 11 tipos de solos, encontrou maiores taxas de nitrificação em valores de pH próximos à neutralidade.

A disponibilidade de inibidores da nitrificação tem aumentado o interesse na absorção e metabolismo do $N-NH_4^+$, já que o $N-NO_3^-$ é extremamente móvel no solo, sendo facilmente perdido por lixiviação, causando perdas econômicas além de provocar

poluição ambiental. Plantas adaptadas a solos ácidos, como algumas espécies arbóreas, ou aquelas adaptadas a baixo potencial redox como o arroz têm preferência por $N-NH_4^+$. A absorção e metabolismo de $N-NH_4^+$ pode alterar o metabolismo da planta de vários modos: aumenta a respiração e esudação radicular, aumenta a síntese de putrescina, diminui carboidratos solúveis na raiz e altera a absorção de outros cátions (Blevins, 1989).

A maioria das plantas cultivadas não leguminosas utilizam o $N-NO_3^-$ como fonte de N, conseqüentemente o metabolismo do nitrato e seu efeito no metabolismo geral da planta tem sido muito estudado. Dentro da planta o nitrato deve primeiro ser reduzido para amônio e depois ser assimilado na forma de aminoácidos. Esta redução ocorre em dois estágios, com o nitrito sendo o produto intermediário. As enzimas que catalizam a reação são a redutase do nitrato e a redutase do nitrito. Glutamina e glutamato são considerados os produtos primários da assimilação da amônia, com as enzimas glutamina sintetase (GS) e glutamato sintetase (GOGAT) atuando como catalisadores do ciclo no qual o glutamato é tanto substrato quanto produto final. A redução e assimilação podem ocorrer nas raízes e ou nas folhas sendo que as proporções relativas entre esses dois sítios variam com a espécie (Pate, 1980) e condições ambientais (Costa, 1986). A GS catalisa a conversão do aminoácido glutamato (GLU) para a amida glutamina (GLN). Esta reação requer além do GLU e do amônio, ATP e um cátion divalente como co-fator. Após ter sido produzida pela GS, a GLN pode ser utilizada em grande número de eventos metabólicos, doando seu nitrogênio para a formação de outros compostos nitrogenados, sendo juntamente com a asparagina e ureídeos, os principais compostos translocados nas plantas (Joy, 1988).

A GOGAT catalisa a transferência redutiva do N-amídico da GLN para o 2-oxoglutarato, para formar GLU. O papel desempenhado pela GOGAT é de extrema importância, pois ela promove a ligação entre a assimilação primária do nitrogênio e a

síntese de aminoácidos. As duas moléculas de GLU formadas resultam na produção líquida de 1 GLU, já que a outra molécula de GLU poderá retornar como substrato para a GS (Joy, 1988). A ação conjunta da GS/GOGAT tem sido denominada de ciclo do glutamato.

Os componentes que suprem os elétrons e energia para assimilação de $N-NO_3^-$ são os sistemas associados. A oxidação do 3-fosfogliceraldeído e/ou malato é fonte de NADH. A conversão de energia luminosa pelo fotossistema I e fotossistema II para energia química (isto é, ATP e ferredoxina reduzida) fornece energia para os estágios finais da assimilação (Hageman, 1984).

2.2 Assimilação de N e nutrição nitrogenada em espécies florestais

Em sistemas florestais, a ciclagem de nutrientes é muito rápida, com espécies de elevada capacidade de mobilizar e reutilizar os nutrientes objetivando manter o equilíbrio da biomassa na floresta (Nambiar, 1989), porém poucos estudos enfocam estes aspectos em sistemas florestais de clima tropical (Bowen e Nambiar, 1989; Sanchez e Salinas, 1981). Quando o equilíbrio destes ecossistemas é quebrado, a capacidade de conservação de nutrientes na biomassa é perdida e grandes quantidades de nutrientes, como o $N-NO_3^-$, são mineralizados e lixiviados. Fungos micorrízicos, apesar de serem uma pequena parte da biomassa de uma floresta, desempenham um importante na regulação do movimento e suprimento de nutrientes, reduzindo a competição entre plantas por assegurar um grande suprimento destes nutrientes (Miller e Allen, 1992). Dentre os diversos nutrientes, o N tem merecido considerável atenção, uma vez que este se mostra como um dos mais limitantes para o crescimento e produção florestal no mundo (Waring e Schesinger, 1985 e Nambiar, 1989).

Embora os íons nitrato sejam geralmente a principal fonte de N inorgânico disponível para as plantas, íons amônio

podem predominar em algumas condições de solo e certos estágios sucessionais (Smirnoff e Stewart, 1985). Variações tanto espaciais quanto temporais nas formas de N disponível, parecem ser refletidas pelas diferenças entre as espécies na habilidade para assimilar íons nitrato e amônio. Geralmente espécies pioneiras ou colonizadoras utilizam preferencialmente $N-NO_3^-$ em relação ao $N-NH_4^+$ (Stewart, Hegart e Specht, 1988). Esses autores num estudo de assimilação de N inorgânico em florestas da Austrália verificaram que folhas de espécies pioneiras geralmente exibiam uma grande capacidade de assimilar $N-NO_3^-$, enquanto folhas de espécies de sub-bosque, mostravam menor nível de RN e menor capacidade de assimilar nitrato, mesmo quando este era disponível.

Recentemente, Stewart, Pate e Unkovick (1993), investigaram como espécies florestais utilizavam o N inorgânico do solo, após uma sequência de queimadas. A atividade da redutase do nitrato foi alta, para todas as espécies, em locais recentemente queimados e baixa em locais não queimados por vários anos. Nos primeiros locais o $N-NO_3^-$ era a forma de N predominante. De maneira geral, plantas herbáceas não micorrizadas ou micorrizadas por FMAs tiveram uma maior capacidade de reduzir $N-NO_3^-$, enquanto espécies arbóreas com micorrizas ericóides ou combinadas com uma associação de ecto e endomicorrizas exibiram uma pequena capacidade de reduzir nitrato nas raízes e parte aérea. Parece que este último grupo utiliza $N-NH_4^+$ ou alguma forma de N orgânico em preferência ao $N-NO_3^-$. Em estudo realizado por Goy et al. (1992), plantas de *Acacia auriculiformis* preferiram $N-NH_4^+$ em relação ao $N-NO_3^-$ como fonte de N. As plantas na presença de $N-NH_4^+$ fixaram N_2 e mostraram aumento do peso de matéria seca, enquanto o nitrato teve efeitos deletérios na nodulação.

Como as espécies florestais apresentam comportamento diferenciado em relação à absorção e assimilação de $N-NH_4^+$ e $N-$

NO_3^- , estudos neste sentido podem ser de significativa importância para o bom desempenho destas nos florestamentos artificiais.

2.3 FMAs e nutrição fosfatada

O crescimento adequado de um grande número de espécies de árvores tropicais parece requerer associações micorrízicas que garantam a absorção de nutrientes e água pelo aumento da superfície de absorção, aumento da mobilização de nutrientes e aumento da longevidade da raiz, por promover uma barreira biológica à infecção radicular por patógenos do solo (Janos, 1983). Estudos têm indicado que os FMAs assumem um papel importante na revegetação de áreas degradadas e tem demonstrado a importância da reintrodução destes em solos cujos endófitos nativos tenham sido removidos (Stahl, Williams e Christensen, 1988).

Em relação à nutrição das plantas, os FMAs têm sido amplamente estudados quanto à aquisição de nutrientes do solo, particularmente em relação àqueles que se movem por difusão como o fósforo (P). As plantas micorrizadas têm acesso a formas não disponível de P no solo. Isto resulta de mudanças químicas na rizosfera que favorecem a liberação de formas não disponíveis de P no solo (Siqueira e Saggin Junior., 1993). Além disso, a infecção micorrízica reduz a exigência de P externo, aumentando a habilidade das plantas em sobreviver com baixa disponibilidade de P (Howeler, Sieverding e Saif, 1987). Michelsen e Rosendahl (1990), observaram que a inoculação micorrízica apresentou o mesmo estímulo ao crescimento de *Acacia nilotica* e *Leucaena leucocephala* que a adição de 11 μg de P/g de solo. A micorrização reduziu o requerimento externo de P em 41% no milho, 59% na soja (Fernandes et al., 1987) e 90% no café (Siqueira e Colozzi Filho, 1986).

A colonização micorrízica é estimulada pela adição de pequenas doses de P e inibida pela aplicação de doses maciças

deste nutriente, como demonstrado para soja por Fernandes et al. (1987), e para o alho por Amijee, Tinker e Stribley (1989). No entanto no trabalho de Faria (1993), a inoculação micorrízica estimulou o crescimento do angico, albizia e leucena mesmo com a aplicação de 120 µg de P/g de não solo fumigado.

2.4 FMAs e a nutrição nitrogenada

Apesar de ser bem estabelecido o papel dos fungos micorrízicos na nutrição fosfatada de seus hospedeiros, seu significado em relação à nutrição nitrogenada não é claro (Bowen e Smith, 1981), mas diversas evidências indicam que estes fungos micorrízicos têm um papel importante na aquisição de N pelas plantas. Estudos com íons nitrato e amônio transportados por fungos ectomicorrízicos sugerem aumentos na absorção destes em plantas hospedeiras (Alexander, 1983). Os fungos ectomicorrízicos podem modificar o metabolismo de N nas raízes hospedeiras e, dependendo das espécies de fungos formando associações, as características de aquisição de N podem diferir. Existem poucos trabalhos sobre o metabolismo de N em plantas colonizadas por FMAs e pouco se sabe do modo de assimilação de N por estes fungos. A utilização de ^{15}N permite um cálculo da eficiência de utilização do fertilizante pelas plantas micorrizadas e não micorrizadas e por isso tem sido usado para avaliar a capacidade de FMAs em adquirir N de uma fonte específica. Ames et al. (1984) utilizando-se desta técnica demonstraram a utilização do N do solo em formas orgânicas e inorgânicas pelo sorgo micorrizado e translocação de ^{15}N suprido na forma de sulfato de amônio pelas hifas de *Glomus mossae* em plantas de aipo (Ames, Reid e Porter, 1983). Johansen, Jakobsen e Jensen (1993) também utilizando-se desta técnica, observaram o transporte de N pelas hifas de FMAs em plantas de pepino quando o N foi aplicado na forma de N-NO_3^- ou N-NH_4^+ , sendo que a recuperação de ^{15}N pelas plantas micorrizadas foi de 38 e 40%, respectivamente para as formas aplicadas. Em

outro estudo mais recente (Johansen, Jakobsen e Jensen, 1994), plantas de pepino inoculadas com FMAs e adubadas com 3 níveis de amônio (100, 200 e 400 mg de N/kg de solo) continham respectivamente 49, 48 e 27% do ^{15}N aplicado, contrastando com plantas não micorrizadas que continham somente traços de ^{15}N . Os resultados destes experimentos indicam que estes aumentos de ^{15}N na planta foi parcialmente devido ao influxo de N via hifa extra radicular. Brown, Schultz e Kormanick (1981) trabalhando com plantas de *Liquidambar styraciflua* adubadas com KNO_3 , NH_4NO_3 ou $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ e inoculadas com *Glomus etunicatum*, obtiveram para todos os parâmetros (altura de planta, diâmetro do caule, peso da parte aérea e peso total da planta) maiores valores em plantas tratadas com $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ou NH_4NO_3 . Os valores destes parâmetros foram significativamente menores quando as plantas foram tratadas com KNO_3 , apesar do N no solo estar no mesmo nível que nos outros tratamentos. Isto indicou que o menor crescimento não foi devido à lixiviação de NO_3^- , mas sim a preferência por NH_4^+ sobre NO_3^- pelas raízes das plantas, hifas dos FMAs ou por ambos.

O íon nitrato é muito móvel no solo sendo facilmente transportado até as raízes por fluxo de massa e difusão, portanto os FMAs, são provavelmente menos importantes na aquisição de N em solos onde este íon é dominante. Entretanto, em certas situações, como estresse hídrico que interfere na mobilidade do nitrato para as raízes, o efeito da micorrização pode ser de fundamental importância. De fato, Tobar, Azcon e Barea (1994) demonstraram a importância das hifas externas de FMAs para a absorção e transporte de $^{15}\text{NO}_3^-$ em benefício da nutrição de plantas de alface em condições de estresse hídrico. Plantas micorrizadas em condições de estresses, onde o fluxo de massa e difusão foram afetados, tiveram um enriquecimento de ^{15}N quatro vezes maior que plantas não micorrizadas. Isto evidencia a importância destes fungos em solos cultivados, relativamente secos, onde o nitrato é a forma predominante de N.

Enzimas envolvidas na assimilação de $N-NO_3^-$ e $N-NH_4^+$ têm sido estudadas em plantas micorrizadas e não micorrizadas supridas com fósforo (Oliver et al., 1983). Em geral a atividade da redutase do nitrato e glutamina sintetase são maiores em raízes e parte aérea de plantas bem supridas com fósforo, sem levar em conta qual foi melhor, a adubação fosfatada ou infecção micorrízica. Ho e Trappe (1975) já demonstraram atividade da redutase do nitrato em esporos de *Glomus macrocarpus* e *Glomus mossae*. A micorrização tem efeito direto na atividade da glutamina sintetase nas raízes e esta atividade tem sido demonstrada em fungos separados das raízes (Smith et al., 1985). Isto significa que a assimilação do amônio assim como a translocação dos compostos nitrogenados podem ocorrer em componentes do fungo na micorriza e pode contribuir para um mecanismo de absorção do amônio semelhante ao visto para o fósforo. Estudos com milho demonstraram aumento na atividade da redutase do nitrato, assimilação de amônio, produção de glutamina e translocação de N no xilema de raízes colonizadas com *Glomus fasciculatum* (Cliquet e Stewart, 1993).

Embora diversos especialistas preconizam a micorrização como maneira de facilitar o crescimento de espécies florestais em programas de reflorestamento (Janos, 1980; Brundrett e Abbott, 1992; Herrera, Salamanca e Barea, 1993) nenhum deles relaciona os efeitos dos FMAs na absorção de N inorgânico do solo. Estudos neste sentido tornam-se importantes para o florestamento de solos minerais deficientes em N, como aqueles das margens do reservatório da hidrelétrica Itutinga/Camargos em Minas Gerais, onde grandes esforços têm sido feitos para a recuperação das matas ciliares.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo constou de dois experimentos, conduzidos em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, no período de fevereiro à setembro de 1994. No primeiro experimento avaliou-se a resposta ao suprimento e formas de N-mineral e no segundo a influência do fósforo e da micorrização na resposta a nitrogênio.

As espécies estudadas nos dois experimentos com suas classificações taxonômicas e ecológicas de acordo com Lorenzi (1992) são apresentadas a seguir (Tabela 1).

Tabela 1: Características taxonômicas e ecológicas das espécies estudadas

Espécie	Família	Grupo ecológico	Nome comum
<i>Senha macranthera</i> (Collad.) I. & B.	Caesalpinoideae	pioneira	Fedegoso
<i>Senna multijuga</i> (L.C.Rich) I. & B.	Caesalpinoideae	pioneira	Cássia verrugosa
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	Mimosoideae	pioneira	Angico vermelho
<i>Acacia mangium</i> (L.)	Mimosoideae	pioneira	Acácia
<i>Melia azedarach</i> (L.)	Meliaceae	pioneira	Cinamomo
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i> D. Don	Bignoniaceae	pioneira	Jacarandá

3.1 Experimento 1 - Resposta a formas de N-mineral

O experimento foi conduzido em areia contendo solução nutritiva sem N ou com N nas seguintes formas: NO_3^- , NH_4^+ e NH_4NO_3 . As mudas das quatro espécies estudadas foram pré-colonizadas ou não com FMAs.

As sementes de cássia verrugosa, fedegoso, cinamomo e jacarandá foram submetidas à pré-tratamento para quebra de dormência conforme recomendação do Laboratório de Sementes Florestais da UFLA^(*) e utilizadas para a produção das mudas em bandejas de poliestireno expandido em substrato consistindo de 20% de torta de filtro de usina de cana-de-açúcar, 40% de casca de arroz carbonizada, 25% de solo e 15% de vermiculita, mais 2,5 Kg de superfosfato simples/m³ de substrato. Para garantir a micorrização das mudas, parte do substrato foi infestado com propágulos de FMAs (*Glomus etunicatum* e *Gigaspora margarita*) na base de cinco esporos/ml de substrato. O substrato não infestado recebeu filtrado de inóculo visando equilibrar a microbiota entre os dois tipos de substrato de formação.

Aos cem dias de idade as mudas foram transplantadas para vasos contendo 3 Kg de areia lavada cuja análise química apresentou as seguintes características: pH em água - 6,5; P - 2 µg/g de areia; K - 6 µg/g de areia; Ca - 8, Mg - 2, Al - 1, H + Al - 7 mmol⁺/dm³ de areia; matéria orgânica - 1, areia - 980, silte - 10 e argila - 10 g/Kg. Após transplântio das mudas cada vaso com uma planta recebeu 1000 ml da seguinte solução nutritiva (Tabela 2).

(*) DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R. Index seminum do Laboratório de Sementes Florestais da UFLA. (Trabalho em fase de elaboração).

Tabela 2: Concentração dos nutrientes utilizados na solução nutritiva de crescimento das espécies, para as diferentes formas de N (Adaptado de Guazzelli, 1988).

Elemento	Tratamentos			
	Sem N	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NH ₄ NO ₃
	-----mM-----			
N-NO ₃ ⁻	0	4	0	2
N-NH ₄ ⁺	0	0	4	2
P	0,5	0,5	0,5	0,5
K	0,5	1,9	0,5	1,2
Ca	1,2	2,6	1,2	1,2
Mg	0,5	1,0	0,5	0,5
S	1,7	1,0	5,7	1,7

* As concentrações de micronutrientes foram (µg/ml): B= 0,40; Cu= 0,016; Fe= 2,0; Mn= 0,40; Zn= 0,04 e Mo= 0,008. Os sais que forneceram os macronutrientes foram: NH₄NO₃M; (NH₄)₂SO₄M; KH₂PO₄M; MgSO₄ 0,5M; CaSO₄ 0,01M; KNO₃M; e Ca(NO₃)₂M.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado consistindo num esquema fatorial de 2 (com ou sem pré-inoculação) por 4 (sem N; NO₃⁻; NH₄⁺; e NH₄NO₃), com 4 repetições.

Sob cada vaso, colocou-se um prato para coletar o volume excedente de solução nutritiva. Diariamente o volume dos pratos era completado com água destilada. A cada 15 dias, antes de proceder a troca da solução nutritiva os vasos eram lavados com água destilada para evitar uma possível salinização da areia. No final do experimento foi feita medição do pH em todos os tratamentos. Aos 120 dias após transplante, as plantas foram colhidas e o crescimento foi avaliado pela altura, diâmetro do caule, produção de matéria seca da parte aérea e raízes e relação raiz/parte aérea. A colonização foi estimada em amostras de 1 g de raízes pelo método da placa quadriculada (Giovanetti e Mosse, 1980), empregando-se raízes clarificadas com KOH 10% e coloridas

com azul de tripano sob microscópio estereoscópio (aumento de 40x).

Os teores de nutrientes da parte aérea foram analisados da seguinte forma: N pelo método semimicro Kjeldahl (Liao, 1980) e a destilação e titulação segundo Bremner e Edwards (1965). No extrato obtido por digestão nitroperclórica segundo Zarosky e Burau (1977) foram dosados os teores de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica; P por colorimetria; K por fotometria de chama; e S por turbidimetria (Blanchar, Rehm e Caldwell, 1965).

A atividade da redutase do nitrato "in vivo" foi avaliada nas raízes das quatro espécies segundo o método de Meguro e Magalhães (1983). As raízes foram cortadas em pequenos segmentos e amostras de 500 mg de raiz transferidas para frascos de vidro contendo 5 ml de meio de incubação constituído de fosfato de potássio 0,1M, nitrato de potássio 100 mM e 5% de n-propanol (v/v). As amostras foram mantidas submersas no meio de incubação e submetidas à infiltração a vácuo por dois minutos. O ar foi introduzido rapidamente, e o procedimento repetido. Os frascos de vidro contendo as amostras foram incubados em banho maria com agitação na ausência de luz. Aos 10 e 70 minutos foi retirada uma alíquota de 500 µl, adicionando-se a um meio de reação constituído por 1 ml de sulfanilamida 1% (p/v) em HCl 1,5N, 1ml de N-2-naftil etilenodiamino diluído em HCl 0,02% (p/v) e 1,5 ml de água destilada. A quantidade de nitrito formada foi quantificada colorimetricamente através de leituras espectrofotométricas do meio de reação realizadas a 540 nm e comparadas com uma curva padrão para nitrito. A atividade da RN foi expressa em $\text{nmol de NO}_2^- \cdot \text{g}^{-1} \text{PF} \cdot \text{h}^{-1}$.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de médias pelo programa estatístico SANEST (Sarriés, Oliveira e Alves, 1992).

3.2 Experimento 2 - Influência do fósforo e da micorrização na resposta ao N-mineral.

3.2.1 Caracterização e preparo do solo

Utilizou-se um Latossolo Vermelho-Escuro epiálico, textura argilosa, relevo plano, fase cerrado, coletado próximo à represa de Camargos/Itutinga (MG) pertencente à região dos Campos das Vertentes. O solo foi coletado na camada de 0-20 cm, seco ao ar e peneirado em malha de 2 mm, sendo então analisado no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciência do Solo da UFLA, conforme metodologia descrita a seguir: pH em água na relação 1:2,5; Ca, Mg e Al trocáveis extraídos com KCl 1N analisados por titulometria (EMBRAPA, 1979; Vettori, 1969); P e K extraídos pelo método Mehlich 1^a e analisados por colorimetria e fotometria de chama, respectivamente (Vettori, 1969); N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺ extraídos por KCl 1N e analisados segundo Keeney e Nelson (1992); e S por turbidimetria (Blanchar, Rehm e Caldwell, 1965). As características químicas e físicas do solo foram as seguintes: pH em água 4,8; P - 1 µg/g de solo; K - 30 µg/g de solo; N-NH₄⁺ - 13,3 µg/g de solo; N-NO₃⁻ - 46,6 µg/g de solo; Ca - 4 mmol⁺/dm³; Mg - 1 mmol⁺/dm³; Al - 4 mmol⁺/dm³; H + Al - 50 mmol⁺/dm³; matéria orgânica - 40 g/Kg; areia - 500 g/Kg; silte 100 g/Kg; e argila - 400 g/Kg. A necessidade de calagem foi determinada pelo método de saturação por bases (Quaggio, 1983) considerando V = 50% e utilizando-se como fonte um calcário dolomítico. Além do calcário o solo recebeu uma adubação básica de 25 µg de K/g de solo na forma de KCl. Após incubação e adubação potássica o solo apresentou as seguintes características: pH em água 5,0; K - 37 µg/g de solo; Ca - 16 mmol⁺/dm³; Mg - 9 mmol⁺/dm³; Al - 1 mmol⁺/dm³; H + Al - 23 mmol⁺/dm³. O solo foi fumigado em caixa de alvenaria vedada, com aplicação de 393 cm³ de bromex (brometo de metila 98% + cloropicrina) por m³ de substrato.

Após calagem, fumigação e adubação, 50 g de solo foram transferidos para funis com 50 g de areia (6 repetições), para

avaliação da taxa de mineralização do N (Anderson e Ingram, 1989). Todos os funis foram cobertos com papel alumínio com a finalidade de se evitar perdas excessivas de água por evaporação. A incubação durou 90 dias. Efetuou-se extração do nitrogênio mineralizado ($N-NH_4^+$ e $N-NO_3^-$) percolando-se o solo com 100 ml de $CaCl_2$ 0,01M, em incrementos de 25 ml, nos seguintes tempos de incubação 0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias. A extração no tempo zero teve por objetivo quantificar o nitrogênio mineral inicial presente no solo. O nitrogênio mineralizado ($N-NH_4^+$ + $N-NO_3^-$) foi quantificado segundo Keeney e Nelson (1982).

3.2.2 Instalação e condução do experimento.

Utilizou-se neste experimento as espécies arbóreas acácia, fedegoso, cássia verrugosa e angico vermelho, cujas características principais encontram-se na Tabela 1. As sementes foram obtidas junto ao Departamento de Ciências Florestais da ESAL e submetidas à quebra de dormência, conforme recomendações do Laboratório de Sementes Florestais da UFLA^(*), e pré-germinadas em papel de filtro, em germinador com temperatura controlada em 25°C. Após emissão da radícula, as plântulas foram repicadas para vasos contendo os tratamentos, e após desbaste foi deixada uma planta por vaso. Os tratamentos foram a presença ou ausência de adubação nitrogenada, inoculadas com *Glomus etunicatum* (Ge) em baixo nível de fósforo denominadas plantas-M ou não inoculadas e plantadas em solo com alto nível de fósforo denominadas plantas P. Plântulas de acácia e angico vermelho foram inoculadas com rizóbio específico para estas espécies obtidos no Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia (CNPAB-EMBRAPA).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com os tratamentos dispostos em

(*) DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R. Index seminum do Laboratório de Sementes Florestais da UFLA. (Trabalho em fase de elaboração).

esquema fatorial 2 x 2 com cinco repetições. Cada unidade experimental consistiu de vasos com capacidade de 5 dm³ de solo com uma planta por vaso. A aplicação do fósforo foi feita após a incubação com calcário, utilizando-se superfosfato simples de modo a fornecer 45 µg de P/g de solo nas plantas-M e 360 µg de P/g de solo nas plantas-P de angico, cássia e fedegoso e 160 µg de P/g de solo nas plantas-P de acácia visando obter plantas com tamanho semelhante, cujas dosagens foram baseadas em experimento anterior (Pereira et al., 1994).

O fungo micorrízico foi obtido de vaso de cultivo com *Brachiaria decumbens*, apresentando densidade média de 80 esporos/ml e a inoculação foi feita utilizando-se 5 ml do inóculo do solo, fornecendo 400 esporos/plântula. Os tratamentos sem inoculação receberam 100 ml de um filtrado preparado a partir do substrato do inóculo diluído em água de modo a se obter uma suspensão, peneirada em malha de 0,71 e 0,053 mm e filtrada em papel de filtro para eliminar os propágulos de FMAs.

As adubações nitrogenadas foram feitas utilizando-se NH₄NO₃ na dosagem de 20 µg de N/g de solo por semana, totalizando 280 µg de N/g de solo. A umidade do solo nos vasos foi mantida entre 60 a 70% do volume total de poros, através de verificações controladas por pesagens dos vasos.

3.2.3 Avaliação

A colheita das espécies foi realizada aos 180 dias após a repicagem e o crescimento foi avaliado pela produção de matéria seca da parte aérea, raízes e total (parte aérea + raízes), altura e diâmetro do caule. Foi avaliada também a relação entre o peso das raízes e da parte aérea e nodulação pelo rizóbio. A colonização das raízes e teores de nutrientes da parte aérea foram determinados como descrito no experimento 1.

Para a avaliação da atividade das enzimas de assimilação do nitrogênio, os extratos e ensaios enzimáticos

foram realizados de acordo com os procedimentos usados no Laboratório de Biologia Molecular do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS/EMBRAPA), conforme descrito a seguir: o material vegetal utilizado eram as folhas mais novas completamente abertas, previamente lavadas com água destilada, coletadas às 10:00 h, imediatamente envolvidas em papel alumínio e colocadas em N₂ líquido. Os extratos brutos foram obtidos pela maceração de 1,0 g de tecido, em solução tampão (Tabela 1A), seguida de uma centrifugação refrigerada de 14000 rpm por 15 minutos. A temperatura dos equipamentos e soluções utilizados durante a realização dos ensaios foi mantida a 4°C.

Para o ensaio da sintetase da glutamina (GS), a quantidade de 300 µl do extrato foi adicionada a 700 µl de um meio contendo tampão tris-HCl 100mM pH 7,5, 10mM de 2-mercaptoetanol, 40mM de MgSO₄.7H₂O, 10mM de NH₂OHCl, 10mM de ATP, 50mM de glutamato, incubando-se a mistura durante 60 minutos à 30°C. A reação foi paralisada pela adição de 1,0 ml de FeCl₃ 0,37M.

Após a centrifugação a 3000 rpm por cinco minutos, o quelato Fe-L-glutamil- α hidroxamato (GHA) (Ratajczack, Ratajczack e Mazurowa, 1981) produzido foi determinado no espectrofotômetro à 540 nm. A atividade enzimática foi expressa em µM de GHA.min⁻¹.g⁻¹ de peso fresco.

Para o ensaio da sintase do glutamato (Fd-GOGAT), a quantidade de 300 µl do extrato cru foi adicionada a 900 µl de um meio contendo tampão fosfato pH 7,5 0,5M, 15mM de glutamina, 15mM de 2-oxoglutarato, água destilada e metil viologênio (2 mg/ml). A mistura foi incubada por dois minutos a 30°C e a reação foi iniciada com a adição de 300 µl da seguinte mistura: 16 mg de Na₂S₂O₄ + 16 mg de NaHCO₃ por ml de água destilada. A reação foi paralisada por imersão do tubo em água a 90°C por dois minutos, seguida de imediata agitação em vortex até o desaparecimento da cor azul e posterior resfriamento em gelo fundente, antes da

centrifugação a 13000 rpm durante cinco minutos, retirando-se uma alíquota de 1 ml de cada amostra que era aplicada em coluna DOWEX 1 x 8X na forma acética. Após lavagem da coluna com 15 ml de água bidestilada, foram utilizados 7 ml de ácido acético 300mM para fluir o GLU que ficaria retido na coluna sendo este volume coletado em tubos de vidro com tampa rosqueável, dos quais foi retirado 1 ml para reação colorimétrica para determinação do aminoácido pelo método descrito por Yemm e Cocking (1955).

Para o ensaio da PEPC (fosfo(enol)piruvato carboxilase), uma mistura contendo tampão de reação 554 μ l, 20 μ l de 2-mercaptoetanol 0,5 mM, 16 μ l de lactato desidrogenase 1700 u/ml, 60 μ l de malato desidrogenase 10000 u/ml, 100 μ l de glicose-6-fosfato 0,05M, 100 μ l de NADH 2mM e 50 μ l o extrato cru foi incubada por três minutos, à 30°C com agitação. A mistura foi transferida para uma cubeta de 1 ml e foram adicionados 100 μ l de PEP 0,05M. Foi feito monitoramento durante 10 minutos em espectrofotômetro a 340 nm, após o aparelho ser zerado com água. Os resultados foram expressos em $\text{nmol CO}_2 \cdot \text{g}^{-1} \text{PF} \cdot \text{min}^{-1}$.

O teor de proteína solúvel nas folhas foi determinado segundo Lowry et al. (1951).

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de média, pelo programa estatístico SANEST (Sarriés, Oliveira e Alves, 1992).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resposta a adição e formas de N-mineral

4.1.1 Crescimento das plantas e colonização micorrízica.

O crescimento de todas as espécies estudadas, foi influenciado pelo fornecimento e pelas formas de N-mineral (Figuras 1 e 2 e Tabelas 3 e 2A). No tratamento sem N a produção de matéria seca total foi severamente reduzida nas quatro espécies, indicando a importância deste nutriente para estas espécies (Figura 1). Na cássia verrugosa (Figura 1a), fedegoso (Figura 1b) e jacarandá (Figura 1d), a matéria seca total foi significativamente maior no tratamento com N-NO_3^- , enquanto que no cinamomo (Figura 1c) não foi encontrada diferença entre os tratamentos com N-NO_3^- e NH_4NO_3 , sendo a matéria seca maior neste que no tratamento com N-NH_4^+ . Na cássia verrugosa, esta produção foi bastante reduzida no tratamento com N-NH_4^+ , possivelmente devido a um efeito tóxico desta forma de N para a planta. Não houve interação entre as formas de N e a pré-colonização para a produção de matéria seca total, com exceção do fedegoso que apresentou diferença significativa no tratamento com N-NO_3^- para a pré-colonização (Figura 1b). Aumentos expressivos na produção de matéria seca total foram também obtidos com a aplicação de N (Dias e Faria, 1992; Mohan, Prasad e Gupta, 1990). Simão e Couto (1973) utilizando-se da técnica do elemento faltante, observaram que os mais sérios prejuízos ao desenvolvimento de *Araucaria augustifolia* também foram verificados na ausência de N. Renó (1994) também observou redução na matéria seca total de espécies arbóreas, quando o N foi

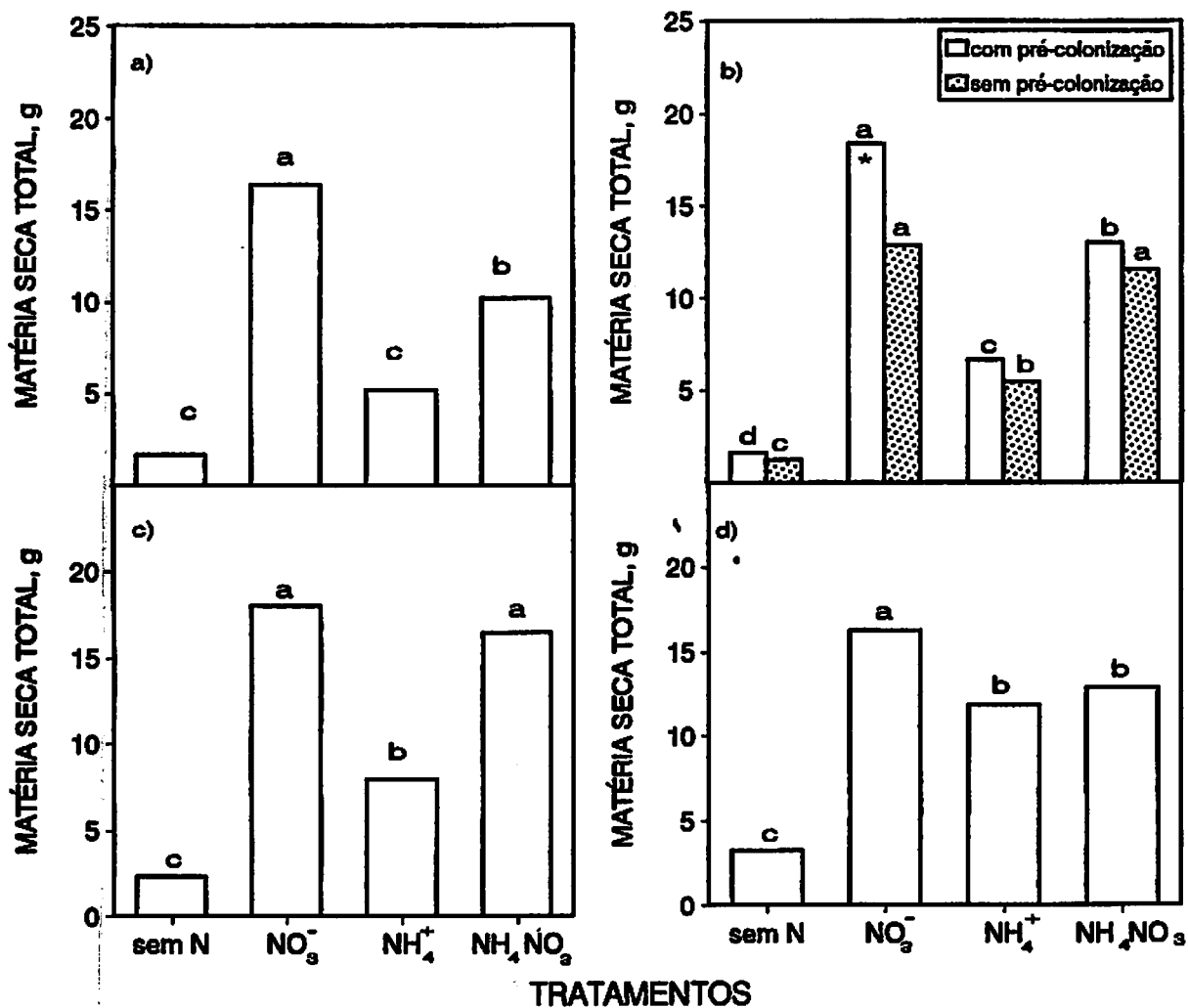


Figura 1: Matéria seca total (parte aérea e raízes) da cássia verrugosa (a), fedegoso (b), cinamomo (c) e jacarandá (d) sob o efeito do fornecimento de N e micorrização. Letras comparam N e * compara pré-colonização pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

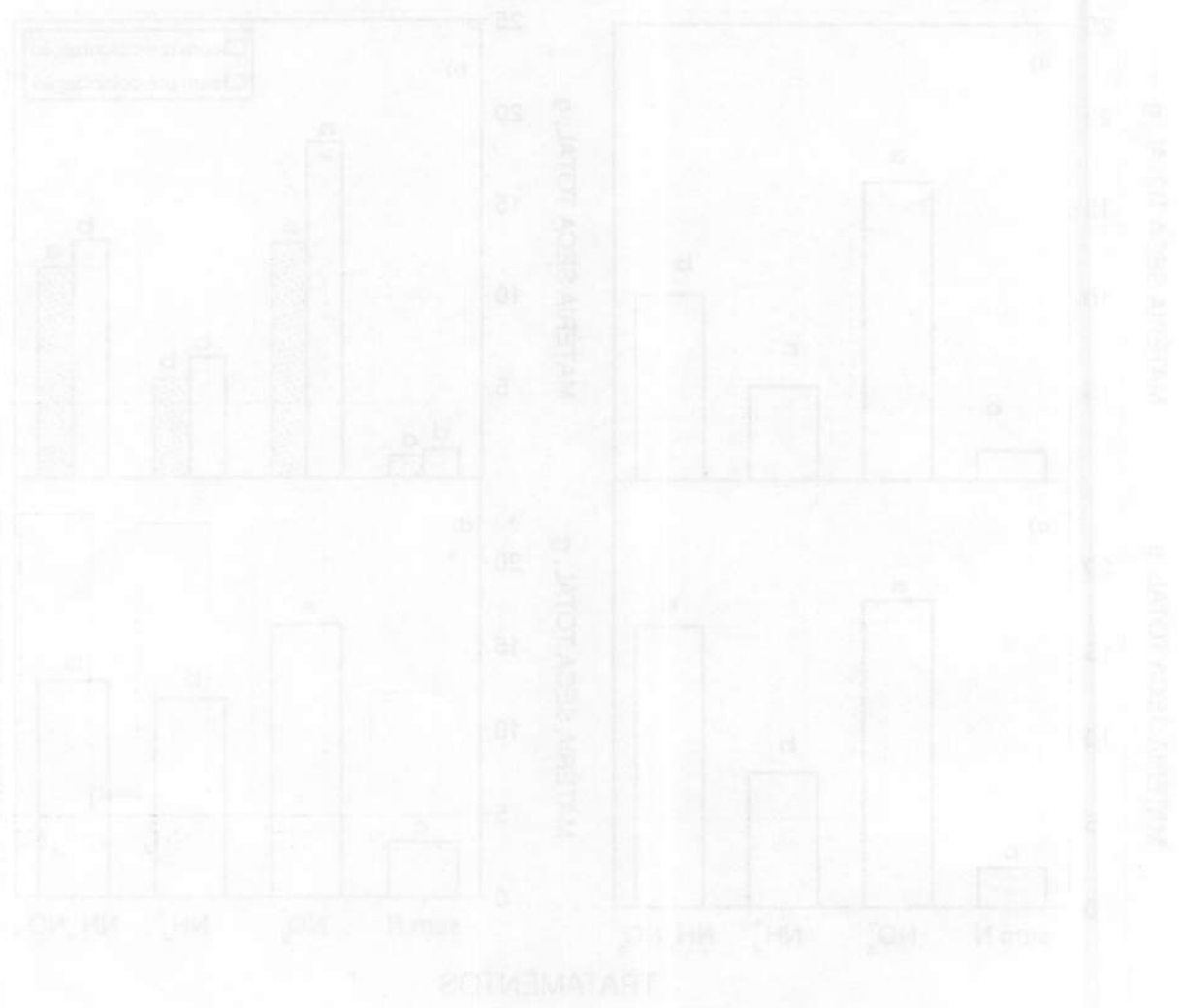


Figura 2. Valores medios de los parámetros de crecimiento de las plantas de maíz (a) y de los parámetros de rendimiento (b) en los tratamientos CK, NH, M2 y M3, en los sistemas de cultivo convencional y mecanizado. Los valores de los parámetros de crecimiento y rendimiento se expresan en g/planta y t/ha, respectivamente. Los errores estándar se expresan en g/planta y t/ha, respectivamente. Los valores de los parámetros de crecimiento y rendimiento se expresan en g/planta y t/ha, respectivamente. Los errores estándar se expresan en g/planta y t/ha, respectivamente.

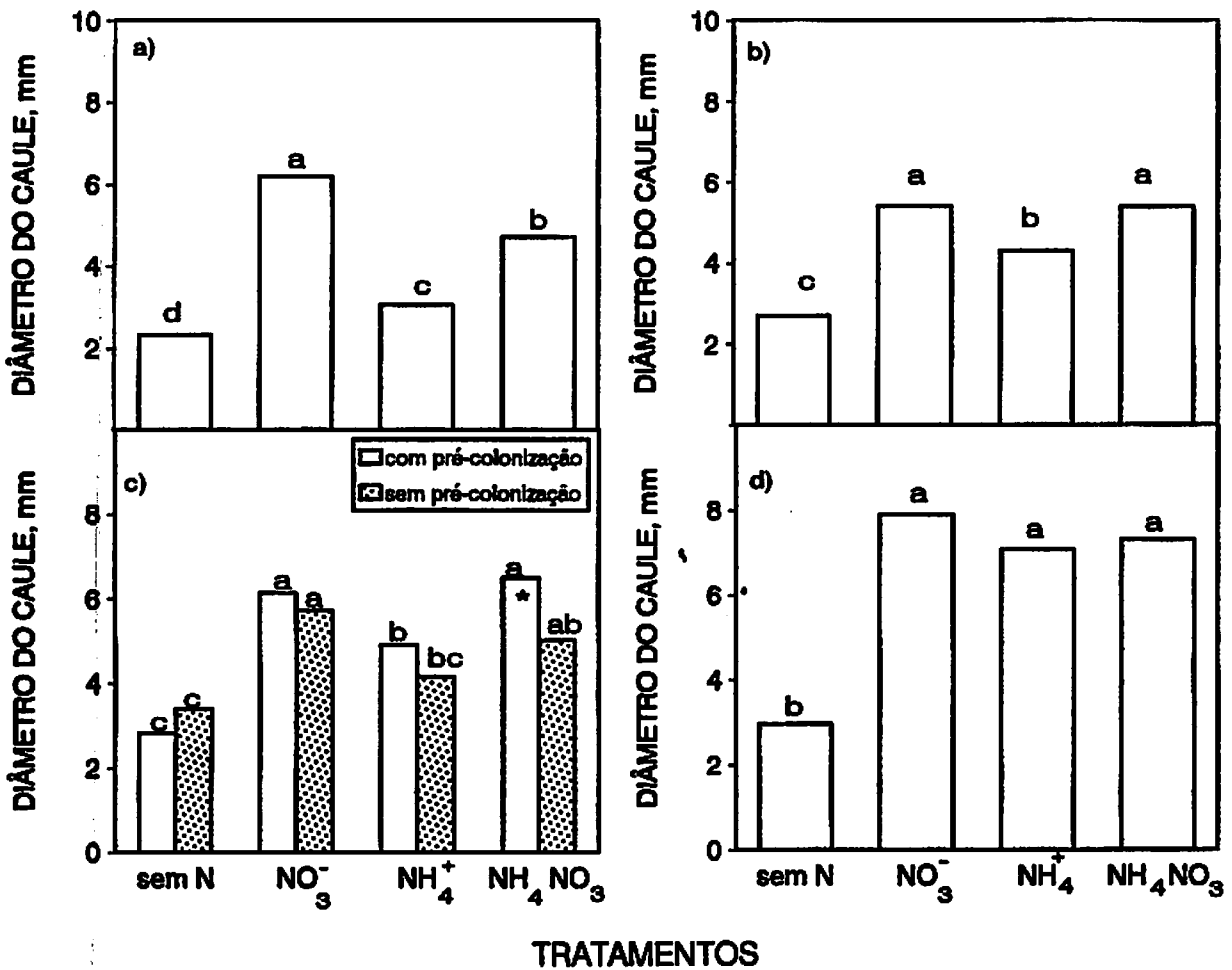


Figura 2: Diâmetro do caule da cássia verrugosa(a), fedegoso (b), cinamomo(c) e jacarandá(d) sob o efeito do fornecimento de N e micorrização. Letras comparam N e * compara pré-colonização pelo teste de tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3: Parâmetros de crescimento das espécies estudadas sob influência da adição, formas de N e pré-colonização com FMAs.

Parâmetro	Pré-colonização	Fornecimento de nitrogênio				Média
		sem N	NO ₃	NH ₄	NH ₄ NO ₃	
.....Cássia verrugosa.....						
Matéria seca da parte aérea, g	Sim	0.70	9.06	1.67	5.24	4.17
	Não	0.58	8.01	1.40	3.97	3.49
	Média	0.64 c	8.54 a	1.53 c	4.60 b	
Matéria seca da raiz, g	Sim	1.06 Ab	7.43 Aa	2.40 Ab	7.19 Aa	4.52
	Não	0.98 Ac	8.12 Aa	1.86 Abc	3.88 Bb	3.71
	Média	1.02	7.78	2.13	5.54	
Relação raiz parte aérea	Sim	1.55	0.83	1.42	1.62	1.35
	Não	1.67	1.01	1.32	1.08	1.27
	Média	1.61 a	0.92 b	1.37 ab	1.35 ab	
Altura, cm	Sim	25.00	65.00	40.25	65.25	49.00 A
	Não	20.25	51.00	33.75	52.00	39.25 B
	Média	22.62 c	58.25 a	37.00 b	58.62 a	
.....Fedegoso.....						
Matéria seca da parte aérea, g	Sim	0.90	10.92	3.65	6.11	5.40 A
	Não	0.56	8.02	2.64	5.59	4.20 B
	Média	0.73 d	9.47 a	3.14 c	5.85 b	
Matéria seca da raiz, g	Sim	0.72 Ac	7.47 Aa	2.95 Ab	6.88 Aa	4.51
	Não	0.68 Ac	4.85 Ba	2.76 Bb	5.93 Ba	3.55
	Média	0.70	6.15	2.86	6.41	
Relação raiz/ parte aérea	Sim	0.87	0.68	0.84	1.15	0.89
	Não	1.28	0.62	1.09	1.09	1.02
	Média	1.08 a	0.65 b	0.96 ab	1.12 a	
Altura, cm	Sim	26.00	54.75	27.50	46.00	38.56
	Não	24.75	38.75	34.75	30.25	32.12
	Média	25.38 b	46.75 a	31.12 b	38.12 ab	
.....Cinamomo.....						
Matéria seca da parte aérea, g	Sim	0.99	4.87	2.42	5.78	3.52
	Não	0.88	6.26	2.28	4.77	3.54
	Média	0.93 c	5.56 a	2.35 b	5.28 a	
Matéria seca da raiz, g	Sim	1.30	12.68	6.15	12.17	8.08
	Não	1.53	12.17	4.99	10.37	7.27
	Média	1.42 c	12.42 a	5.57 b	11.28 a	
Relação raiz/ parte aérea	Sim	1.34	2.63	2.61	2.12	2.18
	Não	1.74	2.04	2.27	2.19	2.06
	Média	1.54 b	2.34 a	2.44 a	2.15 a	
Altura, cm	Sim	27.75	30.00	28.75	30.50	29.25
	Não	29.50	35.25	29.50	30.50	31.19
	Média	28.62	32.62	29.12	30.50	
.....Jacarandá.....						
Matéria seca da parte aérea, g	Sim	1.95 Ab	7.20 Aa	6.69 Aa	5.12 Ba	5.23
	Não	1.70 Ab	7.72 Aa	6.62 Aa	8.57 Aa	6.15
	Média	1.82	7.46	6.66	6.84	
Matéria seca da raiz, g	Sim	1.82	8.70	5.66	7.15	5.83
	Não	1.04	8.83	4.64	6.68	5.30
	Média	1.44 c	8.77 a	5.15 b	6.92 b	
Relação raiz parte aérea	Sim	0.95	1.22	0.83	1.42	1.10 A
	Não	0.60	1.22	0.71	0.79	0.83 B
	Média	0.78 b	1.22 a	0.77 b	1.10 a	
Altura, cm	Sim	25.25	30.25	28.00	31.50	28.75
	Não	28.50	28.75	29.75	34.00	30.25
	Média	26.88 b	29.50 ab	28.88 ab	32.75 a	

Médias seguidas de mesma letra minúscula (linha) e maiúscula (coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

omitido. Embora a maioria dos trabalhos mostrem a preferência de espécies arbóreas por $N-NH_4^+$ (Blevins, 1989), devido ao baixo pH e nitrificação reduzida, Stewart, Hegart e Specht (1983) verificaram preferência por $N-NO_3^-$ sendo as espécies arbóreas estudadas, pioneiras.

A matéria seca da parte aérea (Tabela 3), foi maior, em todas as espécies, nos tratamentos que receberam N, sendo que no fedegoso, cássia verrugosa e cinamomo o tratamento com $N-NO_3^-$ foi superior ao $N-NH_4^+$, enquanto que no jacarandá não houve diferença entre as formas de N. Este parâmetro foi influenciado positivamente pela pré-colonização das mudas no fedegoso, já no jacarandá houve interação entre os fatores, sendo que o tratamento com NH_4NO_3 pré-colonizado foi superior ao mesmo tratamento sem pré-colonização. A matéria seca de raízes (Tabela 3) foi maior nos tratamentos com $N-NO_3^-$ em relação ao $N-NH_4^+$ no cinamomo e jacarandá, sendo que na cássia verrugosa e fedegoso os tratamentos com $N-NO_3^-$ e NH_4NO_3 pré-colonizados, os que apresentaram maior peso. Para altura de plantas, a pré-colonização teve efeito positivo na cássia verrugosa. O cinamomo não apresentou diferenças para o fornecimento de N. No fedegoso e cássia verrugosa, o tratamento com $N-NO_3^-$ mostrou-se superior ao $N-NH_4^+$, e no jacarandá não houve diferença entre estas duas formas de N (Tabela 3).

O diâmetro do caule, também foi um parâmetro influenciado positivamente pelo fornecimento de N em todas as espécies. Na cássia verrugosa, fedegoso e cinamomo, o tratamento com $N-NO_3^-$ mostrou-se significativamente maior que o com $N-NH_4^+$, sendo que para o cinamomo houve interação entre os fatores, com o NH_4NO_3 pré-inoculado atingindo os maiores valores. O jacarandá não apresentou diferenças entre as formas de N (Figura 2).

A relação entre a produção de matéria seca de raízes e da parte aérea apresentou menor valor no tratamento sem N do cinamomo, enquanto que na cássia verrugosa este tratamento

apresentou maior valor. A limitação do suprimento de nutriente torna as raízes o principal dreno de fotossintatos, favorecendo seu crescimento em relação à parte aérea (Marschner, 1991) e, conseqüentemente, o aumento da relação como observado na cássia verrugosa. Aumentos sinificativos na relação também foram verificados em outras espécies arbóreas na ausência de N (Renó, 1994).

A colonização micorrízica variou entre os tratamentos e as espécies estudadas (Figura 3). Na cássia verrugosa (Figura 3a) os valores mais baixos foram obtidos nos tratamentos sem N e com $N-NH_4^+$, sendo que no tratamento com $N-NO_3^-$ houve uma grande taxa de colonização. No fedegoso (Figura 3b), no tratamento com $N-NH_4^+$ as raízes também apresentaram baixa colonização, semelhante à cássia verrugosa. No cinamomo (Figura 3c), apesar da taxa ter sido significativamente menor no tratamento com $N-NH_4^+$, as raízes em todos os tratamentos estavam bem colonizadas. No jacarandá (Figura 3d) todos os tratamentos apresentaram baixa taxa de colonização quando comparado com as outras espécies, sendo o menor valor encontrado no tratamento com NH_4NO_3 . Vários trabalhos já demonstraram que altas concentrações de N inorgânico reduzem a colonização micorrízica e que esta redução é geralmente maior com $N-NH_4^+$ do que $N-NO_3^-$ (Baath e Spokes, 1989; Chambers et al., 1980; Vaast e Zaroski, 1992).

Os valores de pH medidos no final do experimento não apresentaram variação entre os tratamentos, ficando os valores próximos de 6.

4.1.2 Atividade da redutase do nitrato (RN)

Os resultados da atividade da RN nas raízes do cinamomo e jacarandá encontram-se na Figura 4. No fedegoso e cássia verrugosa não foi possível determinação desta atividade pela metodologia empregada. A atividade no cinamomo e jacarandá só foi detectada nos tratamentos com $N-NO_3^-$ e NH_4NO_3 , pois o suprimento

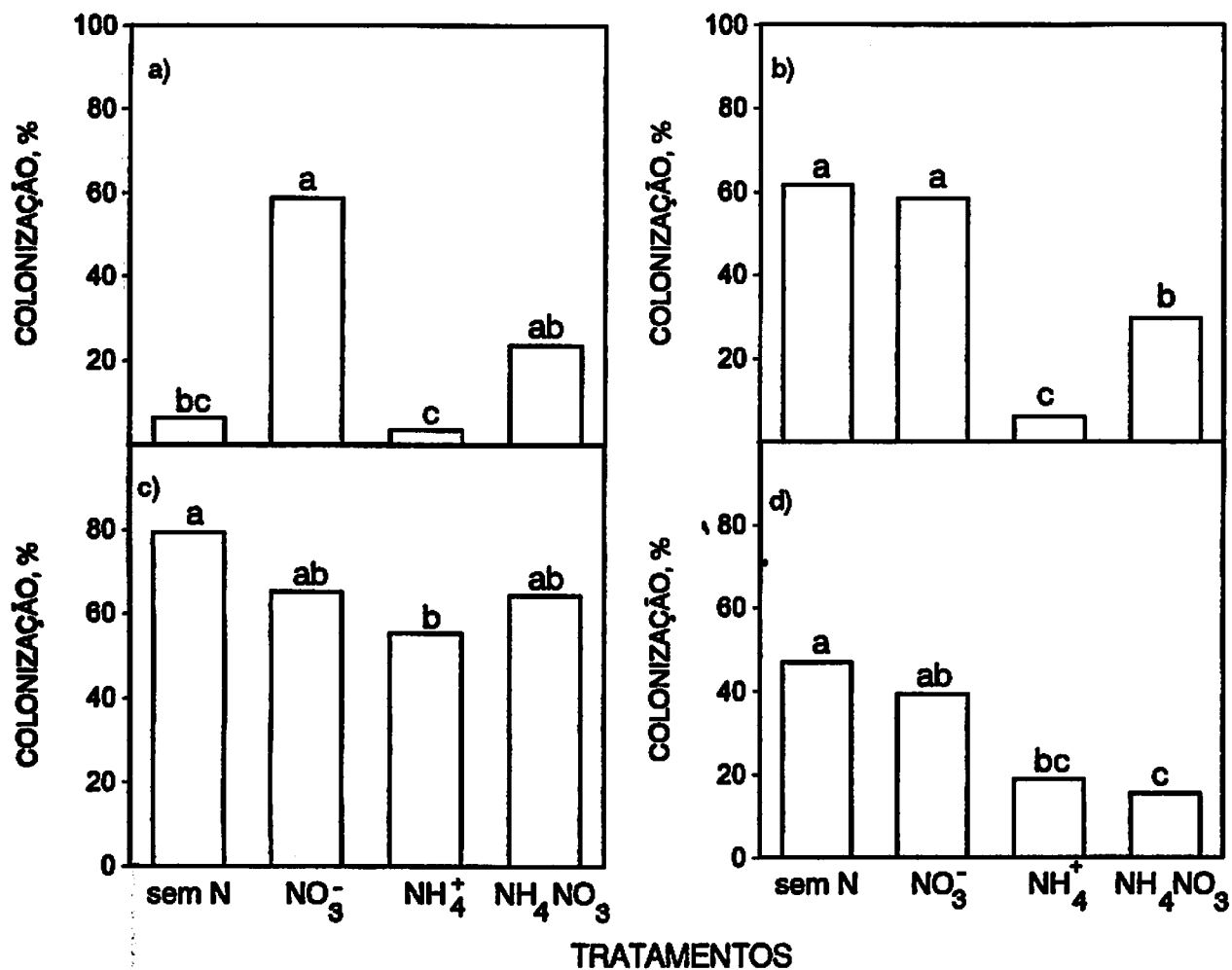


Figura 3: Colonização micorrízica da cássia verrugosa (a), fedegoso (b), cinamomo (c) e jacarandá (d) sob o efeito do fornecimento de N e micorrização. Letras comparam N pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

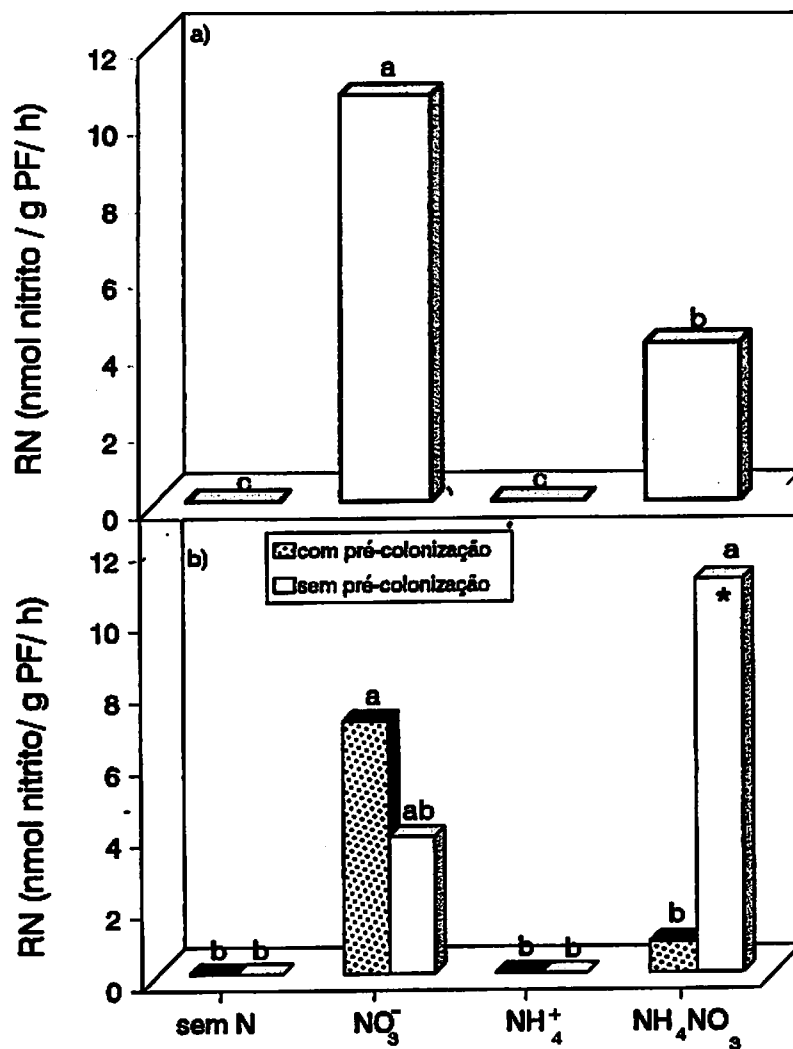


Figura 4: Atividade da redutase do nitrato do cinamomo(a) e jacarandá (b) sob influência do fornecimento de N-mineral e micorrização. Letras comparam o efeito do N-mineral pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade. * difere pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

de nitrato resulta em grande aumento no nível da enzima e o amônio inibe a RN, fato observado em várias plantas superiores (Beeves e Hageman, 1969). A pré-colonização no jacarandá aumentou a atividade da enzima no tratamento com $N-NO_3^-$. Todos os valores de atividade da RN foram relativamente muito baixos, este fato pode ter ocorrido devido a medição ter sido feita 15 dias depois da troca da solução nutritiva, neste período quase todo o $N-NO_3^-$ aplicado já havia sido consumido, portanto os níveis da enzima estavam baixos.

4.1.3 Teores e acúmulo de nutrientes

O suprimento e as formas de N-mineral exerceram efeitos sobre os teores e acúmulos de nutrientes na parte aérea das quatro espécies estudadas (Tabelas 4-7 e 3A). O teor e acúmulo de N foi baixo nos tratamentos sem adição deste nutriente em todas as espécies. De maneira geral, as plantas com $N-NO_3^-$ tiveram menores teores deste nutriente em relação às plantas com $N-NH_4^+$, mais o conteúdo nas primeiras foram maiores, fato ocorrido possivelmente devido a um efeito de diluição do N nas plantas com $N-NO_3^-$ que cresceram mais (Jarrel e Beverly, 1981).

O teor de fósforo foi maior em plantas tratadas com $N-NH_4^+$ quando comparadas com plantas tratadas com $N-NO_3^-$, com exceção do jacarandá (Tabela 7), onde não foi encontrada diferença entre essas duas formas de N. A cássia verrugosa (Tabela 4), fedegoso (Tabela 5) e jacarandá (Tabela 7) apresentaram diferenças significativas para a pré-colonização, sendo este efeito positivo no jacarandá e negativo no fedegoso e cássia verrugosa em algumas das formas de N. O acúmulo deste nutriente foi inversamente proporcional ao teor quando se compararam plantas com $N-NO_3^-$ e $N-NH_4^+$, não apresentando diferenças no jacarandá (Tabela 7).

Em todas as quatro espécies, os teores e quantidade acumulada de potássio e cálcio foi muito mais elevado em plantas

Tabela 4: Teores e acúmulo de nutrientes na parte aérea da cássia verrugosa sob influência da adição, formas de N e pré-colonização com FMAs.

Nutriente	Pré-Colonização	Tratamentos				Média	Tratamentos			
		Sem N	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ NH ₄		Sem N	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ NH ₄
		g/Kg					mg/planta			
N	Sim	10,2	23,2	34,6	23,9	22,8 B	7	204	57	124
	Não	9,5	27,4	42,5	26,7	26,5 A	6	220	57	112
	Média	9,8 c	24,9 b	38,5 a	25,3 b		6 c	212 a	57 c	118 b
P	Sim	5,7 Ab	5,0 Ab	7,9 Ba	5,3 Ab	6,0	4 Ac	45 Aa	13 Ac	27 Ab
	Não	5,4 Ab	3,4 Bc	9,1 Aa	6,3 Ab	6,0	3 Ab	27 Ba	13 Ab	24 Aa
	Média									
K	Sim	7,4	17,4	5,7	7,2	9,4 B	5	157	10	38
	Não	7,9	18,4	6,1	9,4	10,5 A	5	147	8	39
	Média	7,6 b	17,9 a	5,9 c	8,3 b		5 c	152 a	9 c	38 b
Ca	Sim	13,6 Aa	15,4 Ba	5,5 Ab	12,7 Aa	11,8	10	140	9	69
	Não	11,1 Bb	20,4 Aa	7,0 Ac	13,0 Aa	12,9	6	162	10	51
	Média	-	-	-	-		8 c	151 a	10 c	60 b
Mg	Sim	1,1	2,4	1,9	2,3	1,9 B	1	22	3	12
	Não	1,0	2,6	2,5	2,9	2,2 A	1	21	3	12
	Média	1,1 b	2,5 a	2,2 a	2,6 a		1 c	21 a	3 c	12 b
S	Sim	1,7 Ab	2,7 Ba	2,2 Bab	2,7 Aa	2,3	1 Ac	24 Ba	4 Ac	14 Ab
	Não	1,4 Bc	4,6 Aa	3,3 Ab	3,1 Aa	3,1	1 Ac	37 Aa	4 Abc	12 Ab
	Média									
		ug/g					ug/planta			
Zn	Sim	21 Ab	23 Bb	73 Aa	87 Aa	51	15 Ac	209 Bb	123 Abc	427 Aa
	Não	19 Ac	79 Aa	55 Aab	50 Bb	50	11 Ac	633 Aa	74 Abc	214 Bb
Mn	Sim	23 Ac	24 Bc	44 Ab	106 Aa	49	17 Ac	215 Ab	71 Abc	546 Aa
	Não	20 Ad	39 Ac	53 Ab	82 Ba	48	12 Ab	317 Aa	74 Ab	324 Ba
Fe	Sim	73 Bc	55 Bc	113 Ab	144 Aa	96	52	504	186	762
	Não	141 Aa	78 Ab	125 Aa	149 Aa	123	82	626	167	594
	Média	-	-	-	-		67 b	566 a	176 b	678 a
Cu	Sim	4	6	7	8	6	3	57	12	49
	Não	4	9	7	9	7	2	74	9	39
	Média	4 b	8 a	7 a	9 a		2 c	66 a	11 c	44 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula (linha) e maiúscula (coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5: Teores e acúmulo de nutrientes na parte aérea do fedegoso sob influência da adição, formas de N e pré-colonização com FMAs.

Nutriente	Pré-Colonização	Tratamentos				Média	Tratamentos			
		Sem N	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ NH ₄		Sem N	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ NH ₄
		g/Kg					mg/planta			
N	Sim	7,5	23,1	29,6	27,4	21,9 B	7	255	106	168
	Não	7,2	24,7	33,7	32,0	24,4 A	4	200	92	177
	Média	7,4 c	23,9 b	31,6 a	29,7 a		6 d	227 a	99 c	173 b
P	Sim	7,3 Bb	7,4 Ab	10,5 Aa	7,4 Ab	7,7	6 Ac	114 Aa	37 Ab	46 Ab
	Não	12,7 Aa	5,2 Ab	10,4 Aa	7,4 Ab	8,6	6 Ab	44 Ba	21 Aa	41 Aa
	Média	9,3	5,3	10,5	7,4		6	79	33	43
K	Sim	11,0	27,6	12,4	12,3	15,8	10	297	39	76
	Não	12,7	33,3	12,8	12,8	17,9	6	273	35	71
	Média	11,9 b	30,4 a	12,6 b	12,6 b		8 c	285 a	37 bc	73 b
Ca	Sim	10,6	18,0	5,2	11,3	11,3	10	192	19	70
	Não	9,4	22,8	6,5	11,9	12,6	5	188	18	67
	Média	10,0 bc	20,4 a	5,9 c	11,6 b		7 c	190 a	18 c	68 b
Mg	Sim	1,5 Ab	2,1 Aab	2,2 Bab	2,6 Aa	2,1	1	24	16	16
	Não	1,0 Ab	2,2 Aa	2,8 Aa	2,3 Aa	2,1	1	18	8	13
	Média	1,3	2,2	2,5	2,4		1 b	21 a	12 a	14 a
S	Sim	2,1	2,9	3,4	3,2	2,9	2	32	12	20
	Não	1,8	3,2	3,8	3,1	3,0	1	26	10	17
	Média	2,0 c	3,0 b	3,6 a	3,2 ab		1 d	29 a	11 c	19 b
		ug/g					ug/planta			
Zn	Sim	22	21	31	57	33	20	234	111	339
	Não	26	26	35	52	34	14	210	96	290
	Média	24 c	24 c	33 b	55 a		17 d	222 b	103 c	315 a
Mn	Sim	47 Abc	32 Ac	61 Bb	145 Ba	71	44	361	228	897
	Não	37 Ac	38 Ac	81 Ab	163 Aa	80	20	315	223	914
	Média	42	35	71	154		32 c	338 b	225 bc	906 a
Fe	Sim	131 Abc	76 Ac	410 Aa	185 Bb	200	125 Ab	832 Aa	1531 Aa	1125 Aa
	Não	105 Ab	96 Ab	330 Ba	271 Aa	200	58 Ac	735 Abc	866 Bab	1548 Aa
	Média	-	-	-	-		-	-	-	-
Cu	Sim	6	6	4	7	6	5 Ab	61 Aa	16 Ab	43 Aa
	Não	5	4	5	8	5	3 Ab	34 Ba	14 Ab	44 Aa
	Média	5 b	5 b	5 b	8 a		-	-	-	-

Médias seguidas de mesma letra minúscula (linha) e maiúscula (coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6: Teores e acúmulo de nutrientes na parte aérea do cinamomo sob influência da adição, formas N e pré-colonização com FMAs.

Nutriente	Pré-Colonização	Tratamentos					Tratamentos			
		Sem N	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ NH ₄	Média	Sem N	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ NH ₄
		g\Kg					mg/planta			
N	Sim	10,8	27,2	23,8	26,2	22,0	11 Ac	133 Ba	57 Ab	155 Aa
	Não	8,5	26,1	24,9	27,6	21,8	7 Ac	161 Aa	56 Ab	132 Ba
	Média	9,6 b	26,7 a	24,4 a	26,9 a		-	-	-	-
P	Sim	2,1	1,8	1,7	1,9	1,9	2 Ad	8 Bb	4 Ac	11 Aa
	Não	1,7	1,6	1,8	2,1	1,8	2 Ac	10 Aa	4 Ab	10 Ba
	Média	1,9 ab	1,7 b	1,8 ab	2,0 a		-	-	-	-
K	Sim	9,3	15,0	4,6	6,4	8,8 B	9 Ab	75 Ba	11 Ab	44 Aab
	Não	9,5	18,7	8,0	7,5	10,9 A	8 Ab	119 Aa	15 Ab	36 Ab
	Média	9,4 b	16,8 a	6,3 c	7,0 c		-	-	-	-
Ca	Sim	11,6	17,6	2,8	12,4	11,1	11 Ac	88 Ba	7 Ab	72 Aa
	Não	11,2	19,4	3,6	10,5	11,2	10 Ac	119 Aa	8 Ac	50 Bb
	Média	11,4 b	18,4 a	3,2 c	11,5 b		-	-	-	-
Mg	Sim	1,7	2,1	1,2	2,6	1,9	2 Ac	10 Bb	3 Ac	15 Aa
	Não	1,5	2,4	1,4	2,6 *	2,0	1 Ab	13 Aa	4 Ab	12 Ba
	Média	1,6 b	2,3 a	1,3 b	2,6 a		-	-	-	-
S	Sim	2,4 Aa	2,1 Aa	2,6 Aa	2,2 Aa	2,3	2	10	6	13
	Não	1,7 Bc	2,1 Abc	3,1 Ba	2,5 Ab	2,4	2	13	7	12
	Média	-	-	-	-		2 c	12 a	7 b	12 a
		ug/g					ug/planta			
Zn	Sim	40	28	53	74	49	39 Ab	140 Ab	119 Ab	426 Aa
	Não	26	32	45	70	43	23 Ac	202 Ab	102 Abc	330 Ba
	Média	33 bc	30 c	49 b	72 a		-	-	-	-
Mn	Sim	36	30	20	73	40	35	146	46	421
	Não	31	30	32	74	42	28	188	73	347
	Média	34 b	30 b	26 b	74 a		31 c	167 b	59 c	384 a
Fe	Sim	121 Aa	105 Aa	106 Aa	154 Ba	122	118	502	262	883
	Não	144 Ab	111 Ab	111 Ab	234 Aa	150	126	695	255	1108
	Média	-	-	-	-		122 c	598 b	258 c	995 a
Cu	Sim	6 Ab	6 Ab	8 Ba	7 Aab	7	6	29	20	44
	Não	6 Ac	5 Ac	11 Aa	9 Ab	8	6	30	25	42
	Média	-	-	-	-		6 d	30 b	22 c	43 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula (linha) e maiúscula (coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7: Teores e acúmulo de nutrientes na parte aérea do jacarandá sob influência da adição, formas de N e pré-colonização com FMAs.

Nutriente	Pré-Colonização	Tratamentos				Média	Tratamentos			
		Sem N	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ NH ₄		Sem N	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ NH ₄
		g/Kg					mg/planta			
N	Sim	7,2	17,9	21,4	20,2	16,7	19 Ab	132 Aa	142 Aa	104 Ba
	Não	7,5	19,7	20,2	25,1	18,1	13 Ac	152 Ab	134 Ab	211 Aa
	Média	7,3 c	18,8 b	20,8 ab	22,6 a		-	-	-	-
P	Sim	1,5 Ab	1,6 Ab	1,8 Ab	2,9 Aa	2,0	4 Ab	11 Aa	12 Aa	15 Ba
	Não	1,7 Ab	1,3 Ab	1,6 Ab	2,5 Ba	1,8	3 Ac	10 Ab	10 Ab	22 Aa
	Média									
K	Sim	5,0	12,9	3,3	7,7	7,2	14	79	22	40
	Não	5,7	13,4	4,0	7,8	7,7	10	103	26	67
	Média	5,4 c	13,1 a	3,6 c	7,8 b		12 c	96 a	24 c	53 b
Ca	Sim	6,1	6,4	3,2	5,0	5,2	16 Ab	47 Aa	22 Ab	26 Bb
	Não	6,2	6,1	2,8	5,8	5,2	11 Ab	47 Aa	18 Ab	49 Aa
	Média	6,1 a	6,3 a	3,0 b	5,4 a		-	-	-	-
Mg	Sim	2,3	1,9	1,4	2,2	1,9	6 Ac	13 Aa	9 Abc	11 Bab
	Não	2,5	1,9	1,3	2,4	2,0	4 Ad	15 Ab	8 Ac	20 Aa
	Média	2,4 a	1,9 b	1,3 c	2,3 a ^a		-	-	-	-
S	Sim	2,4	2,4	2,7	2,3	2,5	6 Ab	18 Aa	18 Aa	12 Bab
	Não	2,1	2,5	2,4	2,4	2,3	4 Ab	19 Aa	16 Aa	20 Aa
		ug/g					ug/planta			
Zn	Sim	27 Ab	26 Bb	23 Ab	104 Aa	45	72 Ab	189 Bb	153 Ab	533 Ba
	Não	35 Ac	81 Ab	30 Ac	122 Aa	67	61 Ac	633 Ab	198 Ac	1036 Aa
Mn	Sim	69	54	49	128	75 B	187 Ab	395 Ab	326 Ab	656 Ba
	Não	75	71	57	142	86 A	130 Ac	549 Ab	377 Ab	1198 Aa
	Média	72 b	63 bc	53 c	135 a		-	-	-	-
Fe	Sim	199	113	166	203	170	538 Ab	825 Aab	1117 Aa	1043 Ba
	Não	201	134	164	178	169	348 Ac	1006 Ab	1078 Ab	1537 Aa
	Média	200 a	123 b	165 a	191 a		-	-	-	-
Cu	Sim	8 Ba	8 Aa	5 Bb	9 Aa	7	21 Ac	53 Aa	31 Bbc	48 Bab
	Não	11 Aa	7 Ab	8 Ab	10 Aa	9	18 Ac	55 Ab	51 Ab	89 Aa

Médias seguidas de mesma letra minúscula (linha) e maiúscula (coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

tratadas com $N-NO_3^-$ quando comparado com $N-NH_4^+$. Já o magnésio também absorvido na forma de cátion, não apresentou diferença nos teores no fedegoso e cássia verrugosa, e no acúmulo no fedegoso, para estas duas formas de N.

O enxofre apresentou comportamento muito distinto tanto para o teor quanto para o acúmulo entre as espécies. No fedegoso o teor mais elevado foi encontrado no tratamento com $N-NH_4^+$, enquanto o maior acúmulo em plantas com $N-NO_3^-$, já menor teor e acúmulo foram observados em plantas sem N (Tabela 5). Na cássia verrugosa (Tabela 4) houve efeito diferenciado da pré-colonização das mudas sobre o teor e acúmulo, enquanto o efeito do N foi o mesmo observado no fedegoso, tanto no teor e acúmulo. No cinamomo (tabela 6) não houve diferenças do fornecimento do N no teor de plantas pré-colonizadas, já plantas sem pré-colonização apresentaram mesmo comportamento das duas espécies anteriores, sendo que o acúmulo não apresentou efeito da pré-colonização. O teor de S no jacarandá (Tabela 7) não foi influenciado por nenhum dos fatores, enquanto o acúmulo foi menor em planta sem N com a pré-colonização tendo efeito negativo no tratamento com NH_4NO_3 .

Maiores teores e acúmulos de micronutrientes, de maneira geral, foram observados em plantas tratadas com NH_4NO_3 . No fedegoso houve efeito da pré-colonização das mudas no teor de manganês e ferro, na cássia verrugosa de zinco, manganês e ferro, no cinamomo de ferro e no jacarandá de zinco e cobre.

Maior absorção de cátions (Ca, Mg e K) encontradas em plantas adubadas com $N-NO_3^-$ em relação àquelas adubadas com $N-NH_4^+$ tendo sido relacionado com o aumento da competição entre cátions (Hageman, 1984). Vários estudos já demonstraram aumento no acúmulo de ânions e diminuição no acúmulo de cátions em plantas tratadas com $N-NH_4^+$ (Hageman, 1984). As quatro espécies estudadas acumularam mais K e Ca nos tratamentos com $N-NO_3^-$, mas o acúmulo de ânions (P e S) não foi maior em plantas com $N-NH_4^+$ em contraste

à maioria dos resultados encontrados na literatura (Hageman, 1984).

4.2 Influência do fósforo e da micorrização na resposta ao N-mineral

4.2.1 Crescimento das plantas e colonização micorrízica

Os resultados para os parâmetros de crescimento encontram-se na Tabelas 8 e 7A e Figuras 5 a 7. Os dados de matéria seca da parte aérea, mostram um comportamento semelhante para a acácia, cássia verrugosa e angico vermelho (Figura 5). Nas três espécies a aplicação de N-mineral não aumentou o peso da parte aérea nas plantas-M, enquanto que as plantas-P apresentaram menor peso no tratamento sem 'N. O fedegoso apresentou um comportamento diferenciado das demais espécies, com resposta negativa para a aplicação de N (Figura 5).

Os dados de peso da matéria seca das raízes mostraram comportamento diferenciado entre as quatro espécies (Figura 6). Na acácia, houve interação entre os dois fatores estudados, sendo que nas plantas-M a aplicação de N diminui o peso de raízes, já nas plantas-P houve aumento com a aplicação. No fedegoso o N diminui o peso de raízes tanto nas planta-M quanto nas plantas-P, fato também observado na parte aérea. Na cássia verrugosa não houve efeito do N, mas nas plantas-M o peso foi significativamente maior que nas plantas-P. A adubação com N e inoculação com Ge aumentou o peso das raízes no angico vermelho.

Os dados da relação raiz/parte aérea (Tabela 8) mostram diferenças significativas entre as plantas-M e as plantas-P da cássia verrugosa, fedegoso e angico vermelho (Tabela 8). Nestas três espécies, as plantas-M apresentaram maior relação que as plantas-P, fato também observado por Renó (1994) para cássia verrugosa inoculada com FMAs e menor relação com aumento das doses de P aplicado para *Caesalpinia ferrea*. Esse comportamento da relação raiz/parte aérea em relação ao aumento

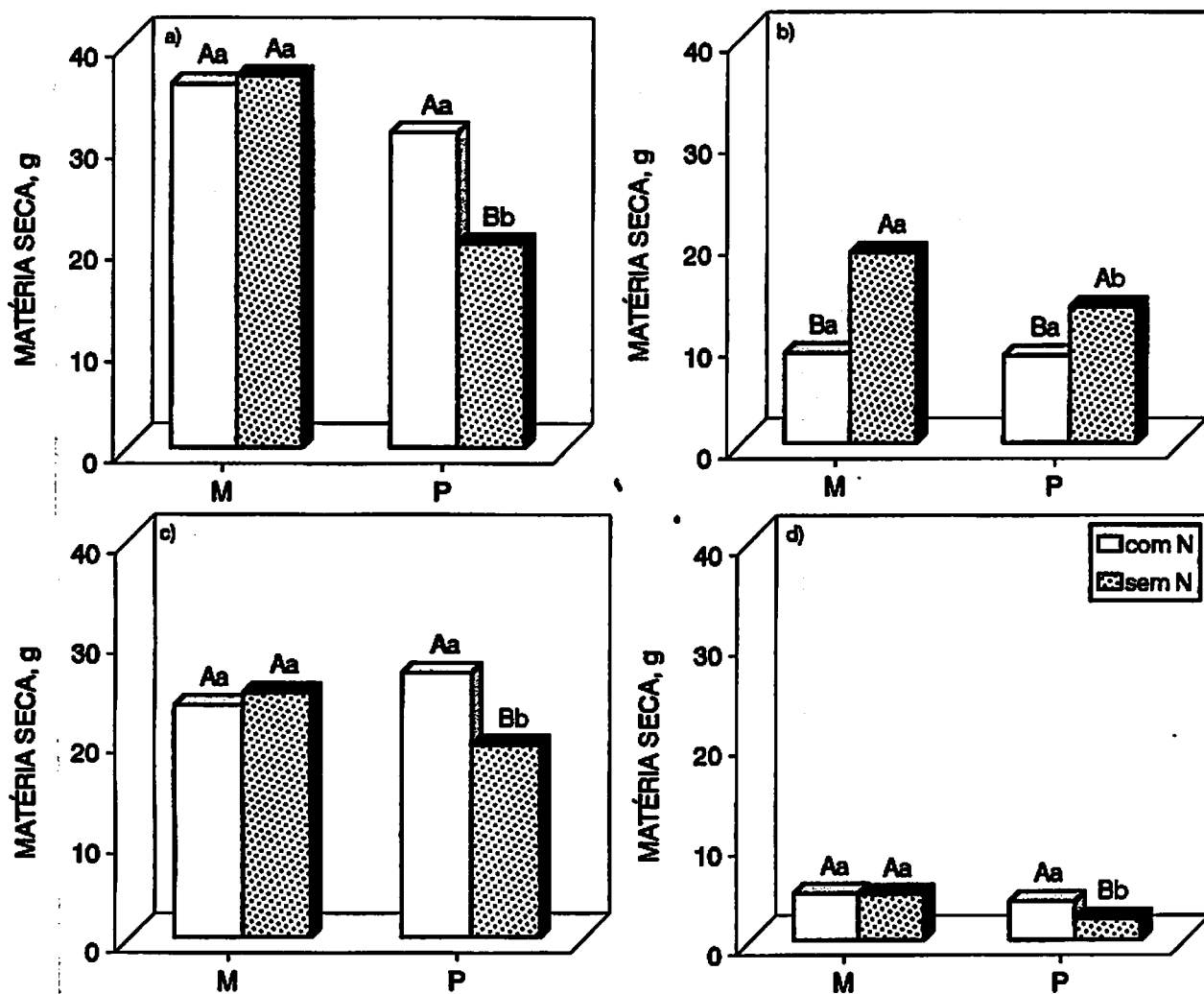


Figura 5: Peso de matéria seca da parte aérea da acácia (a), fedegoso (b), cássia verrugosa (c) e angico vermelho (d), adubadas ou não com N-mineral, inoculadas com *Glomus etunicatum* (M) ou adubadas com fósforo (P). Letras maiúsculas comparam o efeito do N-mineral e minúsculas a resposta à inoculação pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

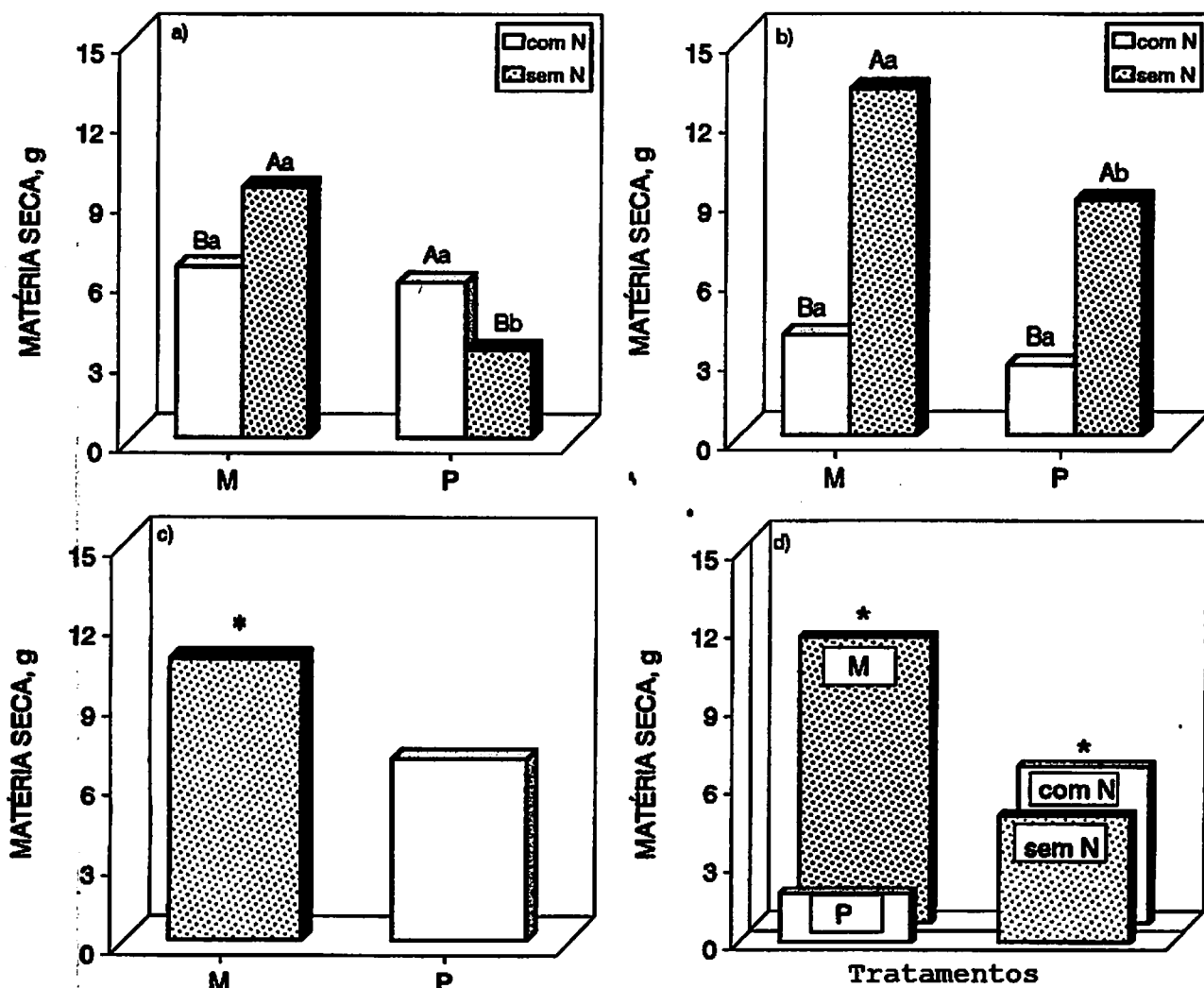


Figura 6: Peso da matéria seca da raiz da acácia (a), fedegoso (b), cássia verrugosa (c) e angico vermelho (d) adubadas ou não com N-mineral e inoculadas com *Glomus etunicatum* (M) ou adubadas com fósforo (P). Letras maiúsculas comparam o efeito do N-mineral e minúsculas a resposta à inoculação pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.* difere pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 8: Efeitos da aplicação de N- mineral (+ N) no crescimento de mudas de espécies arbóreas inoculadas com *Glomus etunicatum* ou adubadas com fósforo (P).

Parâmetro	Fornecimento de N	Tratamentos		Média	C.V. (%)
		M	P		
.....Acácia.....					
Altura, cm	+ N	75,4	63,8	69,6	18,33
	- N	72,8	54,0	63,4	
	Média	74,1a	58,9b		
Peso total da planta, g	+ N	42,27aA	36,92aA	39,60	17,84
	- N	46,07aA	23,38bB	34,72	
	Média	44,17	30,15		
Raiz/p.aérea	+ N	0,18aB	0,18aA	0,21	17,62
	- N	0,26aA	0,16bA	0,18	
	Média	0,22	0,17		
.....Fedegoso.....					
Altura, cm	+ N	36,68	41,40	39,04	19,67
	- N	42,5	44,6	43,55	
	Média	39,59	43,0		
Peso total da planta, g	+ N	12,62aA	11,25aA	11,94	17,58
	- N	31,76aB	22,21bB	26,98	
	Média	22,19	16,73		
Raiz/p.aérea	+ N	0,47	0,30	0,38B	19,49
	- N	0,70	0,66	0,68A	
	Média	0,58a	0,48b		
.....Cássia verrugosa.....					
Altura, cm	+ N	105,5	111,0	108,25A	13,80
	- N	90,4	94,0	92,20B	
	Média	97,95	102,5		
Peso total da planta, g	+ N	34,09aA	34,17aA	34,13	12,97
	- N	34,99aA	25,32bB	30,16	
	Média	34,54	29,74		
Raiz/p.aérea	+ N	0,47	0,28	0,38	26,93
	- N	0,43	0,33	0,38	
	Média	0,45a	0,31b		
.....Angico vermelho.....					
Altura, cm	+ N	57,50	60,00	58,75A	6,92
	- N	59,00	44,50	51,75B	
	Média	58,25a	52,25b		
Peso total da planta, g	+ N	14,39	6,16	10,27A	14,42
	- N	12,72	3,58	8,15B	
	Média	13,56a	4,87b		
Raiz/p.aérea	+ N	2,35	0,59	1,47	31,10
	- N	1,82	0,81	1,32	
	Média	2,08a	0,70b		

Médias seguidas de mesma letra minúscula (coluna) e maiúscula (linha) não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade

da adubação fosfatada também foi observado por Koide (1991) e Schubert e Hayman (1986). No fedegoso, quando se comparam plantas que receberam N-mineral com aquelas que não receberam a relação foi menor nas primeiras, resultado de um efeito negativo do N mais pronunciado na raiz que na parte aérea. Na acácia, as plantas-M adubadas com N tiveram menor relação que plantas não adubadas, resultante do menor peso das raízes nestas plantas. As plantas-P não apresentaram diferenças para a aplicação de N, mas foram menores que plantas-M quando o N foi fornecido (Tabela 8).

A altura das plantas-M foi maior do que as plantas-P no angico vermelho e acácia, enquanto a aplicação de N aumentou a altura na cássia verrugosa e angico vermelho (Tabela 8). O fedegoso não apresentou diferença na altura entre os tratamentos. O diâmetro do caule também foi maior nas plantas-M que nas plantas-P de acácia, cássia verrugosa e fedegoso (Figura 7). No fedegoso houve efeito negativo da aplicação de N sobre este parâmetro. O angico vermelho apresentou maior diâmetro nas plantas-M e o N teve efeito positivo sobre este parâmetro.

Os dados de colonização micorrízica mostram que nas quatro espécies estudadas as plantas não inoculadas não apresentaram colonização (Figura 8), comprovando a eficiência da fumigação em eliminar os propágulos dos EMAs indígenas. As espécies não diferiram quanto à colonização e a adubação nitrogenada não teve efeito sobre a colonização. Não foi encontrada nodulação na acácia nos tratamentos com adição de N (Figura 9), confirmando a inibição da formação dos nódulos na presença deste nutriente (Goy et al., 1992). Não houve efeito sinérgico da inoculação com Ge sobre a nodulação possivelmente por que as plantas não inoculadas receberam doses elevadas de P, que foi suficiente para uma boa nodulação. O angico vermelho, também foi inoculado com rizóbio, mas não nodulou em nenhum dos tratamentos. Essa dificuldade de nodulação do angico vermelho em vasos foi também observada por A. Franco (informação pessoal).

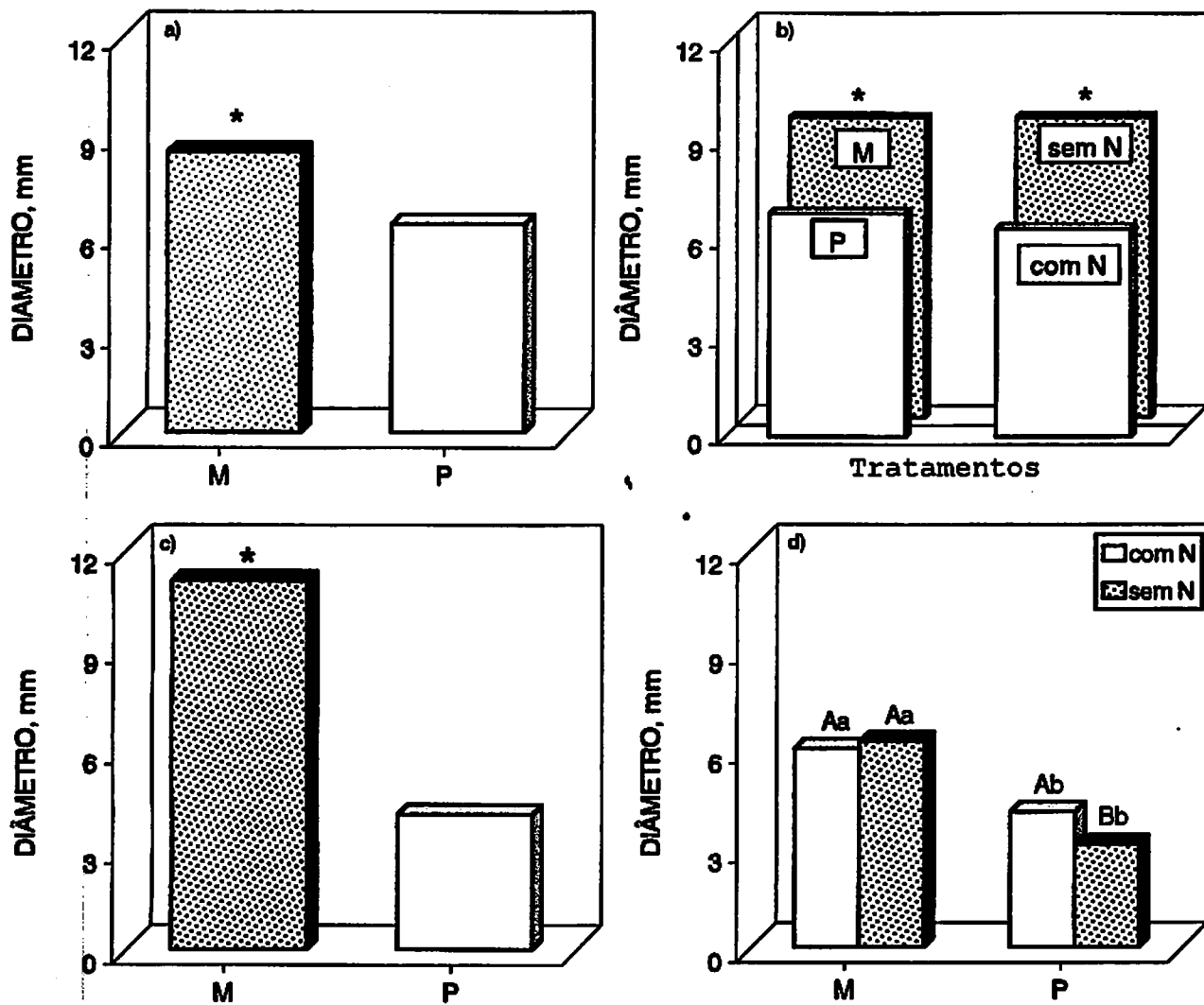


Figura 7: Diâmetro do caule da acácia (a), fedegoso (b), cássia verrugosa (c) e angico vermelho (d) adubadas ou não com N-mineral e inoculadas com *Glomus etunicatum* (M) ou adubadas com fósforo (P). Letras maiúsculas comparam o efeito do N-mineral e minúsculas a resposta à inoculação pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade. * difere pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

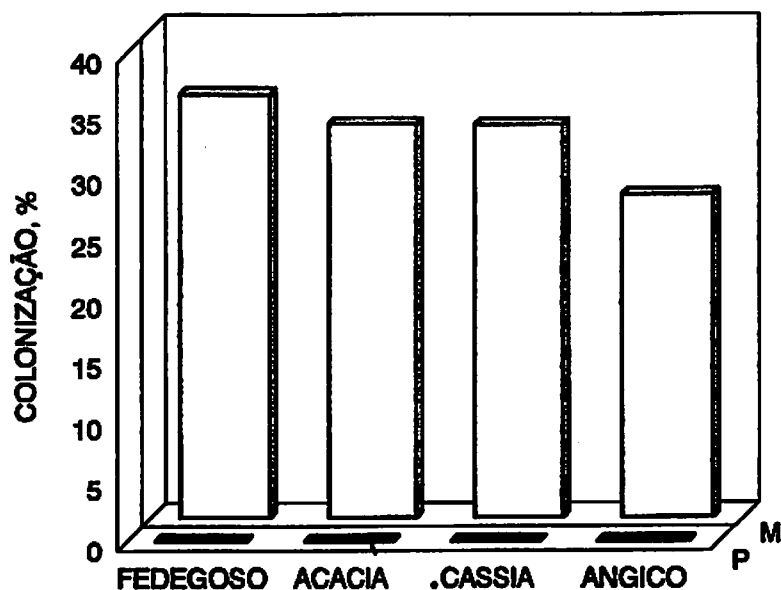


Figura 8: Colonização micorrízica em quatro espécies arbóreas não inoculadas (P) e inoculadas com *Glomus etunicatum* (M).

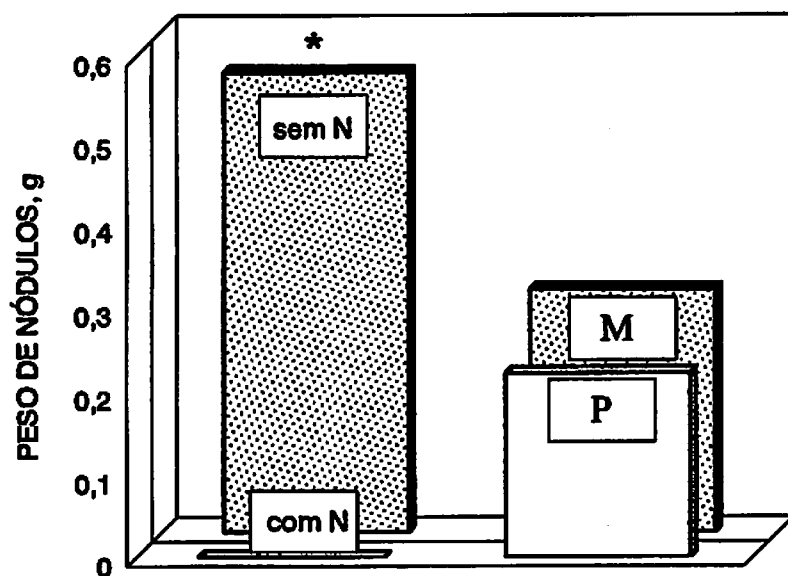


Figura 9: Peso de nódulos da acácia adubada ou não com N-mineral e inoculada ou não com *Glomus etunicatum* (M) ou adubada com fósforo (P). * difere pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

4.2.2 Atividades enzimáticas

Os efeitos no teor de proteína solúvel e a atividade enzimática nas folhas das quatro espécies estudadas encontram-se na Tabela 9.0 teor de proteína solúvel nas folhas de acácia foi influenciado pelos tratamentos, com interação entre os fatores. Nas outras espécies, não houve diferença entre os tratamentos. O fedegoso apresentou valores de proteína solúvel superiores aos das demais espécies.

A atividade da PEPC foi baixa e não sofreu alteração em função dos tratamentos, apesar do fedegoso ter mostrado taxas um pouco mais elevadas. A atividade da GS não foi detectada na cássia verrugosa, sendo necessário ajuste da metodologia para esta espécie. Na acácia e angico 'vermelho os valores encontrados foram baixos e no fedegoso as plantas adubadas com N mostraram maior atividade para esta enzima. Isto concorda com resultados de outros trabalhos (Vézima e Langlois, 1989; Hoeszle et al., 1992) que mostram aumentos na atividade da GS, quando N é fornecido. O efeito dos tratamentos sobre a atividade da GOGAT só foi encontrado na cássia verrugosa, sendo que o tratamento com N apresentou maior atividade.

Na acácia, cássia verrugosa e angico vermelho os valores de atividade enzimática foram baixos dificultando a detecção de diferenças entre tratamentos e, conseqüentemente, conclusões sobre o aumento das atividades em plantas micorrizadas. Para essas espécies florestais não existem dados na literatura sobre atividade enzimática. Futuros estudos devem ser realizados no sentido de maximizar as condições de ensaios para a determinação da atividade dessas enzimas. Apesar de não haver dados na literatura sobre as atividades destas enzimas nestas espécies, os valores encontrados no fedegoso foram altos quando se compara com plantas cultivadas como milho e soja.

Tabela 9: Efeitos da aplicação de N mineral (+N) na atividade enzimática e teor de proteína solúvel nas folhas das quatro espécies estudadas inoculadas com *G. etunicatum* (M) ou adubadas com fósforo (P).

Variáveis	Fornecimento		Tratamentos		Média	
	de N	M	P			
.....Acácia.....						
Proteína solúvel (mg/g PF)	+ N	11,53	Aa	7,49	Ba	9,51
	- N	10,64	Aa	16,33	Aa	13,48
	Média	11,08		11,91		
PEP (nmol CO ₂ /g PF/ min)	+ N	0,09		0,30		0,20
	- N	0,17		0,23		0,19
	Média	0,13		0,26		
GS (umol GHA/g PF/ min)	+ N	0,006		0,016		0,011
	- N	0,011		0,014		0,013
	Média	0,009		0,015		
GOGAT (umol GLU/g PF/ min)	+ N	0,087		0,061		0,074
	- N	0,093		0,066		0,079
	Média	0,090		0,064		
.....Fedegoso.....						
Proteína solúvel (mg/g PF)	+ N	43,79		56,13		49,77
	- N	47,74		70,78		58,71
	Média	45,74		63,25		
PEP (nmol CO ₂ /g PF/ min)	+ N	5,80		3,98		4,85
	- N	3,81		5,74		4,73
	Média	4,76		4,82		
GS (umol GHA/g PF/ min)	+ N	0,742		1,085		0,910 A
	- N	0,576		0,870		0,719 B
	Média	0,658 b		0,975 a		
GOGAT (umol GLU/g PF/ min)	+ N	0,546		0,908		0,772
	- N	1,227		1,061		1,144
	Média	0,871		0,984		
.....Cássia verrugosa.....						
Proteína solúvel (mg/g PF)	+ N	21,33		16,63		18,98
	- N	22,30		23,32		22,81
	Média	21,82		19,98		
PEP (nmol CO ₂ /g PF/ min)	+ N	0,11		0,16		0,14
	- N	0,14		0,20		0,17
	Média	0,12		0,18		
GS (umol GHA/g PF/ min)	+ N	0		0		
	- N	0		0		
	Média					
GOGAT (umol GLU/g PF/ min)	+ N	0,075		0,096		0,085 A
	- N	0,006		0,057		0,031 B
	Média	0,040 b		0,076 a		
.....Angico vermelho.....						
Proteína solúvel (mg/g PF)	+ N	19,26		14,97		17,12
	- N	15,64		19,56		17,60
	Média	17,45		17,27		
PEP (nmol CO ₂ /g PF/ min)	+ N	0,24		0,11		0,18
	- N	0,16		0,23		0,19
	Média	0,20		0,17		
GS (umol GHA/g PF/ min)	+ N	0,034		0,024		0,030
	- N	0,028		0,015		0,022
	Média	0,031		0,020		
GOGAT (umol GLU/g PF/ min)	+ N	0,102		0,168		0,135
	- N	0,059		0,093		0,076
	Média	0,080		0,130		

Médias seguidas de letras minúscula (linha) e maiúscula (coluna) distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade

4.2.3 Teor e acúmulo de nutrientes

Os resultados referentes aos teores de nutrientes na parte aérea das espécies estudadas são apresentados nas Tabelas 10 e 8A e 9A. A adição de N resultou em maiores teores deste nutriente para as plantas-M e plantas-P das espécies estudadas, com exceção do angico vermelho. A acácia e angico vermelho apresentaram maiores teores nas plantas-P em relação às plantas-M, possivelmente resultante de um efeito de concentração (Jarrel e Beverly, 1981). O fedegoso e cássia verrugosa apresentaram o mesmo comportamento, com menores teores nas plantas-M sem adição de N.

Plantas-P apresentaram teores muito mais elevados de fósforo em relação às plantas-M, em todas as espécies, independente da presença ou não de adubação nitrogenada. De modo geral, plantas adubadas com N apresentaram os maiores teores dos diversos nutrientes em relação àquelas não adubadas. Plantas-P de acácia apresentaram maiores teores de P, Mg, Zn e Mn na presença ou não de adubação nitrogenada, assim como os maiores teores de S, Fe e Cu na ausência de adubação. Um maior teor de Fe na presença de adubação foi observado nas plantas-M (Tabela 10). Na presença de N plantas-M de fedegoso apresentaram teores significativamente superiores de N, Ca, K, S, Zn, Fe e Cu, enquanto para as plantas-P os maiores teores foram observados para N, P, K e Zn. A ausência da adubação nitrogenada resultou em maiores teores de Ca, S, Fe e Cu nas plantas-P (Tabela 10). Plantas-M de cássia verrugosa apresentaram os maiores teores de K, Zn, Fe e Cu, enquanto P, Ca e S foram maiores nas plantas-P (Tabela 10). Para o angico vermelho os maiores teores de N, P, Mg, S e Fe foram observados nas plantas-P. Plantas-M desta espécie apresentaram os maiores teores de K e Ca na ausência de N, de Zn e Cu independente da aplicação de N (Tabela 10).

Os resultados referentes ao acúmulo de nutrientes das espécies estudadas são apresentados nas Tabelas 11, 10A e 11A.

Tabela 10: Efeito da aplicação de N-mineral nos teores de nutrientes na parte aérea das espécies estudadas inoculadas com *Glomus etunicatum* (M) ou adubadas com fósforo (P).

Nutriente	N	Acácia			Fedegoso			Cássia verrugosa			Angico vermelho		
		M	P	Média	M	P	Média	M	P	Média	M	P	Média
N, %	Com	2,34	2,56	2,45 A	4,70 Aa	4,23 Ab	4,46	2,58 Aa	2,74 Aa	2,66	2,18	2,96	2,57
	Sem	1,42	2,01	1,72 B	1,82 Bb	2,70 Ba	2,26	1,19 Bb	1,91 Ba	1,55	2,00	2,82	2,41
	Média	1,88 b	2,28 a		3,26	3,46		1,88	2,32		2,09 b	2,89 a	
P, %	Com	0,04 Ab	0,09 Ba	0,06	0,06 Ab	0,52 Aa	0,29	0,04 Bb	0,20 Aa	0,12	0,05 Ab	0,13 Ba	0,09
	Sem	0,04 Ab	0,13 Aa	0,09	0,05 Ab	0,30 Ba	0,18	0,08 Ab	0,14 Ba	0,11	0,05 Ab	0,15 Aa	0,10
	Média	0,04	0,11		0,05	0,41		0,06	0,17		0,05	0,14	
K, %	Com	0,42	0,37	0,39	1,26 Ab	1,90 Aa	1,58	0,91	0,45	0,68	0,69 Bb	1,46 Aa	1,08
	Sem	0,37	0,39	0,38	0,94 Ba	1,23 Ba	1,08	0,90	0,40	0,65	1,75 Aa	1,49 Ab	1,62
	Média	0,39	0,38		1,10	1,57		0,90 a	0,42 b		1,22	1,47	
Ca, %	Com	2,39	2,49	2,44	1,86 Aa	1,95 Ba	1,91	1,39	2,40	1,89	1,20 Bb	1,64 Aa	1,42
	Sem	2,19	2,73	2,46	1,51 Bb	2,30 Aa	1,91	1,75	2,31	2,03	1,70 Aa	1,51 Ab	1,60
	Média	2,29	2,61		1,69	2,13		1,57 b	2,35 a		1,45	1,57	
Mg, %	Com	0,15	0,16	0,16	0,19	0,19	0,19 A	0,17	0,18	0,18	1,16 Ab	0,26 Aa	0,21
	Sem	0,14	0,18	0,16	0,16	0,17	0,16 B	0,19	0,18	0,18	0,12 Bb	0,28 Aa	0,20
	Média	0,15 b	0,17 a		0,18	0,18		0,18	0,18		0,14	0,27	
S, %	Com	0,23 Aa	0,20 Ba	0,22	0,22 Aa	0,21 Ba	0,21	0,19	0,24	0,22	0,11	0,19	0,15
	Sem	0,15 Bb	0,28 Aa	0,21	0,15 Bb	0,29 Aa	0,22	0,16	0,25	0,21	0,10	0,20	0,15
	Média	0,19	0,24		0,18	0,25		0,18 b	0,24 a		0,10 b	0,20 a	
Zn, ug/g	Com	21 Ab	33 Aa	27	29 Ab	36 Aa	32	34	27	30 A	27	21	24 A
	Sem	14 Ab	23 Ba	18	15 Bb	19 Ba	17	17	15	16 B	16	14	15 B
	Média	17	28		22	28		26 a	21 b		22 a	17 b	
Mn, ug/g	Com	119 Ab	164 Aa	141	90	103	96 A	69	80	74 A	67 Bb	126 Aa	96
	Sem	81 Bb	197 Aa	139	81	78	80 B	43	48	46 B	89 Aa	98 Ba	94
	Média	100	180		86	90		56	64		78	112	
Fe, ug/g	Com	110 Aa	74 Ab	92	134 Aa	119 Ba	126	841 Aa	86 Ab	464	106	203	155
	Sem	53 Bb	91 Aa	72	91 Bb	149 Aa	120	469 Ba	69 Ab	269	142	183	163
	Média	82	83		112,56	134,16		655	78		124,b	193 a	
Cu, ug/g	Com	5 Aa	6 Aa	6	5 Aa	2 Bb	3	7 Aa	3 Ab	5	5 Ba	4 Ab	4
	Sem	4 Bb	6 Aa	5	4 Ba	3 Ab	3	5 Ba	3 Ab	4	8 Aa	2 Bb	5
	Média	4	6		4	2		6	3		7	3	

Médias seguidas de mesma letra minúscula (linha) e maiúscula (coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Com exceção do fedegoso que teve o crescimento reduzido na presença de adubação com N, de modo geral, a adição de N promoveu maior acúmulo de nutrientes pelas espécies. Na acácia a presença de adubação com N resultou em maior acúmulo de N, K, Zn e Mn, assim como S e Fe nas plantas-M. Independente da adubação nitrogenada plantas-M apresentaram os maiores acúmulos de K e Mg, e plantas-P de P e Mn. Para o fedegoso a ausência de adubação nitrogenada promoveu um maior acúmulo de Ca, Mg, K, Mn e Cu nas plantas-M e plantas-P (Tabela 11).

A adubação nitrogenada resultou em acúmulo significativamente superior de N, P e Zn nas plantas-M e plantas-P, Ca e Mn nas plantas-P e Fe nas plantas-M de cássia verrugosa. Independente da adição de N, as plantas-M acumularam significativamente mais K e Cu e menos N, P e S que as plantas-P. Maior acúmulo de Mg e Zn foi observado no angico vermelho adubado com N em plantas-M e plantas-P e, N, K, Ca, S, Mn. Fe e Cu em plantas-P. Na ausência de adubação com N foi observado maior acúmulo de K, Ca e Cu. Plantas-M apresentaram maior acúmulo de Zn e menor de P em relação às plantas-P com e sem adubação com N (Tabela 11).

Com base nos parâmetros vegetativos, teor e acúmulo de nutrientes, observa-se que, com exceção do fedegoso, as plantas-P apesar de apresentarem maior teor de P, apresentaram baixa capacidade de aproveitamento do N do solo, já que responderam à adubação nitrogenada. Por outro lado, plantas-M que apresentaram menor teor de P, aproveitaram melhor o N do solo, possivelmente proveniente da mineralização da matéria orgânica que apresentou taxa de 1,23 µg de N/g de solo/dia, pois não responderam a adição de N. Estes resultados indicam que o efeito dos FMAs no melhor aproveitamento de N do solo não é nutricional (via maior nutrição com P). Um possível efeito desses fungos seriam um melhor aproveitamento de N do solo pelas hifas fúngicas, conforme já demonstrado em diversos estudos (Ames, Reid e Porter, 1983;

Tabela 11: Efeito da aplicação de N-mineral no acúmulo de nutrientes na parte aérea das espécies estudadas inoculadas com *Glomus etunicatum* (M) ou adubadas com fósforo (P).

Nutriente	N	Acácia			Fedegoso			Cássia verrugosa			Angico vermelho		
		M	P	Média	M	P	Média	M	P	Média	M	P	Média
N, mg/planta	Com	823	787	805 A	482	368	425	545	725	635 A	98 Aa	114 Aa	106
	Sem	525	409	467 B	340	382	361	291	364	327 B	89 Aa	60 Bb	74
	Média	674	598		411	375		418 b	544 a		93	87	
P, mg/planta	Com	15	24	20	6	35	20	9	54	32 A	2	4	3
	Sem	14	29	22	10	42	26	19	28	24 B	2	3	2
	Média	14 b	27 a		8 b	38 a		14 b	41 a		2 b	4 a	
K, mg/planta	Com	146	114	130 A	130	162	146 B	196	121	158	31 Bb	56 Aa	44
	Sem	136	78	107 B	176	209	192 A	194	77	136	79 Aa	31 Bb	55
	Média	141 a	96 b		153	186		195 a	98,90 b		55	43	
Ca, mg/planta	Com	862	781	822	199	167	183 B	296 Ab	647 Aa	472	55 Ba	63 Aa	59
	Sem	824	544	684	284	309	296 A	428 Aa	450 Ba	439	76 Aa	31 Bb	54
	Média	843	662		242	238		362	549		66	47	
Mg, mg/planta	Com	54	49	52	19	16	18 B	37	47	42	7	10	9 A
	Sem	53	36	45	31	23	27 A	46	36	41	5	6	6 B
	Média	54 a	43 b		25 a	20 b		42	42		6	8	
S, mg/planta	Com	82 Aa	61 Aa	71	24 Aa	18 Ba	21	40	64	52	5 Ab	7 Aa	6
	Sem	55 Ba	56 Aa	56	28 Ab	39 Aa	33	40	49	44	4 Aa	4 Ba	4
	Média	68	59		25,72	28,35		40 b	56 a		5	6	
Zn, ug/planta	Com	730	985	857 A	305	317	311	726	713	720 A	120	80	100 A
	Sem	505	466	485 B	276	259	267	425	289	357 B	73	28	51 B
	Média	617	726		290	288		576	501		96 a	54 b	
Mn, ug/planta	Com	4111	5154	4632 A	972	900	936 B	1446 Ab	2129 Aa	1787	305 Ab	486 Aa	396
	Sem	2954	4012	3483 B	1519	1051	1285 A	1063Aa	916 Ba	990	391 Aa	200 Bb	295
	Média	3532 b	4583 a		1245 a	976 b		1254	1523		348	343	
Fe, ug/planta	Com	4002 Aa	2266 Ab	3134	1435 Aa	1026 Bb	1231	17790 Aa	2585 Ab	10187	484 Ab	781Aa	633
	Sem	1935 Ba	1850 Aa	1893	1705 Aa	1992 Aa	1849	11486 Ba	1277Ab	6382	641 Aa	382 Bb	511
	Média	2969	2058		1570	1509		14638	1931		563	582	
Cu, ug/planta	Com	191	162	176	52	19	36 B	140	69	105	23 Ba	16 Aa	20
	Sem	153	126	140	71	35	53 A	122	56	90	35 Aa	6 Bb	20
	Média	172	144		62 a	27 b		131 a	63 b		29	10,95	

Médias seguidas de mesma letra minúscula (linha) e maiúscula (coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Johansen, Jakobsen e Jensen, 1993). Estes resultados evidenciam os FMAs como fator ecológico importante para a nutrição dessas espécies. Em solos degradados, com baixo teor de matéria orgânica, o sucesso do estabelecimento dessas espécies depende de uma introdução simultânea de FMAs, pois esses podem aumentar o aproveitamento de nutrientes do solo e conseqüentemente o estabelecimento da cobertura vegetal garantindo a formação da mata.

5 CONCLUSÕES

-O crescimento da cássia verrugosa, fedegoso, cinamomo e jacarandá foi favorecido pela adição de N-mineral em cultura de areia, sendo que a adição de $N-NO_3$ aumentou a produção de matéria seca destas espécies em 13, 12, 5, 4 vezes em relação às plantas sem N, respectivamente.

-Todas as espécies cresceram melhor com $N-NO_3^-$ do que com $N-NH_4^+$, entretanto a atividade da redutase do nitrato só foi detectada nas raízes do cinamomo e jacarandá.

-Plantas micorrizadas aproveitaram melhor o N do solo que aquelas bem supridas com P; e ao contrário destas últimas, não responderam à adição de N-mineral ao solo.

-Ficou evidenciada a importância da micorriza para a nutrição nitrogenada para o crescimento inicial destas espécies arbóreas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, I.J.; FAIRLEY, R.I. Effects of N fertilization on populations of fine roots and mycorrhizas in spruce humus. *Plant and Soil*, The Hague, v.71, n.1, p.49-53, Sep. 1983.
- AMES, R.N.; LYNN, K. PORTER; StJOHN, T.V.; PATRICK REID, C.P. Nitrogen sources and A values for vesicular-arbuscular and non-mycorrhizal sorghum grown at three rates of ¹⁵N-amonium sulphate. *The New Phytologist*, London, v.97, n.2, p.269-276, June 1984.
- AMES, R.N.; REID, C.P.; PORTER, L.K. Hyphal uptake and transport of nitrogen from two ¹⁵N-labelled sources by *Glomus mosseae*, a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus. *The New Phytologist*, London, v.95, n.3, p.381-396, Nov. 1983.
- AMIJEE, F.; TINKER, P.B.; STRIBLEY, D.P. The development of endomycorrhizal root systems. VII. A detailed study of effects of soils phosphorus colonization. *The New Phytologist*, London, v.11, n.3, p.435-446, Mar. 1989.
- ANDERSON, J.M.; INGRAN, J.S.I. *Tropical soil biology and fertility; a handbook of methods*. Wallingford, CBA International, 1989. 171p.
- BAATH, E.; SPOKES, J. The effect of nitrogen and phosphorus on mycorrhizal growth and infection in *Allium schoenoprasum*. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v.67, n.11, p.3227-3232, Nov., 1989.
- BAREA, J.M.; AZCON-AGUILAR, C. Mycorrhizas and their significance in nodulating nitrogen-fixing plants. *Advances in Agronomy*, New York, v.36, p.1-54, 1983.
- BEEVERS, L.; HAGEMAN, R.H. Nitrate reduction in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v.20, p.495-522, 1969.

- BLANCHAR, R.W.; REHM, G.; CALDWELL, A.C. Sulfur in plant material digestion with nitric and perchloric acid. **Soil Science Society American Proceedings**, Madison, v.29, n.1, p.71-72, Jan. 1965.
- BLEVINS, D.G. An overview of nitrogen metabolism in higher plants. In: POULTON, J.E.; ROMEO, J.T.; CONN, E.E. eds. **Plant Nitrogen Metabolism**. New York, Plenum Press: 1989. 474p.
- BOWEN, G.D.; NAMBIAR, E.K.S. Future directions in plantation nutrition research. In BOWER, G.D.; NAMBIAR, E.K.S. (eds.) **Nutrition of plantation forest**. London: Academic Press, 1989. p.489-504.
- BOWEN, G.D.; SMITH, S.E. The effects of mycorrhizas on nitrogen uptake by plants. In: CLARK, F.E.; ROSSWALL, T. (eds.) **Terrestrial nitrogen cycles: process, ecosystems, strategies and management impacts**. Stock-Holm: Swedish Natural Science Research Council, 1981. p.327-347. (Ecological bulletin, v.33)
- BREMNER, J.M.; EDWARDS, H.P. Determination and isotope ratio analyses of different form of nitrogen in soils. I. Aparatus and procedures for destilation and determination for amonium. **Soil Science Society American Proceedings**, Madison, v.29, n.5, p.504-507, Sept. 1965.
- BROWN, R.W.; SCHULTZ, R.C.; KORMANICK, P.P. Response of vesicular-arbuscular endomycorrhizal sweetgum seedlings to three nitrogen fertilizers. **Forest Science**, Washigton, v.27, n.2, p.413-420, 1981.
- BRUNDRETT, M.C.; ABBOTT, L.K. Roots of jarrah forest plants. I. Mycorrhizal associations of shrubs and herbaceous plants. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.68, n.3, p.551-578, Mar. 1992.
- CHAMBERS, C.A.; SMITH, S.E.; SMITH, F.A. Effects of amonium and nitrate ions on mycorrhizal infection, nodulation and growth of *Trifolium subterraneum*. **The New Phytologist**, London, v.85, n.1, p.47-62, 1980.
- CLIQUET, J.B.; STEWART, G.R. Ammonia assimilation in *Zea mays* L. infected with a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus fasciculatum*. **Plant Physiology**, Maryland, v.101, n.3, p.865-871, Mar. 1993.
- COSTA, E.M. Efeitos do alumínio, nitrato e amônio sobre a nutrição nitrogenada em *Eucaliptus grandis* Hill (Maiden). Viçosa, UFV, 50p. 1986.

- DIAS, L.E.; FARIA, S.M. Deficiências nutricionais em *Acacia mangium* Wild. REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20, Piracicaba, 1992. Anais... Piracicaba:SBCS, 1992. p.26-31.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de levantamento e Conservação dos Solos. Manual de Métodos de Análise dos Solos. Rio de Janeiro, 1979.
- FARIA, M.P. de. Resposta de leguminosas arbóreas ao fósforo e a fungo micorrízico em Latossolo Vermelho-Escuro da região Campos das Vertentes (MG). Lavras, ESAL, 1993. 100p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- FERNANDES, A.B.; SIQUEIRA, J.O.; MENEZES, M.A.L.; GUEDES, G.A.de A. Efeito diferenciado do fósforo sobre o estabelecimento e efetividade da simbiose endomicorrízica em milho e soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.12, n.2, p.101-108, maio 1987.
- GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques to measure vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *The New Phytologist*, London, v.84, n.3, p.489-500, 1980.
- GOI, S.R.; SPRENT, J.I.; JAMES, E.K.; JACOB NETO, J. Influence of nitrogen form and concentration on the nitrogen fixation of *Acacia auriculiformis*. *Symbiosis*, Philadelphia, v.14, p.115-122, Mar. 1992.
- GOYAL, S.S.; HUFFAKER, R.C. Nitrogen toxicity in plants. In: HAUCK, R.D., (ed). *Nitrogen in Crop Production*, Madison, 1984. 804p.
- GUAZZELLI, E.M.F.M. Efeito do nitrato e amônio no crescimento, assimilação e eficiência de utilização do nitrogênio por cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L.) na fase inicial de crescimento. Lavras, ESAL, 1986. 112p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- HAGEMAN, R.H. Ammonium versus nitrate nutrition of higher plants. In: HAUCK, R.D., (ed.) *Nitrogen in Crop Production*, Madison, 1984. 804p.
- HERRERA, M.A.; SALAMANCA, C.P.; BAREA, J.M. Inoculation of woody legumes with selected arbuscular mycorrhizal fungi and Rhizobia to recover desertified Mediterranean ecosystems. *Applied and Environmental Microbiology*, Washington, v.59, n.1, p.129-133, Jan. 1993.

- HO, I.; TRAPPE, J.M. Nitrate reducing capacity of two vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycologia*, Bronx, v.67, n.4, p.886-888, July/Aug. 1975.
- HOEZLE, I.; FINER, J.J.; McMULLEN, M.D.; STREETER, J.G. Induction of glutamine synthetase activity in nonnodulated roots of *Glycine max*, *Phaseolus vulgaris* and *Pisum sativum*. *Plant Physiology*, Maryland, v.100, n.2, p.525-528, 1992.
- HOWELER, R.H., STEVERDING, E.; SAIF, S. Practical aspects of mycorrhizal technology in some tropical crops and pastures. *Plant and Soil*, The Hague, v.100, n.3, p.249-283, 1987.
- JARREL, W.M.; BEVERLY, R.B. The dilution effect in plant nutrition studies. *Advances in Agronomy*, New York, v.34, p.197-224, 1981.
- JANOS, D.P. Tropical mycorrhizas, nutrient cycles and plant growth. In: SUTTON, S.L.; WHITMORE, T.C.; CHANDWICK, A.C. (eds.). *Tropical Rain Forest: Ecology and Management*. Britanic Ecological Society, Oxford: Blackwell Science Publications, 1983. p.327-345.
- JANOS, D.P. Vesicular-arbuscular mycorrhizae affect lowland tropical rain forest plant growth. *Ecology*, Ithaca, v.61, n.1, p.151-162, Feb. 1980.
- JOHANSEN, A.; JAKOBSEN, I.; JENSEN, E.S. Hyphal transport by a vesicular-arbuscular fungus of N applied to the soil as ammonium or nitrate. *Biology and Fertility of Soils*, Heidelberg, v.16, n.1, p.66-70, June 1993.
- JOHANSEN, A.; JAKOBSEN, I.; JENSEN, E.S. Hyphal N transport by a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus associated with cucumber grown at three nitrogen levels. *Plant and Soil*, The Hague, v.160, n.1, p.1-9, Mar. 1994.
- JOY, K.W. Ammonia, glutamine and asparagine: a carbon-nitrogen interface. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v.66, n.10, p. 2103-2109, Oct. 1988.
- KEENEY, D.R.; NELSON, D.W. Nitrogen organic forms. In: PAGE, A.L. (ed.) *Methods of soil analysis; chemical and microbiological properties*. 2.ed. Madison: American Society of Agronomy/Soil Science Society of America, 1982. c.33. p.643-698.
- KOIDE, R.T. Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection. *The New Phytologist*, London, v.113, n.3, p.365-386, Mar. 1991.

- LIAO, C.F.H. Devarda's alloy method for total nitrogen determination. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.45, n.5, p.852-855, Sept./Oct. 1981.
- LORENZI, H. *Árvores do Brasil: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352p.
- LOWRY, O.N.; NIRA, J.; ROSEMBROUGH, A.; EARL, A.L.; RANDALL, R.J. Protein measurement with the folin-phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, v. 193, p. 267-275, 1951.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 4 ed. San Diego, Academic Press, 1991. 674p.
- MEGURO, N.E.; MAGALHÃES, A.C. Water stress affecting nitrate reduction and leaf diffusive resistance in *Coffea arabica* L. cultivars. *The Journal Horticultural Science*, Ashford, v.58, n.2, p.147-152, Apr. 1983.
- MICHELSSEN, A.; ROSENDAHL, S. The effect of VA mycorrhizal fungi, phosphorus and drought stress on the growth of *Acacia nilotica* and *Leucaena leucocephala* seedlings. *Plant and Soil*, The Hague, v.124, n.1, p.7-13, May. 1990.
- MILLER, S.L.; ALLEN, E.B. Mycorrhizae, nutrient translocation, and interactions between plants. In: ALLEN, M.J., ed. *Mycorrhizal functioning: an integrative plant-fungal process*, New York, Chapman and Hall, 1992. 515p.
- MOHAN, S.; PRASAD, K.G.; GUPTA, G.N. Fertilizer response to selected social forestry species under varying soil texture. *The Indian Forester*, New Delhi, v.116, n.1, p. 49-57, Jan. 1990.
- NAMBIAR, E.K.S. Plantation forests: their scope and perspective on plantation nutrition. In: BOWER, G.D.; NAMBIAR, E.K.S. (ed.) *Nutrition of plantation forest*. London: Academic Press, 1989. p.1-15.
- OLIVER, A.J.; SMITH, S.E.; NICHOLAS, D.J.D.; WALLACE, W.; SMITH, F.A. Activity of nitrate reductase in *Trifolium subterraneum* L.: effect of mycorrhizal infection and phosphate nutrition. *The New Phytologist*, London, v.94, n. 1, p. 63-79, may 1983.
- PATE, J.S. Transport and partitioning of nitrogenous solutes. *Annual Review Plant Physiology*, Palo Alto, v.31, p.313-340, 1980.

- PEREIRA, E.G.; SIQUEIRA, J.O.; VALE, F.R.do; CURI, N. Resposta de leguminosas arbóreas nativas da região Campos das Vertentes (MG) ao nitrogênio mineral e fungo endomicorrízico. SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 3, Londrina. Anais... Londrina, Julho, 1994. (no prelo).
- QUAGGIO, J.A. Critérios de calagem em solos do Estado de São Paulo. Piracicaba: ESALQ/USP, 1983. 78p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- RENÓ, N.B. Requerimentos nutricionais e resposta ao fósforo e fungo micorrízico de espécies arbóreas nativas do sudeste brasileiro. Lavras, ESAL, 1994. 62p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- SANCHEZ, P.A.; SALINAS, J.G. Low input technology for managing oxisol and ultisols in tropical America. *Advances in Agronomy*, New York, v.34, p.279-406, 1981.
- SARRIÉS, G.A.; OLIVEIRA, J.C.V.; ALVÊS, M.C. SANEST, Piracicaba: CIAGRI, 1992. 80p. (Série didática CIAGRI, 6).
- SCHUBERT, A.; HAYMAN, D.S. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. XVI. Effectiveness of different endophytes at different levels of soil phosphate. *New Phytologist*, London, v.103, n.1, p.79-90, May 1986.
- SILVA, C.A. Efeitos da correção da acidez e de fontes de nitrogênio na nitrificação do solo e no crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L.). Lavras: ESAL, 1994. 104p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- SIMÃO, J.W.; COUTO, H.T.Z. do. Efeitos da omissão de nutrientes na alimentação mineral do pinheiro do Paraná *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze cultivado em vaso. IPEF, Piracicaba, v.4, n.7, p.3-40, 1973.
- SIQUEIRA, J.O.; COLOZZI FILHO, A. Micorrizas vesículo-arbusculares em mudas de cafeeiro. II. Efeito do fósforo no estabelecimento e funcionamento. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.10, n.3, p.207-211, set. 1986.
- SIQUEIRA, J.O.; SAGGIN JUNIOR, O.J. Importance of mycorrhizal in low-fertility soils. In: CIMMYT, J.A., (ed.) *Stress physiology*, Deutsch, 1993. (in press)

- SMIRNOFF, N.; STEWART, G.R. Nitrate assimilation and translocation by higher plants: comparative physiology and ecological consequences. *Physiology Plantarum*, Copenhagen, v.64, n.2, p.133-140, June 1985.
- SMITH, S.E.; StJOHN, B.J.; SMITH, F.A.; NICHOLAS, D.J.P. Activity of glutamine synthetase and glutamate dehydrogenase in *Trifolium subterraneum* L. and *Allium cepa* L.: effects of mycorrhizal and phosphate nutrition. *The New Phytologist*, London, v.99, n. 2, p.211-227, Feb. 1985.
- STAHL, P.D.; WILLIAMS, S.E.; CHRISTENSEN, M. Efficacy of native vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi after severe soil disturbance. *The New Phytologist*, v.110, n.3 , p.347-354, Nov. 1988.
- STEWART, G.R.; HEGART, E.E.; SPECHT, R.L. Inorganic nitrogen metabolism in plants of Australian rainforest communities. *Physiology Plantarum*, Copenhagen, v.74, n.1, p.26-33, Sept. 1988.
- STEWART, G.R.; PATE, J.S.; UNKOVICH, M. Characteristics of inorganic nitrogen assimilation of plants in fire-prone Mediterranean-type vegetation. *Plant, Cell and Environment*, Oxford, v.16, n.4, p.351-363, May 1993.
- TOBAR, R.; AZCÓN, R.; BAREA, J.M. Improved nitrogen uptake and transport from ¹⁵N-labelled nitrate by external hyphae of arbuscular mycorrhiza under water stressed condition. *The New Phytologist*, London, v.126, n.1, p.119-122, Jan. 1994.
- VAAST, Ph.; ZASOSKY, R.J. Effects of VA-mycorrhizae and nitrogen sources on rhizosphere soil characteristics, growth and nutrient acquisition of coffee seedlings (*Coffea arabica* L.). *Plant and Soil*, The Hague, v.147, n.1, p.31-39, Nov. 1992.
- VETTORI, L. *Métodos de análises do solo*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Boletim Técnico 7).
- VÉZIMA, L.P.; LANGLOIS, J.R. Tissue and cellular distribution of glutamine synthetase in roots of pea (*Pisum sativum*) seedlings. *Plant Physiology*, Maryland, v.90, n.4, p.1129-1133, 1989.
- WARING, R.H.; SCHELESINGER, W.H. *Forest ecosystems: concepts and management*. San Diego: Academic Press, 1985. 340p.

ZAROSKY, R.J.; BURAU, R.G. A rapid nitric perchloric acid digestion method for multi-element tissue analysis. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.8, n.5, p.425-436, 1977.

YEMM, E.W.; COCKING, E.C. The determination of amino acid with ninhydrin. **Analyst**, London, v. 80, p. 209-213, 1955.

7-ANEXO

Tabela 1A: Solução tampão utilizada para a maceração de folhas das espécies estudadas para a obtenção dos extratos para determinação da atividade enzimática.

Estoque	Volume	Concentração final
0,1 tampão fosfato pH 7,5	4820 ul	0,1M
0,5M MgCl ₂ .6H ₂ O	100 ul	10mM
0,1M EDTA	50 ul	1mM
2,0M DTA	10 ul	2mM
0,4M PMSF	10 ul	0,8mM
PVPP	100 mg	10%

TABELA 2A: Resumo das análises de variância (quadrados médios e nível de significância) dos parâmetros de crescimento e colonização das quatro espécies estudadas em função do fornecimento de N-mineral e pré-colonização.

Causa de variação	Altura	Diâmetro	MS parte aérea	MS raiz	MS total	Relação R/PA	Colonização
Cássia verrugosa							
N	2460,7500**	23,9095**	101,7822**	77,1784**	325,6510**	0,6619*	52,8297**
Col.	760,5000**	0,2628	3,6927	5,3219	40,7705	0,0536	0,1333
N*col.	46,9167	0,3412	0,6451	6,0307*	10,0946	0,2108	5,1319
Resíduo	64,6667	0,1815	1,2816	1,6424	7,0486	0,2180	4,1789
C.V. (%)	18,22	10,48	29,56	31,14	31,87	35,58	46,83
m	44,12	4,06	3,83	4,12	8,33	1,31	4,36
Fedegoso							
N	680,0312**	13,0861**	112,6727**	60,3925**	321,6821**	0,3547*	47,8866**
Col.	331,5312	1,6653	11,4003**	7,2390**	37,0014**	0,1444	3,8650
N*col.	261,6146	0,1412	2,7548	2,7954**	10,6668**	0,1127	30,3115
Resíduo	117,7812	0,2972	1,0921	0,6022	1,9601	0,0872	2,4241
C.V. (%)	30,71	12,26	21,77	19,26	15,86	30,98	26,15
m	35,14	4,45	4,80	4,03	8,83	0,95	5,95
Cinamomo							
N	25,6146	13,5075**	40,8454**	210,8951**	434,9264**	1,3017**	2,8805**
Col.	30,0312	2,1012**	0,0069	5,2407	4,4478	0,1070	4,4765
N*col.	10,7812	1,4521**	1,9841**	1,5214	4,9068	0,3915	2,2897
Resíduo	11,6771	0,2867	0,4819	1,3658	1,6945	0,1930	1,0186
C.V. (%)	11,31	11,10	19,66	15,24	11,64	20,75	11,35
m	30,22	4,82	3,53	7,67	11,18	2,12	8,17
Jacarandá							
N	47,5833**	40,2454**	54,2210**	78,1744**	243,4017**	0,4176**	16,0810**
Col.	18,0000	0,1639	6,7252	2,2844	0,0307	0,5968**	2,2807
N*col.	8,7500	0,9369	5,9470*	0,4852	2,7815	0,1486	3,4995
Resíduo	10,0417	0,4590	1,7041	1,6680	5,8856	0,0527	2,5974
C.V. (%)	10,74	10,79	22,92	23,20	21,96	23,72	29,62
m	29,50	6,28	5,70	5,57	11,05	1,00	5,44

*, ** - Significativo pelo teste f a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 3A: Resumo das análises de variância (quadrados médios e nível de significância) dos teores de macronutrientes na matéria seca da parte aérea das quatro espécies estudadas em função da fornecimento de N-mineral e pré-colonização.

Causa de variação	N	P	K	Ca	Mg	S
Cássia verrugosa						
N	10,9973**	0,2568**	2,3490**	1,8200**	0,0389**	0,0571**
Col.	1,1438*	0,0002	0,0870	0,0924	0,0075*	0,0501**
N*Col.	0,2695	0,0327**	0,0138	0,1920**	0,0024	0,0179**
Resíduo	0,1870	0,0066	0,0093	0,0233	0,0014	0,0017
C.V. (%)	17,55	13,55	9,69	12,36	18,26	15,35
m	2,46	0,60	0,99	1,24	0,21	0,27
Fedegoso						
N	9,7248**	0,4082**	6,5394**	3,0036**	0,0264**	0,0382**
Col.	0,5025*	0,0618*	0,3383	0,1485	0,0000	0,0002
N*Col.	0,1014	0,0835*	0,1281	0,1224	0,0053*	0,0016
Resíduo	0,0861	0,0140	0,1360	0,0962	0,0015	0,0011
C.V. (%)	12,67	14,60	21,85	25,92	18,23	11,35
m	2,32	0,8111	1,69	1,20	0,2097	0,2938
Cinamomo						
N	5,4445**	0,0017*	1,8717**	3,1106**	0,0271**	0,0106**
Col.	0,0055	0,0002	0,3450**	0,0002	0,0006	0,0002
N*Col.	0,0608	0,0011	0,0555	0,0510	0,0014	0,0057**
Resíduo	0,0809	0,0004	0,0300	0,0734	0,0008	0,0010
C.V. (%)	12,99	10,94	17,42	24,35	14,16	13,36
m	2,19	0,18	0,99	1,11	0,20	0,23
Jacarandá						
N	3,8000**	0,0274**	1,3694**	0,1873**	0,0178**	0,0013
Col.	0,1711	0,0025*	0,0190	0,0003	0,0004	0,0011
N*Col.	0,1311	0,0015*	0,0016	0,0068	0,0004	0,0013
Resíduo	0,0671	0,0005	0,0208	0,0050	0,0004	0,0011
C.V. (%)	14,90	11,86	19,23	13,57	11,00	13,90
m	1,74	0,19	0,75	0,52	0,20	0,24

*, ** - Sigificativo pelo teste f a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 4A: Resumo das análises de variância (quadrados médios e nível de significância) dos teores de micronutrientes na matéria seca da parte aérea das quatro espécies estudadas em função da fornecimento de N-mineral e pré-colonização.

Causa de variação	Fe	Mn	Cu	Zn
Cássia verrugosa				
N	8831,3127**	8218,4744**	36,7281**	3834,6349**
Col.	5784,0495**	3,8193	6,8265	1,8476
N*Col.	1650,3426**	599,7030**	5,1681	3221,4539**
Resíduo	196,4150	49,2397	2,3247	167,5630
C.V. (%)	12,75	14,37	21,94	25,48
m	109,91	48,83	6,95	50,80
Fedegoso				
N	131728,35498	23720,5118**	14,1145**	1693,7429**
Col.	0,0000	558,1995*	0,0124	20,8319
N*Col.	9855,9070**	390,1562*	2,4020	45,4417
Resíduo	1888,1535	119,1804	0,9826	30,8806
C.V. (%)	21,67	14,44	17,55	16,48
m	200,48	75,59	5,65	33,71
Cinamomo				
N	130080,4196**	3945,8670**	32,3496**	2926,0105**
Col.	6340,8231**	42,2053	6,0900*	294,6388
N*Col.	2484,9297*	103,8151	5,6047	112,7188
Resíduo	719,5813	94,8274	1,1308	182,0409
C.V. (%)	19,76	23,91	14,30	29,23
m	135,78	40,73	7,44	46,15
Jacarandá				
N	9449,2485**	10906,5446**	25,9447**	12702,3412**
Col.	6,8810	1030,6701**	21,4185**	3852,4500**
N*Col.	685,8226	46,0534	5,4310*	987,6112**
Resíduo	645,4117	140,6744	1,7546	160,9867
C.V. (%)	14,96	14,69	16,15	22,64
m	169,81	80,72	8,20	56,06

*, ** - Sigificativo pelo teste f a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 5A: Resumo das análises de variância (quadrados médios e nível de significância) do acúmulo de nutrientes na matéria seca da parte aérea das quatro espécies estudadas em função da fornecimento de N-mineral e pré-colonização.

Causa de variação	N	P	K	Ca	Mg	S
Cássia verrugosa						
N	62434,7772**	1630,3870**	38253,2999**	36146,4948**	702,0531**	1405,4715**
Col.	3,1487	260,6045**	64,7764	2,0779	1,0083	59,7055
N*Col.	265,2933	147,0122**	46,5793	547,0468	0,4957	90,2079**
Resíduo	1529,9293	33,1200	212,2421	328,9460	14,3261	20,6943
C.V. (%)	39,78	29,49	28,48	31,68	40,76	37,29
m	98,32	19,52	51,16	57,25	9,29	12,20
Fedegoso						
N	73762,4761**	7222,1921**	126567,4947**	55788,9524**	549,0300**	1066,3848**
Col.	1951,2389	3490,0928**	718,7703	80,2275	151,5541	70,7755
N*Col.	1545,3518	2195,0866**	188,5441	5,6945	20,3700	10,4747
Resíduo	1241,5178	112,5800	1701,5452	1004,3785	58,9678	19,4474
C.V. (%)	27,92	26,33	40,82	44,63	63,85	29,27
m	126,21	40,30	101,06	71,01	12,03	15,05
Cinamomo						
N	36759,0210**	134,0387**	13131,6065**	16807,0830**	281,5964**	191,3180**
Col.	0,0348	0,0194	800,3010	35,8677	0,0649	2,4697
N*Col.	886,9725*	2,9130**	1129,7395*	895,3468**	13,9285**	6,5026
Resíduo	227,6776	0,6584	370,1174	230,2829	2,4023	3,9299
C.V. (%)	16,98	12,80	48,49	33,22	20,41	24,26
m	88,89	6,34	39,68	45,68	7,59	8,17
Jacarandá						
N	34311,5223**	296,9511**	11229,5100**	1935,5571**	183,7173**	306,9255**
Col.	6471,8248**	3,4650	810,8381*	112,0128	27,9753*	14,1774
N*Col.	5928,7453**	32,2059**	353,4511	342,8012*	43,9092**	53,7320*
Resíduo	859,6440	6,0266	193,6521	83,0311	4,7969	13,8859
C.V. (%)	25,91	22,52	29,97	31,00	20,05	26,42
m	113,15	10,90	46,43	29,39	10,92	14,11

*, ** - Significativo pelo teste f a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 6A: Resumo das análises de variância (quadrados médios e nível de significância) dos teores de micronutrientes na matéria seca da parte aérea das quatro espécies estudadas em função da fornecimento de N-mineral e pré-colonização.

Causa de variação	Fe	Mn	Cu	Zn
Cássia verrugosa				
N	698415,4350**	294145,5468**	6860,7805**	287969,0344**
Col.	607,7043	7281,2834	12,4021	12605,5635
N*Col.	29312,1082	37210,3020**	264,5498	147713,7118**
Resíduo	24181,0093	7674,6976	150,8056	8929,6043
C.V. (%)	41,85	44,47	39,91	44,29
m	371,56	197,00	30,77	213,37
Fedegoso				
N	2998893,6633**	1127584,0289**	3670,4307**	136881,6856**
Col.	82449,3071	1649,7711	473,0151*	4471,7730
N*Col.	395504,9894*	1402,8782	356,8492*	696,3978
Resíduo	130360,2147	20096,3874	97,4942	1419,9545
C.V. (%)	42,35	37,78	35,82	22,92
m	852,62	375,24	27,56	164,42
Cinamomo				
N	1215628,7337**	205147,3715**	1973,8639**	176547,3060**
Col.	67281,1940**	94,4766	12,1770	2345,8216
N*Col.	29185,4368	5328,7604	23,3462	8273,8870*
Resíduo	11482,3098	2142,1050	16,7902	2838,2210
C.V. (%)	21,71	28,85	16,20	30,82
m	493,66	160,43	25,29	172,67
Jacarandá				
N	1054347,3581**	852201,8337**	3383,3958**	808293,5010**
Col.	99703,8202	237513,8969**	1827,8560**	479800,9102**
N*Col.	176660,7080*	136083,1659**	805,6939**	140925,4657**
Resíduo	53279,0722	12586,7283	116,1070	14963,2107
C.V. (%)	24,65	23,50	23,62	34,04
m	936,46	477,52	45,62	359,33

*, ** - Significativo pelo teste f a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 7A: Resumo das análises de variância (quadrados médios e nível de significância) dos parâmetros de crescimento das quatro espécies estudadas adivadas ou não com N-mineral (N) e inoculadas ou não com *Glomus etunicatum* (M_R).

Causa de variação	Altura	Dímetro	MS parte aérea	MS raiz	MS total	Relação R/PA	Nodulação
N	192,2000	0,9680	131,1220	0,2008	118,8274	0,0045	0,0043**
MP	1155,2000**	23,3280**	567,4307**	55,7446**	982,9414**	0,0106**	0,3000
N*MP	64,80	2,8880	174,9372*	38,1156**	375,7585**	0,0115**	0,0043
Resíduo	148,55	1,7010	31,6148	1,8950	43,9735	0,0012	0,0082
C.V. (%)	18,33	17,62	18,17	22,07	17,84	17,62	8,09
m	66,50	7,40	30,94	6,24	37,16	0,20	1,12
N	353,6412	27,3780**	265,2102**	301,3207**	1131,9115**	0,4351**	-
MP	1,8612	26,9120**	38,6696*	35,8851**	149,0586**	0,0551*	-
N*MP	135,7189	3,3620	32,4363*	11,9352*	83,7217*	0,0211	-
Resíduo	206,5204	2,5842	5,7052	1,7748	11,7016	0,0108	-
C.V. (%)	33,18	20,10	19,32	18,77	17,58	19,49	-
m	43,30	8,00	12,36	7,10	19,46	0,53	-
N	1288,0125**	1,3005	46,4518*	4,2781	78,9221*	0,0008	-
MP	103,5125	20,2005**	5,4291	70,4250**	114,9584*	0,0938**	-
N*MP	4,5125	0,5445	90,3973**	1,9034	118,5374*	0,0084	-
Resíduo	117,8875	1,0950	9,0695	5,3307	17,3900	0,0101	-
C.V. (%)	10,83	10,43	12,58	26,53	12,97	26,81	-
m	100,22	10,04	23,44	9,70	32,14	0,38	-
N	245,0000**	0,8020	12,9766**	251,4824**	22,5568**	0,1186	-
MP	180,0000**	31,7520**	4,5030*	6,4980*	377,4067**	9,5220**	-
N*MP	361,2500**	1,9220**	3,2886*	0,5184	1,0306	0,6994	-
Resíduo	14,6250	0,2470	0,7106	0,9152	1,7648	0,1880	-
C.V. (%)	6,92	10,27	22,34	17,57	14,42	31,10	-
m	55,25	4,84	3,77	5,44	9,21	1,39	-

*, ** - Significativo pelo teste F a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 8A: Resumo das análises de variância (quadrados médios e nível de significância) dos teores de macronutrientes na matéria seca da parte aérea das quatro espécies adubadas ou não com N-mineral(N) e inoculadas ou não com *Glomus etunicatum* (MA).

Causa de variação	N	P	K	Ca	Mg	S
Acácia						
N	2,6938**	0,0027**	0,0008	0,0018	0,0001	0,0000
MP	0,8080**	0,0267**	0,0009	0,5088	0,0024*	0,0111*
N*MP	0,1692	0,0019**	0,0048	0,2354	0,0010	0,0302**
Resíduo	0,0883	0,0001	0,0035	0,1630	0,0004	0,0025
C.V. (%)	14,26	13,05	15,23	16,46	12,62	23,46
m	2,08	0,07	0,38	2,45	0,16	0,21
Fedegoso						
N	24,3101**	0,0618**	1,2496**	0,0000	0,0029*	0,0001
MP	0,2060	0,6233**	1,0783**	0,9724**	0,0001	0,0225**
N*MP	2,2646**	0,0592**	0,1559	0,6160**	0,0000	0,0297**
Resíduo	0,0985	0,0014	0,0948	0,0498	0,0004	0,0006
C.V. (%)	9,33	16,43	23,07	11,70	11,35	11,13
m	3,36	0,23	1,33	1,91	0,18	0,22
Cássia verrugosa						
N	6,1494**	0,0008	0,0053	0,0938	0,0004	0,0004
MP	0,9724**	0,0624**	1,1587**	3,0811**	0,0000	0,0255**
N*MP	0,3836*	0,0118**	0,0021	0,2622	0,0001	0,0019
Resíduo	0,0758	0,0003	0,0104	0,1030	0,0007	0,0015
C.V. (%)	13,08	14,52	15,30	16,36	14,50	18,17
m	2,10	0,12	0,66	1,96	0,18	0,21
Angico vermelho						
N	0,1345	0,0002	1,4805**	0,1656**	0,0006	0,0000
MP	3,2000**	0,0400**	0,3119**	0,0744*	0,0832**	0,0444**
N*MP	0,0029	0,0004*	1,3054**	0,4867**	0,0042*	0,0004
Resíduo	0,0500	0,0001	0,0157	0,0123	0,0007	0,0005
C.V. (%)	8,97	8,76	9,31	7,33	13,27	14,26
m	2,49	0,09	1,35	1,51	0,20	0,15

*, ** - Significativo pelo teste f a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 9A: Resumo das análises de variância (quadrados médios e nível de significância) dos teores de micronutrientes na matéria seca da parte aérea das quatro espécies adubadas ou não com N-mineral(N) e inoculadas ou não com *Glomus etunicatum* (MA).

Causa de variação	Fe	Mn	Cu	Zn
Acácia				
N	2043,2341	23,4813	2,3874	350,6882**
MP	6,2186	32370,6978**	16,9464**	552,6160**
N*MP	6778,1914**	6401,7311**	3,7584*	12,8480
Resíduo	502,9889	859,0900	0,7071	42,0821
C.V. (%)	27,27	20,90	15,96	28,92
m	82,23	140,24	5,27	22,43
Fedegoso				
N	168,2575	1428,8902**	0,4961	1186,4153**
MP	2333,0169**	106,3942	15,2251**	166,3486**
N*MP	6624,4368**	300,2396	3,8985**	6,4303
Resíduo	247,5989	181,0026	0,1630	11,0070
C.V. (%)	12,76	15,27	12,32	13,38
m	123,36	88,13	3,28	24,79
Cássia verrugosa				
N	189318,2517**	4061,8187**	2,8653**	1013,6024**
MP	1666479,8594**	354,8163	44,0155**	126,6046**
N*MP	157432,1350**	46,7590	3,9872**	31,9039
Resíduo	5617,3403	134,8179	0,2744	15,3127
C.V. (%)	20,46	19,31	12,06	16,82
m	366,23	60,14	4,34	23,26
Angico vermelho				
N	322,8204	40,6002	1,8727	391,1708**
MP	23968,8335**	5952,6180**	60,4129**	90,3557**
N*MP	3998,4923	3056,3937**	18,3170**	17,2416
Resíduo	1191,3674	182,8210	0,7335	8,6593
C.V. (%)	21,76	14,23	17,74	15,13
m	158,64	94,98	4,83	19,44

*, ** - Significativo pelo teste f a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 10A: Resumo das análises de variância (quadrados médios e nível de significância) do acúmulo de macronutrientes na matéria seca da parte aérea das quatro espécies adubadas ou não com N-mineral(N) e inoculadas ou não com *Glomus etunicatum* (MA).

Causa de variação	N	P	K	Ca	Mg	S
Acácia						
N	570169,1920**	18,7018	2637,8572*	94488,0604	258,6212	1234,4934
MP	29104,5242	789,0192**	10350,7783**	163436,8304	624,9589**	475,2171
N*MP	7892,8564	48,9218	872,4042	49299,6809	182,0489	639,9176
Resíduo	14771,0933	71,5492	508,3391	51775,4190	84,3968	300,9434
C.V. (%)	19,10	41,09	19,01	30,22	18,98	27,30
m	636,25	20,59	118,63	752,83	48,39	63,55
Fedegoso						
N	20377,2584	161,5388	10716,1042*	64166,2791**	400,2444**	789,7732**
MP	6466,1349	4645,7607**	5276,3515	49,3828	155,2920*	34,7423
N*MP	30576,8245	10,6585	0,0313	4125,33844	29,0643	355,1560**
Resíduo	8978,2438	164,0768	1617,7561	3057,7726	22,2036	32,3130
C.V. (%)	24,12	55,10	23,74	23,05	21,13	21,03
m	392,82	23,24	169,40	239,93	22,30	27,03
Cássia verrugosa						
N	472347,9629**	325,8675	2586,6560	5161,5848	4,9807	307,3301
MP	80124,0225**	3636,0966**	46446,4735**	173594,2790**	0,0266	1362,5729**
N*MP	14206,9562	1700,3520**	2131,9238	135021,7896**	502,6028*	297,8356
Resíduo	8097,8914	30,9882	2581,8400	13285,9911	94,9888	130,3957
C.V. (%)	18,70	20,05	34,54	25,31	23,43	23,65
m	481,09	27,76	147,10	455,49	41,60	48,28
Angico vermelho						
N	4952,4421**	3,4362	630,7917**	147,5365	47,3704**	15,0859**
MP	202,2554	10,8486**	673,7310**	1801,2061**	11,2800	6,6932
N*MP	2517,7600**	2,2646	6719,0415**	3523,9788**	5,8753	9,2883*
Resíduo	307,7210	0,8749	46,9682	114,5289	2,9307	1,79
C.V. (%)	20,97	31,62	13,94	18,93	24,21	24,77
m	90,18	2,98	49,18	56,53	7,07	5,28

*, ** - Significativo pelo teste f a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 11A: Resumo das análises de variância (quadrados médios e nível de significância) do acúmulo de micronutrientes na matéria seca da parte aérea das quatro espécies adubadas ou não com N-mineral(N) e inoculadas ou não com *Glomus etunicatum* (MA).

Causa de variação	Fe	Mn	Cu	Zn
Acácia				
N	7704128,4500**	6605949,9029*	6664,9016	691584,9723**
MA	4144576,4521*	5519539,9615*	9225,5982	58759,1876
N*MA	3409495,9477*	266,8370	3,2344	108407,0398
Resíduo	771592,6496	1180428,9942	2057,8006	36932,9665
C.V. (%)	34,95	26,78	28,70	28,62
m	2513,41	4057,68	158,04	671,44
Fedegoso				
N	1909385,8777**	609412,5907**	1504,0725**	9504,3548
MA	18659,6812	363935,4822*	5979,5751**	32,6826
N*MA	605616,0895**	195990,7372	11,7338	992,7924
Resíduo	77448,7375	82308,0626	68,6576	6989,3654
C.V. (%)	18,07	25,83	18,62	28,91
m	1539,76	1110,55	44,51	289,16
Cássia verrugosa				
N	72417861,2982**	3180068,6650**	1149,5796	656911,4707**
MA	807310443,3844**	359673,5325	23556,5613**	27829,3841
N*MA	31201372,3862*	861030,8837**	38,0066	19101,8842
Resíduo	6974604,1518	113842,5509	352,9930	22626,5164
C.V. (%)	31,88	24,30	19,35	27,94
m	8284,39	1388,59	97,10	538,46
Angico vermelho				
N	73762,6847	50247,2766**	2,8953	12156,8867**
MA	1709,0353	144,2067	1704,4115**	8941,7962**
N*MA	386959,5258**	172428,0694	625,7451	35,7266
Resíduo	27653,4581	5243,3850	29,5408	237,1446
C.V. (%)	29,07	20,96	26,94	20,45
m	572,11	345,46	20,18	75,32

*, ** - Significativo pelo teste f a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 12A: Resumo das análises de variância (quadrados médios e nível de significância) dos teores de proteína e atividade enzimática (GS, GOGAT, PEPC) em folhas de quatro espécies adubadas ou não com N-mineral (N) e inoculadas ou não com *Glomus etunicatum* (MA).

Causa de variação	Proteína	GS	GOGAT	PEPC
Acácia				
N	47,3541	0,0000	0,0000	0,0000
MP	2,0534	0,0000	0,0005	0,0118
N*MP	71,1605**	0,0000	0,0000	0,0038
Resíduo	11,1829	0,0000	0,0004	0,0046
C.V. (%)	29,08	0,62	1,85	6,19
m	11,50	1,01	1,04	1,09
Fedegoso				
N	1,0859	0,0151**	0,0689	0,0018
MP	4,1674	0,0415*	0,0049	0,0005
N*MP	0,2925	0,0001	0,0283	0,4340
Resíduo	0,9020	0,0019	0,0193	0,1187
C.V. (%)	12,79	3,28	10,02	14,31
m	7,43	1,35	1,39	2,41
Cássia verrugosa				
N	43,9378	-	0,0021**	0,0006
MP	10,1053	-	0,0010*	0,0017
N*MP	24,6018	-	0,0002	0,0001
Resíduo	13,2546	-	0,0001	0,0012
C.V. (%)	17,42	-	1,08	3,22
m	20,90	-	1,03	1,07
Angico vermelho				
N	0,6988	0,0000	0,0023	0,0002
MP	0,0990	0,0001	0,0017	0,0006
N*MP	50,5778	0,0000	0,0002	0,0060
Resíduo	14,6237	0,0001	0,0006	0,0021
C.V. (%)	22,03	1,20	2,27	4,26
m	17,36	1,01	1,05	1,09