

**MICORRIZA E FÓSFORO NO CRESCIMENTO
DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS EM SOLO DE
BAIXA FERTILIDADE**

RENATO FERREIRA DE SOUZA

43051

MFN30203

RENATO FERREIRA DE SOUZA

**MICORRIZA E FÓSFORO NO CRESCIMENTO DE ESPÉCIES
FORRAGEIRAS EM SOLO DE BAIXA FERTILIDADE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de pós-graduação em Zootecnia, área de concentração Forragicultura e Pastagens, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador
Prof. José Cardoso Pinto

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1998

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da
Biblioteca Central da UFLA

Souza, Renato Ferreira de

Micorriza e fósforo no crescimento de espécies forrageiras em solo de baixa
fertilidade / Renato Ferreira de Souza. -- Lavras : UFLA, 1998.

145 p. : il.

Orientador: José Cardoso Pinto.
Dissertação (Mestrado) - UFLA.
Bibliografia.

1. Micorriza. 2. Fósforo. 3. Forrageira. 4. Solo. 5. Baixa fertilidade. 6.
Adubação fosfatada. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.2
-633.208895

RENATO FERREIRA DE SOUZA

**MICORRIZA E FÓSFORO NO CRESCIMENTO DE ESPÉCIES
FORRAGEIRAS EM SOLO DE BAIXA FERTILIDADE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de pós-graduação em Zootecnia, área de concentração Forragicultura e Pastagens, para obtenção do título de "Mestre".

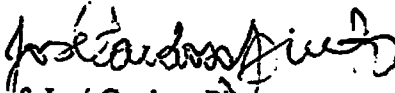
APROVADA em 27 de fevereiro de 1998

Antônio Ricardo Evangelista UFLA

Prof. Augusto Ramalho de Moraes UFLA

Prof. Nilton Curi UFLA

Prof. José Oswaldo Siqueira UFLA


Prof. José Cardoso Pinto
UFLA
(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

A meus pais, Francisco e Giva, e a meus irmãos,
que jamais deixaram de acreditar na
viabilização deste trabalho,

OFEREÇO

À minha esposa Mônica, companheira de
todas as horas, que com compreensão e
carinho soube enfrentar ao
meu lado todos os problemas possíveis,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade concedida para a realização deste curso.

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor José Cardoso Pinto, pela orientação durante a realização do curso e do presente trabalho.

Ao professor José Oswaldo Siqueira, pela orientação e incentivo.

Aos professores Augusto Ramalho de Moraes e Nilton Curi, pelas idéias e sugestões.

Aos colegas de curso de pós-graduação da UFLA, pela convivência e amizade.

Aos alunos de graduação Leonardo (Almenara), Marco Antônio e Viviane, aos funcionários Manoel, do Laboratório de Microbiologia do Solo, à Suelba, do Laboratório de Pesquisa Animal e à Vânia, da Pró - Reitoria de Graduação, pela colaboração e apoio durante a execução deste trabalho.

E a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Adubação fosfatada de plantas forrageiras.....	3
2.2 Micorrizas.....	6
2.2.1 Aspectos gerais.....	6
2.2.2 Benefícios nutricionais à planta hospedeira.....	9
2.2.3 Benefícios não nutricionais.....	15
2.2.4 Interconexão entre raízes mediadas por hifas fúngicas.....	17
2.2.5 Influência das associações micorrízicas em pastagens.....	18
2.2.6 Fatores que afetam a formação e ocorrência das micorrizas arbusculares.....	19
2.3 Importância da consorciação gramíneas/leguminosas forrageiras em pastagens.....	21
2.4 Caracterização das espécies forrageiras.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1 Caracterização dos experimentos.....	26
3.2 Tratamentos e delineamento experimental.....	27
3.3 Parâmetros avaliados e análises efetuadas.....	29

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1 Produção de matéria seca da parte aérea	32
4.2 Quantidade acumulada de proteína bruta na MS da parte aérea.....	46
4.3 Quantidade acumulada de fósforo na MS da parte aérea.....	59
4.4 Quantidade acumulada de potássio na MS da parte aérea.....	71
4.5 Quantidade acumulada de cálcio na MS da parte aérea.....	83
4.6 Quantidade acumulada de magnésio na MS da parte aérea.....	86
4.7 Produção de MS da parte aérea afetada pela deficiência hídrica.....	98
4.8 Produção de matéria seca do sistema radicular	118
4.9 Taxa de colonização micorrízica, densidade de esporos e nodulação.....	122
4.10 Discussão Geral	125
5 CONCLUSÕES.....	127
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	128

RESUMO

SOUZA, Renato Ferreira de. Micorriza e fósforo no crescimento de espécies forrageiras em solo de baixa fertilidade. Lavras: UFLA, 1998. 145p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).*

Foram conduzidos cinco experimentos em condições de casa de vegetação, visando avaliar a resposta de plantas forrageiras à inoculação micorrizica e a aplicação de diferentes doses de adubo fosfatado. Foi utilizado um solo classificado como latossolo vermelho - escuro distrófico, proveniente da região, sob influência da represa de Itutinga/ Camargos (MG). Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado num esquema fatorial (5 x 3), com quatro repetições, perfazendo um total de 15 tratamentos diferentes, que variaram quanto à inoculação micorrizica (solo natural, solo sem micorrizas e solo inoculado com *Glomus etunicatum*) e diferentes doses de P (0, 50, 100, 200 e 300mg P/kg de solo), aplicados às espécies forrageiras *Stylosanthes guianensis*, *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha*, *A. gayanus* + *S. guianensis*, *B. brizantha* + *S. guianensis*. Realizaram-se três cortes da parte aérea das plantas, sendo que o terceiro corte foi feito após as plantas serem submetidas a um período de deficiência hídrica. Nos dois primeiros cortes, analisaram-se o desenvolvimento da planta (produção de MS da parte aérea) e quantidades acumuladas de PB, P, K, Ca e Mg na MS da parte aérea. Após o terceiro corte, avaliaram-se o peso de MS da parte aérea e das raízes, nodulação da leguminosa, colonização micorrizica e contagem de esporos no solo. Os resultados demonstraram que o aumento nas doses de P promoveu incrementos significativos na produção de MS, no acúmulo de PB, P, K, Ca e Mg na parte aérea, maior tolerância das plantas à deficiência hídrica e melhor nodulação da leguminosa. Esses resultados foram evidenciados pela presença da inoculação micorrizica, em maior ou menor escala, dependendo da espécie estudada, principalmente nas doses intermediárias de adubação fosfatada.

Comitê orientador: José Cardoso Pinto - UFLA (Orientador), Augusto R. de Moraes - UFLA, José Oswaldo Siqueira - UFLA e Nilton Curi - UFLA

ABSTRACT

MYCORRHIZA AND PHOSPHORUS ON THE GROWTH OF FORAGE SPECIES IN LOW FERTILITY SOIL.

Five experiments were carried out under greenhouse conditions, in Lavras-MG, aiming to evaluate the response of forage plants to mycorrhizal inoculation and application of different doses of phosphatized fertilizer. A dystrophic dark red latosol was used, from a region under influence of the Itutinga/Camargos (MG) dam. An entirely randomized statistical design was used, in a 3 x 5 factorial scheme with four repetitions, totalling 15 different treatments which varied as to mycorrhizal inoculation (natural soil, soil without mycorrhizas and soil inoculated with *Glomus etunicatum*) and to different phosphorus doses (0, 50, 100, 200 and 300 mg/kg of soil), applied to the forage plant species *Stylosanthes guianensis*, *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha*, *A. gayanus* + *S. Guianensis* and *B.brizantha* + *S. guianensis*. Three cuttings of the aerial part of the plant were done, the third cutting being done after submitting the plants to a period of water deficiency. The plant development (DM production of the aerial part) and percentual and total contents of CP, P, K, Ca and Mg in the aerial part were analyzed in the first two cuttings. The weight of the DM of aerial part and root, leguminous plant node formation, mycorrhizal colonization and soil spore density were evaluated after the third cutting. The results showed that the increase in the P doses promoted significant increase in DM production, accumulation of CP, P, K, Ca and Mg in the aerial part, higher plant tolerance to water deficiency and better leguminous plant node formation. These results were evidenced by the presence of mycorrhizal inoculation, in larger or smaller scale, depending on the species studied, mainly in the intermediate doses of phosphatized fertilization.

Guidance Committee: José Cardoso Pinto – UFLA (Major Professor), Augusto R. de Moraes – UFLA, José Oswaldo Siqueira – UFLA e Nilton Curi - UFLA

1 INTRODUÇÃO

Em extensas áreas do Brasil, a produtividade das pastagens é baixa em decorrência, principalmente, das condições adversas de clima e solo. A baixa fertilidade do solo, especialmente a baixa disponibilidade fósforo (P) e a elevada acidez são algumas das causas que concorrem para essa situação, limitando a exploração pecuária, como se verifica na maioria dos solos da região Campos das Vertentes em Minas Gerais. Os solos dessa região são principalmente os cambissolos e os latossolos - vermelho escuro e vermelho - amarelo. O latossolo vermelho - escuro distrófico, com baixa saturação de bases ($V=9\%$) e elevada saturação de Al (30%), abrange extensões substanciais dessa região, ocupando cerca de 37.422 ha ou 18,96% da área de influência da represa de Itutinga/Camargos-MG (Giarolla, 1994). Esses solos apresentam como maior limitação à utilização agrícola, a baixa fertilidade natural. Em contraposição a essas características químicas desfavoráveis, esses solos possuem propriedades físicas e relevo relativamente suave, onde espera-se que seja possível a obtenção de boa produtividade, quando práticas culturais e de manejo mais adequadas forem empregadas. Esses solos, em sua maior parte, são utilizados com pastagens, predominando as pastagens nativas e em menor escala, pastagens cultivadas, nas quais é significativa a presença de gramíneas do gênero *Brachiaria*, apresentando, entretanto, baixa produtividade.

Enquanto o aumento da produtividade e qualidade dessas pastagens naturais pode ser obtido pela introdução de espécies mais produtivas, o estabelecimento destas é frequentemente limitado pelo baixo nível de P disponível. Para corrigir essa deficiência, aplicações maciças de adubos fosfatados são necessárias para o estabelecimento e obtenção de melhores

produtividades. Entretanto, com o elevado custo dos fertilizantes torna-se necessário a busca de práticas alternativas para reduzir o uso destes insumos ou tornar o emprego destes mais eficiente, visando tornar mais viável a exploração pecuária nesta região. Dentre as diversas práticas possíveis, destacam-se a consorciação de gramíneas e leguminosas fixadoras de nitrogênio (N) e a simbiose micorrízica, as quais podem fazer parte de uma estratégia de baixo custo para a melhoria das pastagens. O manejo da simbiose micorrízica, como parte de uma estratégia cujo propósito é a melhoria na nutrição e produção das pastagens com gasto mínimo de insumos, é bastante promissor para o aumento da produtividade das pastagens em solos de baixa fertilidade e, por isso, merece ser estudado.

O presente estudo teve por objetivo avaliar, através de cortes sucessivos, as influências de fungos micorrízicos arbusculares e de doses crescentes de P sobre a produtividade e qualidade das gramíneas *Andropogon gayanus* Kunth var. *bisquamulatus* (Hochst.) Hack cv. Planaltina e *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex. A. Rich) Stapf. cv. Marandu e da leguminosa *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) SW. Var. *vulgaris* Souza Costa cv. Mineirão cultivadas, consorciadas ou não, em solo de baixa fertilidade natural, sob condições controladas de casa de vegetação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Adubação fosfatada de plantas forrageiras

A fração mais importante para a nutrição vegetal é o P em solução, que é geralmente pequena e reflete o balanço entre os processos de fornecimento, imobilização e absorção do elemento pela planta (Siqueira e Franco, 1988; Böckmann et al., 1993). Mesmo estando presente no solo em grandes quantidades e sendo requerido em pequenas doses, adubações fosfatadas maciças são requeridas para se obter boa produtividade na maioria das culturas. A maior parte do P adicionado como fertilizante na solução do solo é rapidamente convertida em formas pouco disponíveis para a absorção vegetal. Isso decorre em função da sua dinâmica no solo, principalmente suas reações de adsorção aos óxidos de ferro (Fe) e alumínio (Al) e precipitação com Al, Fe e cálcio (Ca), que favorecem a sua imobilização química (Siqueira e Franco, 1988; Böckmann et al., 1993).

Embora o P seja classificado como um macronutriente essencial de grande importância na nutrição vegetal, seus teores na planta são bem mais baixos que os teores de N e potássio (K) (Van Raij, 1991). No entanto, participa de um grande número de compostos nas plantas, essenciais em diversos processos metabólicos, fazendo parte de compostos com função de armazenamento e transferência de energia na forma de ATP, componentes dos carboidratos fosforilados, dos nucleotídeos e dos fosfolípidos (Van Raij, 1991).

|| O desenvolvimento das espécies forrageiras é freqüentemente limitado pela baixa disponibilidade de P no solo, pois além da grande importância no seu estabelecimento inicial (Saraiva et al., 1986), favorece o perfilhamento e o desenvolvimento da parte aérea e das raízes. Sua deficiência causa distúrbios

imediatos e severos no metabolismo e no desenvolvimento das plantas (Epstein, 1975).

Diversos trabalhos evidenciam a importância do P na produção das plantas forrageiras tropicais. Assim, Fonseca et al. (1988), trabalhando com *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens* Stapf. e *Hyparrhenia rufa* (Nees.) Stapf, Costa et al. (1992b), com *B. brizantha* cv. Marandu, Costa et al. (1992a), com *A. gayanus* cv. Planaltina, Corrêa e Haag (1993), com *B. decumbens*, *B. brizantha* e *Panicum. maximum* Jacq., Paulino et al. (1994), com *B. brizantha*, e Fonseca et al. (1997), com *A. gayanus* e *P. maximum*, verificaram que a adubação fosfatada promoveu aumentos significativos na produção e teores de P no tecido vegetal das espécies estudadas.

O suprimento adequado de P desde o início do desenvolvimento vegetal é importante para a formação dos primórdios das partes reprodutivas, além de estimular o desenvolvimento radicular e ser essencial para a boa formação das sementes, incrementando a precocidade da produção. A importância da adubação fosfatada no estabelecimento de plantas forrageiras foi observada por Guss (1988), que trabalhando com diversas espécies de brachiárias, obteve respostas positivas até a dose de 180 mg de P/dm³ de solo.

A exigência em P é variável em função das espécies e entre variedades dentro da mesma espécie (Salinas e Sanches, 1976). Essas diferenças abrangem aspectos fisiológicos e genéticos. As plantas de ciclo rápido e sistema radicular pouco desenvolvido aproveitam mal o P existente no solo, exigindo, portanto, teores disponíveis maiores. Já as espécies de ciclo longo e sistema radicular desenvolvido aproveitam melhor teores relativamente baixos de P disponível no solo (Van Raij, 1981).

Com relação aos fatores inerentes à planta que explicam as diferenças entre as espécies na capacidade em absorver o P do solo, citam-se as diferenças no sistema radicular, o requerimento de P pelas plantas e a teoria do equilíbrio

iônico (Bekele et al., 1983). Quanto ao sistema radicular, as gramíneas são reconhecidas por apresentar raízes bem distribuídas. Nesse caso, ocorre maior contato entre a superfície de absorção das raízes e o P presente no solo, o que torna as gramíneas mais eficientes no aproveitamento do P do solo.

A teoria do requerimento de P é baseada nas diferenças na taxa com a qual as espécies absorvem o P. Espécies de crescimento lento com baixo conteúdo de P são melhor adaptadas às condições de deficiência do nutriente no solo. Para manter um crescimento normal, espécies de crescimento rápido são conhecidas por possuírem alta taxa de absorção e, portanto, maior exigência em P.

Com relação à teoria do equilíbrio iônico, sabe-se que as plantas influenciam ativamente o ambiente iônico externo, principalmente nos limites da rizosfera. A exsudação de ácidos orgânicos quelantes ou excreção de CO_2 podem alterar o pH da rizosfera e modificar a disponibilidade de P. Além disso, as plantas diferem na sua capacidade em absorver ânions e cátions do solo, alterando o equilíbrio iônico e influenciando o pH da rizosfera.

A adubação fosfatada adquire grande importância em sistemas de pastagens consorciadas, pois objetiva-se manter o equilíbrio entre as espécies, especialmente em relação às leguminosas que normalmente são favorecidas quando há suprimento adequado de P.

Em condições de baixa utilização de adubos fosfatados, fazem-se necessárias a adoção de práticas de manejo que beneficiem a micorrização, bem como a seleção de espécies mais eficientes na absorção e utilização do P do solo, com o intuito de melhorar a produtividade e qualidade das pastagens em solos de baixa fertilidade natural.

2.2 Micorrizas

2.2.1 Aspectos gerais

O termo micorriza (myco = fungo, rhiza = raiz) foi proposto por Frank em 1885 para descrever uma associação simbiótica entre certos fungos e raízes de árvores. Sua idéia de uma simbiose foi baseada na hipótese de que os fungos obtinham benefícios da planta, ou seja, as necessidades nutricionais básicas dos fungos eram supridas principalmente pelos compostos de carbono produzidos pelas plantas através da fotossíntese sem, entretanto, causar prejuízo, mas sim suprindo a planta hospedeira com água e nutrientes. Frank mostrou que a simbiose era uma relação estável que ocorria na vida das plantas, e em 1894, demonstrou experimentalmente que a associação era benéfica - o crescimento de plântulas micorrizadas de *Pinus* sp era incrementado em relação às plantas não infectadas cultivadas em solo desinfestado.

Os tipos de micorrizas foram divididos por Harley e Smith (1983), inicialmente com base na afinidade taxonômica de seus fungos, em dois grupos principais: os fungos asseptados e os septados. Os fungos asseptados são membros da classe *Zigomycetes* e ordem *Glomales* (Morton e Benny, 1990). As hifas asseptadas germinam ao redor da superfície radicular, penetrando inter e intracelularmente nas raízes dos hospedeiros. Esse tipo de micorriza forma estruturas típicas, os arbúsculos, no interior das células e as vesículas fora e dentro dos tecidos dos hospedeiros. As associações micorrízicas formadas por esses fungos são denominadas micorrizas arbusculares. Os fungos septados incluem membros da classe *Basidiomycetes* e *Ascomycetes*. Esses fungos formam as associações micorrízicas ecto, ericóide e orquidóide. Harley e Smith (1983) também separaram as micorrizas de acordo com a forma e grau de penetração e colonização das células hospedeiras pelos fungos, em três grupos

principais: ectomicorrizas, ectoendomicorrizas e endomicorrizas. As endomicorrizas, por sua vez, foram divididas em arbusculares, ericóides e orquidóides. Reconhece-se, atualmente, que 97% das plantas vasculares examinadas formam associações micorrízicas arbusculares (Trappe, 1987). Em vista de sua importância ecológica e pelo fato dessa simbiose ser o objeto do presente estudo, a revisão de literatura será restrita a este tipo de associação.

As micorrizas arbusculares são encontradas na maioria das condições edafoclimáticas do planeta, especialmente nos trópicos, sendo consideradas o tipo mais antigo de infecção, comprovado pela existência do fóssil vegetal de *Psilophytales* (idade devoniana, aproximadamente 370 milhões de anos), que possui, em suas raízes, uma infecção fúngica que se assemelha, aparentemente, à "moderna" estrutura de infecção causada pelos fungos da ordem *Glomales*. Esses fungos formam uma associação mutualística não patogênica com as raízes da maioria das espécies vegetais. A associação envolve a translocação recíproca de carbono da planta para os fungos e absorção e transporte de nutrientes, particularmente o P do solo e a sua transferência para a planta (Cox, Sanders e Wild, 1975), resultando em um significativo incremento no crescimento da planta (Mosse, 1973; Hayman, 1983 e Read, 1984). O nome micorriza vesículo-arbúscular foi atribuído, inicialmente, em razão de suas estruturas características, os arbúsculos, que ocorrem dentro das células corticais e as vesículas que ocorrem dentro e entre as células corticais. Atualmente, sabe-se que nem todos os gêneros de fungos micorrízicos formam as vesículas, passando, então, a denominar-se micorrizas arbusculares. A infecção micorrízica possui, então, três importantes componentes: os arbúsculos, vesículas e micélio externo.

Após a penetração da raiz, o fungo cresce inter e intracelularmente na raiz do hospedeiro através da invaginação no plasmalema da célula do hospedeiro, formando uma proliferação interna denominada arbúsculo. Entre as membranas do fungo e do hospedeiro, é formada uma matriz interfacial, através

da qual ocorre a transferência de nutrientes entre os simbiotes (Cox e Sanders, 1974; Marx et al., 1982 e Gianinazzi et al., 1983). Alguns fungos micorrízicos produzem vesículas que são estruturas terminais das hifas formadas inter e intracelularmente. Frequentemente, as vesículas contêm uma grande quantidade de grânulos de lipídeos que podem ter função de armazenamento (Harley e Smith, 1983).

O micélio extra - radical é, talvez, o componente mais importante para a nutrição das plantas, pois promove incrementos no volume de solo explorado pela extensão das hifas além da zona de depleção formada ao redor das raízes (Hayman, 1983; Tinker, 1984), facilitando a absorção e transporte de nutrientes de baixa mobilidade existente fora da zona de absorção das raízes (Rhodes e Gerdemann, 1975; Alexander, Alexander e Hadley, 1984). Além disso, por serem as hifas bem menores em diâmetro, sítios não explorados pelas raízes são passíveis de serem exploradas pelas hifas. A importância das hifas também está na estabilização dos agregados do solo e, conseqüentemente, na sua conservação (Tisdall e Oades, 1980; Miller e Jastrow, 1992).

Os fungos formadores de micorrizas arbusculares pertencem à classe *Zigomycetes* (Morton e Benny, 1990) e são de ocorrência generalizada, sendo encontrados em todo o mundo. A maioria das espécies de plantas vasculares já foi examinada com relação à infecção micorrizica arbuscular, tendo sido encontrada na vasta maioria das espécies (Newman e Reddell, 1987), incluindo todos os filos: *Briophyta* (especialmente *Hepaticae*), a maioria dos grupos de *Pteridophyta*, todos os grupos de *Gymnospermae* e a maioria das famílias de *Angiospermae* (Harley e Smith, 1983). Existem, entretanto, poucas famílias, incluindo as *Cruciferae*, *Cyperaceae*, *Chenopodiaceae* e *Proteaceae*, que possuem muitos membros que, aparentemente, não formam associações micorrízicas (Harley e Smith, 1983; Newman e Reddell, 1987).

2.2.2 Benefícios nutricionais à planta hospedeira

O mais marcante benefício conferido pelo fungo à planta hospedeira é a melhoria na absorção de nutrientes minerais, principalmente aqueles de baixa mobilidade no solo (Cooper, 1984 e Dehne, 1986), em particular o P. Sabe-se que quando a disponibilidade de P no solo é baixa, a simbiose micorrízica melhora a absorção deste elemento e facilita sua translocação para o hospedeiro (Sanders e Tinker, 1973; Hattingh, Gray e Gerdemann, 1973; Rhodes e Gerdemann, 1975; Pearson e Tinker, 1975; Cox et al., 1980), concorrendo para um melhor desenvolvimento vegetal (Mosse, 1973; Sanders e Tinker, 1973). O movimento de P mediado pela micorriza ocorre em três etapas: absorção do P do solo pela hifa, translocação de P através da hifa e transferência para a planta hospedeira. Esses três estágios serão considerados separadamente.

Apesar do P ser um dos mais importantes nutrientes minerais para as plantas, sua disponibilidade no solo é freqüentemente baixa. Aproximadamente 95-99% do P total existente no solo encontram-se na forma insolúvel, sendo indisponível para a absorção vegetal (Hayman, 1983). O P pode ser fixado geoquimicamente no solo através de interações com minerais de Al, Fe e Ca (Marion e Babcock, 1977). Os sesquióxidos de Fe e Al podem causar também elevadas taxas de fixação de P em solos ácidos (Lajtha e Boomer, 1988). Além disso, o P pode também estar presente na forma orgânica, cuja disponibilidade é controlada pelo processo de mineralização e solubilização promovido por outros microorganismos (Tiessen, Stewart e Cole, 1984).

A cinética de movimento do P no solo é bem conhecida. O íon é virtualmente imóvel, o que significa que quando ele é absorvido pelas raízes, forma-se uma zona de depleção livre de P no solo ao redor da raiz. O principal mecanismo pelo qual a simbiose micorrízica pode melhorar a absorção de P é resultado de um simples processo fisiológico, no qual as hifas externas do fungo

crescem além da zona de depleção e aumentam a captura de P. A hifa pode ser, então, considerada como uma “extensão” da raiz na qual está ligada. Ela pode se estender a distâncias relativamente grandes, acima de 7 cm, segundo Rhodes e Gerdemann (1975) e acima de 9 cm, segundo Camel et al. (1991), além da zona de depleção de P ao redor da raiz com 1-2 mm, de acordo com Bhat e Nye (1974). É extremamente difícil medir o aumento no volume de solo explorado pela hifa externa do fungo. Sieverding (1991) sugeriu que 1 cm de raiz sem micorrizas pode explorar um volume de aproximadamente 1-2 cm³ de solo, com auxílio dos pêlos radiculares, mas esse volume pode ser potencialmente aumentado de 5 a 200 vezes pelas hifas externas do fungo, admitindo o seu crescimento radial em torno da raiz. Um aumento no volume de solo rizosférico explorado acima de 200 cm³ por centímetro de raiz infestada tem sido observado, mas um aumento de 12-15 cm³ por centímetro de raiz é o mais comum. Valores obtidos na quantificação de hifas formadas no solo têm variado entre 0,6 a 4,2 m por grama de solo e por centímetro de raiz infectada (Abbott, Robson e Boer, 1984; Abbott e Robson, 1985). Esses valores são afetados pelo pH do solo, nível de P no solo (Schwab, Menge e Leonard, 1983; Abbott, Robson e Boer, 1984) e espécies de fungos envolvidas (Abbott e Robson, 1985). No entanto, ainda não se sabe se toda hifa formada no solo tem habilidade de absorver nutrientes (Abbott e Robson, 1985).

Cress, Throneberry e Lindsey (1979) constataram que raízes micorrizadas têm maior afinidade por P (menor “Km”) em relação às raízes não micorrizadas. Entretanto, isso foi questionado por Karumaratne, Baker e Barker (1986) que não observaram tal incremento na afinidade e concluíram que a infecção micorrizica simplesmente aumenta o volume de solo explorado por unidade de área radicular. Tem sido postulado que a infecção micorrizica proporciona às raízes acesso a formas insolúveis de P, mas essa evidência pode estar equivocada. Em alguns casos, plantas micorrizadas respondem mais do que

as não micorrizadas à aplicação de fontes insolúveis ou pouco solúveis de fertilizantes fosfatados (Pairunan, Robson e Abbott, 1980; Cabala-Rosand e Wild, 1982; Bolan, Robson e Barrow, 1987). Entretanto, geralmente é aceito que plantas micorrizadas e não micorrizadas utilizam-se das mesmas fontes de P (Sanders e Tinker, 1971; Mosse, Hayman e Arnold, 1973), ou que ainda faltam evidências experimentais convincentes para tal afirmação (Bolan, 1991). Azcon-Aguilar et al. (1986), em um experimento usando o fosfato tricálcico com ^{32}P , em um solo neutro, no qual esse fertilizante permanece insolúvel, mostraram, de fato, que a infecção micorrízica não melhora a utilização desta forma de fosfato. Por outro lado, Jayachandran, Schwab e Hetrick (1990) mostraram que se ocorrer produção de sideróforo na micorrizosfera, mediado pela micorriza ou sua microflora associada, a disponibilidade do P em solos com baixo pH pode ser aumentada significativamente. Os autores concluíram que esse pode ser um provável mecanismo pelo qual plantas micorrizadas têm acesso a fontes de P indisponíveis para as plantas não micorrizadas.

A translocação de P pela hifa do fungo é um processo ativo, metabolicamente dependente de energia (Pearson e Tinker, 1975; Cooper e Tinker, 1978). Tem sido sugerido que o P é translocado por meio de transporte de grânulos de fosfato nos vacúolos fúngicos por rápido movimento citoplasmático (Cox, Sanders e Wild, 1975; Ling-Lee, Chilvers e Ashford, 1975; Cox et al., 1980). Cox et al. (1980) calcularam a velocidade do fluxo citoplasmático do micélio extramatricial no solo, medido em microscópio de luz, encontrando valores ao redor de 12,6 cm/h. Concluíram que, desde que a maioria das partículas observadas se movam a taxas similares, os grânulos de polifosfato movem-se na mesma velocidade. Esse rápido movimento citoplasmático mistura e reduz o gradiente de concentração de fosfato no citoplasma (Harley e Smith, 1983). Esse gradiente depende da taxa de absorção de P pela hifa externa, da taxa de transferência de fosfato para a raiz e da

eficiência do transporte pela corrente citoplasmática, ao longo da via de translocação. Como os vacúolos que contêm polifosfato são carregados e/ou misturados pelo movimento citoplasmático, as contínuas cargas e descargas de seus conteúdos mantêm a concentração de fosfato no citoplasma e, assim, garantem seu rápido deslocamento na corrente citoplasmática (Gianinazzi-Pearson e Gianinazzi, 1989).

A fina interface formada entre o hospedeiro vivo e o fungo no arbúsculo da micorriza é considerado o principal sítio de troca de nutrientes entre os simbioses (Cox e Sanders, 1974; Smith e Gianinazzi-Pearson, 1988; Smith e Smith, 1990). Já foi sugerido que a digestão ativa dos arbúsculos pelo hospedeiro seria um possível mecanismo de transferência de material do fungo para o hospedeiro, mas Cox e Tinker (1976) concluíram que este mecanismo não era um fator significativo na transferência de P. Mostraram, também, que a transferência de P através das membranas do fungo e do hospedeiro aparentava ser o mecanismo mais provável. Realmente, a presença de vesículas de polissacarídeos, ATPases e fosfatases neutras ativas, na fina interface matricial dos arbúsculos, indicavam claramente que esta estrutura não é um espaço inerte, mas sim uma zona fisiologicamente complexa e ativa (Gianinazzi et al., 1983).

Quando células fisiologicamente ativas dos simbioses ficam em contato, a atividade da ATPase que está associada com a membrana plasmática do arbúsculo é intensificada em torno da membrana do hospedeiro (Marx et al., 1982; Gianinazzi et al., 1983; Smith e Gianinazzi-Pearson, 1988). Gianinazzi-Pearson et al. (1991) sugeriram que outra enzima, a H^+ -ATPase, seja um componente de atividade de hidrólise do ATP na interface formada entre o fungo e a planta. Essa atividade enzimática indica a existência de um sistema de geração de energia responsável pela transferência de nutrientes entre os simbioses (Smith e Smith, 1986). Sua distribuição é compatível com o movimento bidirecional de solutos, preferencialmente através da interface

arbuscular (Gianinazzi et al., 1983; Gianinazzi-Pearson e Gianinazzi, 1988; Smith e Smith, 1990).

Considerável atividade da fosfatase alcalina específica das micorrizas tem sido observada quando a infecção micorrízica é mais intensa. A atividade enzimática atinge o pico quando a colonização é alta e jovem. Isso está também presente em vacúolos de hifas e arbúsculos, correspondendo à distribuição de grânulos de fosfato (Gianinazzi e Gianinazzi-Pearson, 1979). Desse modo, isso pode estar envolvido especificamente no metabolismo de polifosfato (Hayman, 1983). Gianinazzi et al. (1983) mostraram que outro grupo de enzimas, as fosfatases neutras, também são produzidas pelo plasmalema do hospedeiro na interface matricial com o arbúsculo, mas a função exata dessa fosfatase nas plantas ainda permanece obscura.

A presença da infecção micorrízica nas raízes das plantas pode alterar a concentração de outros nutrientes no tecido do hospedeiro, além do P, tais como o N, K, enxofre (S), Ca, magnésio (Mg), cobre (Cu) e zinco (Zn) (Lambert, Baker e Cole, 1979; Nielsen e Jensen, 1983; Ames et al., 1983; Smith e Smith, 1986; Kucey e Janzen, 1987; Brown, Thamsurakul e Bethlenfalvay, 1988). Em alguns casos, as evidências sugerem que os efeitos da infecção na concentração de certos nutrientes estão correlacionados com o aumento na absorção de P pelo fungo. Carling et al. (1978) e Schenck e Hinson (1973) observaram que o aumento na absorção de P em leguminosas micorrizadas estimulou a fixação de N pelo *Rhizobium*, acarretando, indiretamente, um aumento na concentração de N. A associação micorrízica pode, ainda, aumentar a tolerância da planta ao Al e manganês (Mn) tóxicos no solo (Maluf, Silveira e Melo 1988).

Atualmente dá-se atenção especial ao efeito das micorrizas arbusculares em plantas leguminosas. A fixação biológica de N₂ por bactérias do gênero *Rhizobium* ou *Bradyrhizobium* em leguminosas requer alto suprimento de P. A concentração de P nos nódulos é duas a três vezes maior do que nas raízes

jovens, e compostos ricos em P fornecem energia suficiente para o processo de fixação. Em decorrência da dinâmica do P no solo (baixa mobilidade) e de sua baixa disponibilidade, além do tipo de sistema radicular das leguminosas (pouco ramificado), a fixação biológica de N_2 é freqüentemente restringida pela carência de P. Isso reforça o fato de que muitas leguminosas responderam favoravelmente à inoculação micorrízica, ou seja, apresentaram, na maioria das vezes, alta dependência micorrízica. Em muitos experimentos, em solos cuja deficiência de P é marcante, o aumento na nodulação e fixação simbiótica de N_2 estavam positivamente correlacionados com o aumento na taxa de colonização micorrízica (Carling et al., 1978; Godse et al., 1978; Asimi, Gianinazzi-Pearson e Gianinazzi, 1980; Mosse, 1981; Barea e Azcón-Aguilar, 1983).

Em experimentos conduzidos em campo, Smith e Daft (1977) demonstraram que a inoculação micorrízica proporcionava aumento significativo nos teores de N em plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Saif (1985) observou acréscimos na produção de matéria seca (MS) e de proteína bruta (PB) em plantas micorrizadas de *Stylosanthes capitata* e *Pueraria phaseoloides* cultivadas em um solo com baixo teor de P. Paulino, Ocampo e Bedmar (1986), estudando a influência de fungos micorrízicos e adubação fosfatada em leguminosas forrageiras tropicais, constataram um aumento na absorção de P e na fixação biológica do N_2 nas plantas micorrizadas.

O estudo da associação tríplice *Rhizobium*, micorriza e leguminosa demonstra um sinergismo entre o *Rhizobium* e a micorriza, resultando em benefício para todo o sistema (Mosse, 1981; Ferreira, 1987). Em estudos realizados por Azcón-Aguilar et al. (1982), foi demonstrado que o estabelecimento de leguminosas forrageiras em solos de baixa fertilidade só foi possível quando se realizou a dupla inoculação com *Rhizobium* e fungo micorrízico arbuscular.

O efeito da simbiose micorrizica em leguminosas forrageiras vem sendo bastante estudado (Mosse, 1973; Bowen, 1980; El-Hassanin e Lind, 1985; Ames e Bethlenfalvay, 1987), demonstrando seu efeito benéfico para a melhoria da competitividade e sobrevivência de leguminosas sob condições de cultivo consorciado com gramíneas (Haynes, 1980). O aproveitamento do benefício da simbiose triplíce (leguminosa x rizóbio x micorriza arbuscular) pode representar uma alternativa viável e de baixo custo para a melhoria das pastagens em áreas de baixa fertilidade.

2.2.3 Benefícios não nutricionais *

O estabelecimento da infecção micorrizica no sistema radicular da planta hospedeira influencia a fisiologia da mesma pela redução na susceptibilidade a certos patógenos (Dehne, 1982), pela alteração nas relações hídricas e capacidade fotossintética (Nelsen e Safir, 1982; Koide, 1985; Brown e Bethlenfalvay, 1988), pelo acúmulo de substâncias promotoras de crescimento (Allen et al., 1980) e pela maior tolerância a estresses abióticos e, contribui, ainda, para uma melhor agregação do solo (Johnson e Pflieger, 1992; Miller e Jastrow, 1992; Tisdall, 1994).

O desempenho e a produção das plantas forrageiras são uma expressão genética modulada por uma contínua interação com o meio ambiente. Dentre os fatores ambientais, um dos mais limitantes para a produção forrageira é a disponibilidade hídrica. Sob condições tropicais, no Brasil Central é comum a ocorrência de períodos de deficiência hídrica que são variáveis em duração e severidade, aos quais as plantas forrageiras são expostas, prejudicando de forma drástica o seu desenvolvimento e produtividade.

Vários fatores contribuem para uma maior ou menor tolerância das plantas ao estresse hídrico, dentre os quais, citam-se: a variabilidade inter e intra-específica, o estágio de desenvolvimento, o estado nutricional da planta e a

presença de infecção micorrízica. Plantas micorrizadas apresentam melhor afinidade pela água em relação às não micorrizadas, conferindo-lhes uma maior tolerância ao estresse hídrico (Bethlenfalvay, 1992).

Existem evidências experimentais de que as hifas do fungo micorrízico podem absorver e transportar água em quantidades suficientes para sustentar as plantas durante os períodos de seca. A maior tolerância das plantas micorrizadas ao estresse hídrico pode estar relacionada, em muitos casos, a uma melhor nutrição da planta (Fitter, 1988).

Uma substancial contribuição da hifa micorrízica na absorção de água pela planta não tem sido demonstrada convincentemente (George et al. 1992). Em experimentos conduzidos em vasos com baixos, mas constantes suprimentos de água (Ibrahim et al., 1990) ou períodos intermitentes de seca (Michelsen e Rosendahl, 1990; Davies, Potter e Linderman, 1992), plantas micorrizadas freqüentemente têm demonstrado maior tolerância ao déficit hídrico, em relação às plantas não micorrizadas. Essa maior tolerância pode ser explicada pela melhoria na absorção de P (Nelsen, 1987) e/ou modificações morfológicas e fisiológicas (Kothari, Marschner e George, 1990) observadas nas plantas micorrizadas.

A infecção micorrízica provoca mudanças nas relações hídricas da planta, tais como: maior resistência estomática, mudanças na resistência foliar, mudanças no potencial hídrico das folhas, na taxa de transpiração, na condutividade hidráulica e na taxa de fluxo hídrico que tornam as plantas mais tolerantes à situação de deficiência hídrica. Esse incremento na tolerância à seca, observado em plantas micorrizadas, deve-se ao maior acesso à água (maior absorção), redução no ponto de murcha permanente, maior resistência ao murchamento, recuperação mais rápida após um período de estresse hídrico e maior tolerância em função de um melhor estado nutricional da planta.

2.2.4 Interconexão entre raízes mediadas por hifas fúngicas

As associações entre micorrizas arbusculares e as raízes das plantas geralmente não apresentam especificidade em termos de compatibilidade (Mosse, 1975). Geralmente, todas as espécies de fungo micorrízico arbuscular pode colonizar qualquer planta capaz de formar MA_s, por isso, elas são consideradas universais, mas pode haver uma certa "preferência" entre fungos e plantas (Siqueira e Franco, 1989). McGonigle e Fitter (1990) demonstraram que muitas das evidências da não especificidade das associações micorrízicas foram obtidas em condições de casa de vegetação, utilizando inóculos monoespecíficos de MA_s. A demonstração da absoluta falta de especificidade MA_s x hospedeiro não descarta a possibilidade de uma planta exposta a um inóculo obtido da mistura de diferentes espécies de fungos, demonstrar uma certa preferência por um ou mais endófitos. Esse fenômeno, conhecido como especificidade ecológica, somente era observado em ectomicorrizas (Harley e Smith, 1983). McGonigle e Fitter (1990) apresentaram evidências de que as associações micorrízicas arbusculares, em condições de campo, manifestam também este tipo de especificidade.

Considerando a aparente baixa especificidade hospedeira mostrada por muitos fungos que formam a associação micorrízica arbuscular, é possível às hifas de um fungo infectarem, simultaneamente, raízes de duas ou mais plantas (Read, 1984; Allen, Allen e Stahl, 1984; Newman, 1988). Se esse fenômeno é comum, isso implica na possibilidade de transferência de substâncias entre diferentes plantas, tais como: fontes de carbono (Francis e Read, 1984; Read, Francis e Finlay, 1985), nutrientes minerais (Whittingham e Read, 1982; Newman e Ritz, 1986) e reciclagem de nutrientes de raízes mortas para plantas jovens (Newman e Eason, 1989; Eason, Newman e Chuba, 1991). Esse fenômeno parece ser bastante importante em situações de consorciação

gramínea/leguminosa, nas quais o N₂ fixado pelas leguminosas pode ser transferido para as gramíneas através de hifas comuns às duas espécies.

Muitas pesquisas têm demonstrado que plantas não leguminosas podem beneficiar-se do N suprido por uma leguminosa consorciada (Ledgard, Freney e Simpson, 1985; Boller e Nösberger, 1987; Ta e Faris, 1987). Experimentos nos quais se utilizou o ¹⁵N têm mostrado que a hifa micorrizica está diretamente envolvida na transferência de N de espécies leguminosas para as não leguminosas (Van Kessel, Singleton e Hoben, 1985; Haystead, Malajczuk e Grove, 1988; Barea, El-Atrach e Azcon, 1989). Frey e Schüepp (1993) demonstraram, experimentalmente, que as hifas micorrizicas estavam diretamente envolvidas na transferência de ¹⁵N de plantas leguminosas para não leguminosas, o que confirmava outros trabalhos, tais como transferência de ¹⁵N da soja para o milho (*Zea mays* L.) (Van Kessel et al., 1985; Bethlenfalvai et al., 1991; Hamel et al., 1991), do trevo branco (*Trifolium repens* L.) para o azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) (Haystead et al., 1988) e da alfafa (*Medicago sativa* L.) para o azevém (Barea et al., 1989). Respostas similares foram obtidas por Viera-Vargas et al. (1995), que observaram transferência de N de plantas leguminosas para as gramíneas associadas.

2.2.5 Influência das associações micorrizicas em pastagens

Os estudos sobre a simbiose micorrizica em plantas forrageiras são particularmente importantes. As espécies forrageiras são geralmente estabelecidas e manejadas em condições de baixo ou nulo uso de fertilizantes. Nesse sentido, os fungos micorrizicos são uma alternativa viável para melhorar o aproveitamento de nutrientes em pastagens.

Lopes (1980), estudando a resposta de várias leguminosas e gramíneas forrageiras, na presença e ausência de micorrização, observou um melhor crescimento das plantas inoculadas. Sano (1984) também observou um efeito

positivo da inoculação de fungos micorrízicos no crescimento e conteúdo de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea de plantas de *Brachiaria decumbens*. Entretanto, os melhores resultados têm sido observados em leguminosas forrageiras (Mosse, Powell e Hayman, 1976; Ames e Bethlenfalvay, 1987; Howeler, Sieverding e Saif, 1987; Lambais e Cardoso, 1993).

2.2.6 Fatores que afetam a formação e ocorrência das micorrizas arbusculares

O correto manejo dos fatores que beneficiam a ocorrência das MA, é de vital importância quando se deseja obter os benefícios promovidos pelas mesmas, tanto econômicos quanto ambientais. As micorrizas arbusculares geralmente não se desenvolvem bem em solos que contém quantidades de P suficientes para o máximo crescimento das plantas. De fato, a adição de P ao solo tem sido descrita como causa da redução na porcentagem de raiz infectada (Daft e Nicolson, 1972; Menge et al., 1978; Same, Robson e Abbott, 1983; Thompson, Robson e Abbott, 1986; Amijee, Stribley e Tinker, 1990). Tem sido proposto, também, que um aumento na dose de P para a planta restringe a infecção micorrízica por causa da redução na concentração de possíveis metabólitos fúngicos, tais como: carboidratos solúveis e compostos não nitrogenados (Jasper, Robson e Abbott, 1979; Same, Robson e Abbott, 1983) e exsudatos radiculares (Ratnayake, Leonard e Menge, 1978; Graham, Leonard e Menge, 1981; Thompson, Robson e Abbott, 1986). Ao contrário, Amijee, Stribley e Tinker (1990) mostraram que na concentração de P do solo em que há a redução na taxa de infecção micorrízica, a concentração de carboidratos solúveis encontra-se máxima. Eles também observaram um grande número de pontos de infecção abortados na raiz e sugeriram que elevadas concentrações de P no solo reduzem a infecção micorrízica pela mudança na anatomia da raiz, tomando-a mais resistente à penetração dos fungos.

Dependência micorrízica é o grau pelo qual a planta é dependente da condição micorrízica para crescimento ou produção máxima, em um determinado nível de fertilidade. Exceto para um pequeno número de espécies de plantas, incluindo as brassicáceas, ciperáceas e chenopodiáceas, a maioria das plantas forma associações com as MA. Entretanto, existem grandes diferenças entre as espécies na sua dependência micorrízica para o crescimento e absorção de P. As espécies de plantas com sistema radicular pivotante, com poucos pêlos absorventes, tais como as leguminosas, são consideradas altamente dependentes, ou seja, dependem do fungo para a absorção de nutrientes do solo, estando sua sobrevivência e capacidade produtiva relacionadas à micorrização. As gramíneas, por sua vez, possuem o sistema radicular ramificado e mais desenvolvido, portanto, mais eficiente na absorção de água e nutrientes do solo, somente apresentando dependência micorrízica em condições estressantes ao crescimento (Siqueira, 1993).

Dentre as práticas que podem afetar o potencial de inóculo no solo, estão o pousio prolongado, a rotação de culturas, erosão, preparo do solo, fogo e aquecimento, uso de pesticidas, fertilizantes, calagem, monocultura, superpastejo (Johnson e Pflieger, 1992; Thompson, 1994). Portanto, para a maximização dos benefícios das MA, algumas práticas são recomendadas, tais como: a redução no uso de insumos (N, P, fungicidas), manutenção da cobertura vegetal e conservação do solo, rotação e consorciação com espécies micotróficas, redução das práticas de cultivo intensivo (adoção do cultivo mínimo), melhoria das condições edáficas através da calagem e adubação orgânica, e o emprego da inoculação quando requerida (Siqueira, 1993).

2.3 Importância da consorciação gramíneas/leguminosas forrageiras em pastagens

A idéia de associar gramíneas e leguminosas em pastagens começou a ser estudada nas décadas de 30/40 e vem sendo empregada em vários países, proporcionando maior crescimento e melhor qualidade das pastagens (Haynes, 1980). O valor das leguminosas em pastagens baseia-se no seu elevado valor nutricional, com teores de PB que podem chegar a 22% na MS e maior digestibilidade e, em muitos casos, maior tolerância à seca, contribuindo para a melhoria na qualidade da forragem como um todo. Mas o principal interesse na introdução de uma leguminosa na pastagem baseia-se em sua capacidade de fixar N_2 em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*.

Em pastagens consorciadas, a quantidade de N_2 fixado pode atingir valores de até 290 kg de N/ha/ano, embora valores entre 70 e 140 kg de N/ha/ano sejam mais comuns. Estima-se que para cada 28 a 30 kg de MS produzida pelas leguminosas, há uma adição de 1 kg de N na pastagem, via incorporação de matéria orgânica no solo. Em sistemas de consorciação bem implantados e manejados, a fixação biológica de N_2 pode ter efeitos equivalentes à aplicação de 100 a 250kg de N/ha/ano através da adubação (Siqueira, 1993).

Experimentos realizados na Austrália, Havá e outras regiões tropicais proporcionam evidências de que a capacidade de suporte das pastagens pode ser facilmente aumentada pela simples introdução de leguminosas e aplicação moderada de adubos fosfatados (Alcântara, 1981). Sartini et al. (1971) obtiveram um acréscimo de 75,3% na produtividade animal em pastagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), com a simples introdução da leguminosa centrosema (*Centrosema pubescens* Benth.), que contribuiu com aproximadamente 39 kg de N/ha ou 243,7 kg de PB/ha. Velloso e Freitas (1973) obtiveram aumentos médios de 13% na produção de leite quando se fez a

introdução de leguminosas nas pastagens. Outros autores observaram um melhor desempenho animal em pastagens consorciadas durante os períodos secos do ano (Alcântara et al., 1979).

Apesar de muitas pesquisas evidenciarem o potencial de utilização de pastagens consorciadas para a melhoria da produtividade pecuária, o seu uso em maior escala não tem sido realizado com frequência. Esse problema está diretamente relacionado com a vulnerabilidade da leguminosa em relação à competição com as gramíneas (Haynes, 1980) e, principalmente, às condições de deficiência nutricional, especialmente o P, durante o estabelecimento e manejo das pastagens (Norris, 1972; Carvalho, 1986).

No Brasil Central, o uso da consorciação de leguminosas e gramíneas forrageiras em pastagens tem sido feita com aplicação mínima de adubos e em solos de cerrado, cuja fertilidade é reconhecidamente baixa, principalmente com relação ao P (Lopes, 1980). Desse modo, o manejo da simbiose micorrízica em pastagens consorciadas é particularmente importante, pois as MA₂ podem melhorar a capacidade de absorção de P pelas leguminosas e a sua maior concentração no tecido vegetal beneficia o *Rhizobium* e o funcionamento da nitrogenase, levando a um incremento na fixação de N₂ (Fitter e Garbaye, 1994), melhorando, assim, a competitividade da leguminosa no ecossistema da pastagem.

2.4 Caracterização das espécies forrageiras

As espécies forrageiras utilizadas no presente estudo foram selecionadas com base em sua adaptação às condições edafoclimáticas existentes na região, levando-se em consideração as suas características qualitativas e produtivas.

O capim-andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth var. *bisquamulatus* (Hochst) Hack. cv. *Planaltina*), originário da Nigéria, foi introduzido na América do Sul, onde cresce vigorosamente em altitudes de até 2000 metros,

com precipitação anual acima de 750 mm e estações de secas de três a cinco meses (Jones, 1979). É uma gramínea perene, cespitosa, folhas abundantes, macias, coloração azulada e possuindo um estreitamento na base que tem o aspecto de um falso pecíolo, pilosidade aveludada e inflorescência em panícula de racemos de aspecto macio e sedoso (Bogdan, 1977). É uma planta vigorosa, agressiva, atingindo aproximadamente dois metros de altura, prestando-se para pastejo e fenação. Resiste bem à seca por causa de seu sistema radicular profundo e apresenta boa tolerância ao fogo (Haggar, 1966). Prefere solos bem drenados e apresenta bom desenvolvimento quando cultivado em solos ácidos, com elevados níveis de Al tóxico e baixa fertilidade natural (Jones, 1979; Thomas et al., 1981).

O capim-andropogon reproduz-se por polinização cruzada (Foster, 1962). É uma espécie de dias curtos, ou seja, com fotoperíodo crítico para floração de 12 a 14 horas. Essa gramínea possui um potencial de produção bastante elevado, com excelente aceitação pelos bovinos e eqüinos e com bom valor nutritivo, proporcionando ótimos desempenhos dos animais (Thomas et al., 1981).

A espécie *Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf cv. *Marandu* é originária de uma região vulcânica da África, onde os solos geralmente são de boa fertilidade (Bogdan, 1977). Foi introduzida no Brasil, proveniente da Estação Experimental de Forrageiras de Marandellas, no Zimbábwe, em Ibirarema (SP), de onde foi distribuída para várias regiões. Após vários anos de estudos no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC) e Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), em 1984 foi lançada no mercado a *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu* (capim-braquiarião) como sendo uma excelente alternativa para a diversificação das áreas das pastagens (Nunes et al., 1985).

Como principais características, essa cultivar apresenta hábito de crescimento cespitoso, muito robusta, de 1,5 a 2,5 m de altura, com os colmos iniciais prostrados, mas produzindo afilhos predominantemente eretos nos nós superiores dos colmos floríferos. Apresenta pêlos na face inferior (Nunes et al., 1985). É de ampla adaptação climática, ocorrendo em regiões de até 3.000 m de altitude, com precipitação pluviométrica acima de 700 mm anuais e tolera bem períodos de seca de aproximadamente cinco meses. Apresenta boa tolerância ao sombreamento e ao fogo. Trata-se de um ecotipo bastante resistente à cigarrinha das pastagens e não tem apresentado problemas de fotossensibilização (Shelton, Humphreys e Batello, 1987).

A temperatura ideal para o crescimento do capim-braquiarião varia de 30 a 35^o C, todavia apresenta boa tolerância ao frio, permanecendo verde no inverno (Bogdan, 1977). É recomendado para cerrados de média a boa fertilidade, porém, tolera solos com acidez média. Tem proporcionado uma elevada produção de forragem de bom valor nutritivo e alta produção de sementes viáveis. Em função de seu hábito de crescimento, essa gramínea tem permitido a obtenção de maior sucesso na formação de pastagens consorciadas com leguminosas, principalmente as do gênero *Stylosanthes*, em áreas de cerrado.

O estilosantes Mineirão (*Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. var. *vulgaris* Souza Costa cv. Mineirão) foi coletado em 1979 na região de Diamantina (MG) e foi avaliado pela EMBRAPA, em Planaltina - DF e Campo Grande - MS, onde apresentou excelentes qualidades (EMBRAPA, 1993). De acordo com técnicos da EMBRAPA, a cultivar Mineirão é perene, semi-ereta, podendo atingir 2,5m de altura no segundo ano. Tem caules grossos na base e pilosos no final das hastes. Possui folíolos lanceolados, medindo de 2,0 a 5,0 cm de comprimento e 0,4 a 0,8 cm de largura, com 5 a 7 pares de nervuras. Os ramos e folhas possuem viscosidade que se acentua na seca e pode dificultar a

colheita mecanizada de sementes. A época de florescimento é maio-junho, a inflorescência é múltipla e capitada (roseta) e as sementes são pequenas e de cor escura. Apresenta excelente adaptação em solos sob cerrado, alta tolerância à acidez e ao Al tóxico e baixa a média exigência em P. Além dessas características, ela é altamente produtiva, tem boa resistência à seca e geadas leves, possui grande tolerância ao pastejo e pisoteio em relação às outras cultivares, resistência a pragas e doenças, boa aceitação pelos animais, facilidade de consorciação e nodulação com estirpes nativas de *Rhizobium*. Pela sua efetiva simbiose com *Rhizobium* sp, capaz de fixar grandes quantidades de N₂ atmosférico e alto teor de PB no tecido, essa leguminosa é bastante viável para consorciação, contribuindo, sobremaneira, para a melhoria da qualidade das pastagens em solos de baixa fertilidade natural.

Com relação à dependência micorrízica dessas espécies, o *Stylozanthus guianensis* pode ser considerado altamente dependente, a *Brachiaria brizantha* pouco dependente e o *Andropogon gayanus* apresenta uma dependência intermediária entre as duas anteriores (Mosse, 1981; Howeler, Sieverding e Saif, 1987; Siqueira e Franco, 1988).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização dos Experimentos

Cinco experimentos foram conduzidos em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo (DCS) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), entre novembro de 1995 e dezembro de 1996, em um solo classificado como latossolo vermelho - escuro distrófico, sob vegetação de cerrado, coletado na localidade de Jaguara (MG), a uma profundidade de 0 a 20 cm.

As amostras de solo foram coletadas para realização de análises químicas, físicas e microbiológicas realizadas nos laboratórios do Departamento de Ciência do Solo da UFLA. A análise microbiológica restringiu-se à avaliação da presença de esporos micorrízicos nativos. Para a observação das estruturas fúngicas ao microscópio, foi feita a extração dos esporos do solo, de acordo com o método do peneiramento úmido e decantação (Gerdemann e Nicolson, 1963). Após a coleta, o solo foi peneirado e seco ao ar e submetido à calagem, calculada pelo método da saturação de bases para obtenção de $V=50\%$, utilizando calcário dolomítico comercial. Dois terços do solo necessário para a condução do experimento foram colocados em uma caixa de cimento vedada com lona plástica, na qual foi efetuada a desinfestação, utilizando-se o brometo de metila na dosagem de $1,0 \text{ dm}^3/\text{m}^3$ de solo, a fim de eliminar os fungos micorrízicos nativos. Todo o solo recebeu uma adubação básica composta de 50 mg de N na forma de sulfato de amônio e 100 mg de K na forma de cloreto de potássio, por kg de solo. Após o preparo, o solo foi distribuído em vasos plásticos sem furo, com capacidade para 4 kg de solo, na razão de 3,8 kg/vaso.

O inóculo da espécie micorrízica *Glomus etunicatum* Becker e Gerd, escolhido por sua efetividade e ocorrência comum na região, foi cedido pela Seção de Microbiologia do Solo da UFLA, o qual foi multiplicado por um período de cinco meses em vasos contendo solo esterilizado, tendo como planta hospedeira a espécie *Brachiaria decumbens*, com o propósito de produção de inoculante na quantidade suficiente para utilização nos experimentos.

O inoculante de *Rhizobium*, cedido pela EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia, Itaguaí-RJ, foi constituído pelas seguintes estirpes: BR 446 *Stylosanthes guianensis* cv. IRJ 1022. Local de isolamento: IPEACS-RJ, 1970; outras designações: HB; BR 502 *Stylosanthes guianensis*, local de isolamento: IPEACS-RJ, em 1976.

3.2 Tratamentos e Delineamento Experimental

O estudo constou de quinze tratamentos distribuídos de forma inteiramente casualizada, num esquema fatorial 5 x 3, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituído pela combinação de cinco doses de fósforo (0, 50, 100, 200 e 300 mg P/kg de solo) e três tipos de tratamentos de solo (solo natural (NAT), solo desinfestado por fumigação (FUM) e solo desinfestado e inoculado com o fungo micorrízico *Glomus etunicatum* (MIC)) para as espécies *Andropogum gayanus*, *Brachiaria brizantha*, *Stylosanthes guianensis*; *Andropogum gayanus* + *Stylosanthes guianensis* e *Brachiaria brizantha* + *Stylosanthes guianensis*.

Após a distribuição do solo nos vasos, foi feita a aplicação dos tratamentos de adubação fosfatada, utilizando-se como fonte o superfosfato triplo (46% P₂O₅), o qual permaneceu em incubação por 15 dias. Antes da semeadura, as sementes de todas as espécies foram submetidas a uma desinfestação por imersão em solução de hipoclorito de sódio a 10% por cinco

minutos. Além da desinfestação, as sementes de estilosantes foram imersas em água quente (80°C) durante 10 segundos para a quebra da dormência.

A semeadura foi realizada em dezembro de 1995, distribuindo-se, aproximadamente, 10 sementes por vaso. Após uma semana, foi realizado o desbaste, deixando-se 4 plantas por vaso, tanto para o consórcio (2 plantas de cada espécie) quanto para o cultivo solteiro.

A inoculação com o fungo micorrízico foi feita durante a semeadura, distribuindo-se em cada vaso, junto às sementes, cerca de 10 g de solo inóculo contendo raízes infectadas e pedaços de hifas e aproximadamente 400 esporos do fungo. Os tratamentos com leguminosas receberam, também, inoculação com o *Rhizobium*. Soluções preparadas com solo natural (solução A) e com o solo inóculo (solução B), obtidas por suspensão de 10 cm³ de solo em 6 litros de água, seguida por tamisação em peneiras com aberturas de 0,710 e 0,053 mm e filtragem em papel de filtro para a eliminação de propágulos, foram usadas para equilibrar a microbiota entre os solos. A solução A foi aplicada nos tratamentos com solo desinfestado e solo inoculado. Já a solução B foi aplicada nos tratamentos com solo natural e solo desinfestado.

Na condução do experimento, foram realizadas irrigações diárias com água desmineralizada e, semanalmente, eram feitas pesagens dos vasos para controlar a umidade do solo a 60% do volume total de poros. As plantas daninhas eram controladas quando necessário.

Foram realizados dois cortes da forragem a 3 cm de altura, quando, aproximadamente, 50% das plantas iniciavam o florescimento. Após o segundo corte, as plantas foram submetidas a um período de déficit hídrico controlado pela irrigação com baixos e intermitentes suprimentos de água durante noventa dias, seguido por um período de sessenta dias com irrigações normais, após o qual foi realizado o último corte da forragem. Esse procedimento teve por objetivo avaliar a influência dos tratamentos sobre o comportamento das plantas

a uma situação desfavorável ao crescimento. No período de déficit hídrico, o controle das irrigações foi baseado no estado apresentado pelas plantas, ou seja, as irrigações eram realizadas quando apareciam os primeiros sintomas de murchamento. Os cortes foram realizados segundo a tabela 1.

TABELA 1: Cronograma de realização dos cortes das plantas forrageiras.

ESPÉCIES	CORTES					
	PRIMEIRO		SEGUNDO		TERCEIRO	
	Época	Período	Época	Período	Época	Período
Estilosantes	15/03	90 dias	15/06	90 dias	10/11	150 d.
Androp. + Estil.	05/03*	80 dias	05/06	90 dias	05/11	150 d.
Andropogon	05/03	80 dias	05/06	90 dias	05/11	150 d.
Braq. + Estil.	25/02*	70 dias	25/05	90 dias	25/10	150 d.
Braquiarião	25/02	70 dias	25/06	90 dias	25/10	150 d.

Semeadura: 15/12/1995

* Nesta época as plantas de estilosantes do consórcio não foram colhidas.

3.3 Parâmetros Avaliados e Análises efetuadas

Após o último corte, as raízes foram coletadas por peneiramento seguido de lavagem em água corrente. Foi feita a avaliação da nodulação da leguminosa e foram retiradas amostras de radículas, as quais foram colocadas no conservante F.A.A (13 ml de formol + 5 ml de ácido acético + 200 ml de etanol 50%) para posterior avaliação da colonização micorrízica. No preparo da amostra para avaliação da colonização micorrízica, foi utilizado o método descrito por

Phillips e Hayman (1970), no qual, basicamente, se faz o clareamento das raízes pelo aquecimento em solução de KOH a 10%, a acidificação com HCl diluído e a coloração com azul de tripano a 0,05%. A estimativa da porcentagem de colonização foi feita segundo o método da placa riscada de Giovanetti e Mosse (1980).

Para a quantificação de esporos no solo, as amostras compostas de aproximadamente 20 ml de solo e retiradas nas quatro repetições de cada tratamento, foram submetidas ao método de decantação e peneiramento úmido, segundo Gerdermann e Nicolson (1963), seguida de centrifugação e flutuação em sacarose. No material obtido, foi feita a contagem dos esporos em placas com anéis concêntricos.

Após cada corte, o material vegetal foi acondicionado em sacos de papel e levado para estufa com circulação de ar a 65-70° C por 72 horas e, a seguir, pesado para a obtenção do peso de MS. Os tecidos vegetais foram moídos em moinho tipo Willey, com malha de 20 mesh. Os efeitos dos tratamentos sobre as espécies forrageiras foram avaliados pela produção de MS da parte aérea e da raiz, pelos teores e quantidades acumuladas de PB (%N x 6,25), P, K, Ca e Mg na parte aérea.

Análises químicas do solo foram realizadas em amostras retiradas na sua forma natural, após a incubação com o calcário, adubação básica e tratamentos e ao final do experimento O material vegetal moído foi analisado para a determinação de N pelo método semi-micro-Kjedahl (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1989) e submetido à digestão nitroperclórica para as análises de P, K, Ca e Mg; no extrato obtido, o P foi analisado por colorimetria, o K por fotometria de chama e o Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1989).

As análises de variância e regressão foram realizadas para cada espécie separadamente, através do programa SANEST (Zonta e Machado, 1989), de acordo com o seguinte esquema.

Fontes de variação	Graus de liberdade
(Tratamentos)	(14)
Tipos de solo (S)	2
Fósforo (P)	4
S x P.	8
Resíduo (erro)	45
Total	59

Quando os efeitos de fósforo e da interação foram significativos ($P < 0,05$), efetuou-se o desdobramento dos graus de liberdade de doses de P e doses de P dentro de cada tipo de solo, através de regressão polinomial, estudando as variáveis analisadas em função das doses de P, verificando-se a significância das regressões através do teste F. Os pontos críticos das equações de regressão foram obtidas através das derivadas de primeira ordem igualada a zero e de segunda ordem para verificar se este ponto é máximo. Para a comparação dos solos, utilizou-se o teste de Tukey (5%).

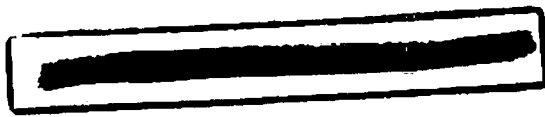
Os dados de porcentagem de raízes colonizadas foram submetidos à transformação, seguindo a expressão: $Y = \text{arc seno} \sqrt{x/100}$, sendo $x = \%$ de raízes colonizadas e $Y =$ dados transformados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção de materia seca da parte aérea

Verificaram-se, para a produção de MS da parte aérea do primeiro, segundo e total dos dois cortes, efeitos altamente significativos dos tratamentos para todas as espécies e/ou formas de cultivo estudadas (Tabela 2). A estimativa do coeficiente de variação de maior magnitude foi de 11,17%, referente ao experimento com andropogon e estilosantes durante o primeiro corte. Esses coeficientes podem ser considerados de médios a baixos, segundo Pimentel Gomes(1990), refletindo uma boa precisão experimental.

O aumento na produção de MS da parte aérea do estilosantes, em função das doses de P (Tabelas 3, 4, 5 e Figura 1), foi significativo e positivo, o qual pode ser descrito segundo um modelo de regressão quadrática, exceto o tratamento com solo desinfestado no primeiro corte, cuja resposta pode ser descrita por um modelo de regressão linear. Estudando a produção total de MS do estilosantes nos dois cortes, verifica-se que para o tratamento com solo inoculado, a estimativa da produção máxima esperada de 33g MS/vaso ocorreu quando se aplicou a dose de 221,55mg P/kg solo. Para o tratamento com solo natural, a produção máxima esperada foi de 27,56g MS/vaso e ocorreu quando se aplicou uma dose de 222,33mg P/kg solo. No tratamento com solo desinfestado, a produção máxima de 18,71 g/vaso foi obtida com a aplicação de 300 mg de P/kg de solo. Estudando o efeito dos tratamentos de solo, observa-se que no primeiro corte os tratamentos de inoculação se sobressaíram sobre os demais em todas as doses de P estudadas, seguido pelo tratamento com solo natural e por último o tratamento com solo desinfestado, que apresentou um



desenvolvimento muito baixo em relação aos demais tratamentos (Tabela 3). No segundo corte, houve uma tendência de redução na produção de MS no tratamento com solo micorrizado, devido, supostamente, ao esgotamento das reservas de nutrientes do solo, mas mesmo assim apresentou um efeito igual ou superior ao tratamento com solo natural, e bem superior ao tratamento com solo desinfestado (Tabela 4). Observando a produção total de MS (nos dois cortes), nota-se que a inoculação micorrízica promoveu um aumento significativo na produção de MS da parte aérea do estilozantes em relação aos outros dois tratamentos. No tratamento com solo natural, o bom desempenho obtido, com relação à produção de MS, deve-se, provavelmente, à presença de fungos micorrízicos nativos (Tabela 5). Considerando o total dos dois cortes, verificou-se que para a produção de 14,97 g de MS/vaso, correspondente a 80% da produção máxima obtida no solo desinfestado, necessitou-se da aplicação das doses de 38,60, 57,18 e 225,75 mg de P/kg de solo para os tratamentos com solo inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. Isso representou uma redução nas necessidades de P da ordem de 82,9% para o solo inoculado e 74,64% para o solo natural, quando comparado ao solo desinfestado. A inoculação teve um efeito equivalente à aplicação de 187,15 mg de P/kg de solo; já a presença de fungos indígenas (solo natural) teve um efeito equivalente à aplicação de 168,57 mg de P/kg de solo.

Avaliando-se a influência das diferentes doses de P (Tabelas 3, 4 e 5 e Figura 2) sobre a produção de MS da parte aérea do andropogon e estilozantes consorciados, verifica-se que as respostas foram significativas e positivas, ajustando-se a um modelo de regressão quadrática. Observando o total dos dois cortes, vê-se que para o solo inoculado, a produção máxima de MS foi de 35,97g/vaso, e ocorreu com a aplicação de 231,80mg P/kg solo. Para o solo natural, a produção máxima (29,23g/vaso) ocorreu com a aplicação de 268,80mg P/kg solo. O solo desinfestado, por sua vez, teve a produção máxima (28,95g

MS/vaso) obtida com a aplicação de 268,78g P/kg solo. De uma maneira geral, os tratamentos com solo inoculado foram superiores aos demais em todos os cortes e doses de P avaliadas (Tabelas 3, 4 e 5). Já os tratamentos com solo natural foram superiores ao solo desinfestado somente nas doses inferiores de P (0, 50 e 100 mg P/kg solo), igualando-se nas doses superiores. Considerando o total dos dois cortes, nota-se que para uma produção de 23,16 g de MS/vaso (80% da produção máxima obtida em solo desinfestado) necessitou-se da aplicação das doses de 82,26 ,126,80 e 147,74 mg de P/kg de solo para os tratamentos com solo inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. Isso representou uma redução na necessidade de P da ordem de 44,32% para o solo inoculado e 14,17% para o solo natural ou um efeito equivalente a 65,48 mg de P/ kg de solo, devido à inoculação, e 20,94 mg de P/kg de solo devido à presença de fungos indígenas (solo natural).

A produção de MS da parte aérea do andropogon, em função das doses de P (Tabelas 3, 4, 5 e Figura 3), seguiu o modelo quadrática para todos os tratamentos de solo e cortes efetuados. Considerando-se o total dos cortes, nota-se que a produção máxima de MS da parte aérea no tratamento com solo inoculado (36,83g MS/vaso) ocorreu com a aplicação de uma dose de 215,02mg P/kg solo. Para o solo natural, a produção máxima (29,65g MS/vaso) ocorreu com a aplicação de 213,41mg P/kg solo. Já para o solo desinfestado, a produção máxima (25,60g MS/vaso) ocorreu com a aplicação de 276,21mg P/kg solo. Observa-se nas Tabelas 3, 4 e 5 que o tratamento com solo inoculado proporcionou as maiores produções de MS da parte aérea do andropogon, seguido pelo solo natural e o solo desinfestado. Para uma produção total de 20,48 g de MS/vaso (80% da produção máxima obtida em solo desinfestado), necessitou-se da aplicação das doses de 56,43, 78,80 e 132,00 mg de P/kg de solo para os tratamentos com solo inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. Isso representou uma redução na demanda de P de 57,25%

para o solo inoculado e 40,30% para o solo natural ou um efeito equivalente a 75,57 mg de P/ kg de solo, devido à inoculação e 53,20 mg de P/kg de solo, devido à presença de fungos indígenas (solo natural).

A produção de MS da parte aérea do braquiário e estilosantes consorciados, em função das doses de P, ajustou-se ao modelo de regressão quadrática para todos os tratamentos de solo e cortes efetuados (Tabelas 3, 4 e 5 e Figura 4). A produção total máxima estimada de MS da parte aérea do braquiário e estilosantes no tratamento com solo inoculado (34,93g MS/vaso) ocorreu quando foi aplicado a dose de 209,36mg P/kg solo. Para o solo natural, a produção total máxima (32,61g MS/vaso) ocorreu com a aplicação de 206,44mg P/kg solo. Já para o solo desinfestado, a produção total máxima (29,71g MS) foi obtida com a aplicação de 240,61mg P/kg solo. Os tratamentos em solo inoculado foram praticamente iguais aos tratamentos com solo natural, e superiores ao solo desinfestado em todos os cortes e doses de P estudadas (Tabelas 3, 4, 5). No total dos dois cortes, verificou-se que para uma produção de 23,77 g de MS/vaso, correspondente a 80% da produção máxima obtida no solo desinfestado, necessitou-se da aplicação das doses de 82,25, 86,21 e 124,50 mg de P/kg de solo para os tratamentos com solo inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. Isso representou uma redução nas necessidades de P da ordem de 33,93% para o solo inoculado e 30,75% para o solo natural, quando comparado ao solo desinfestado. A inoculação teve um efeito equivalente à aplicação de 42,25 mg de P/kg de solo; já a presença de fungos indígenas (solo natural) teve um efeito equivalente à aplicação de 38,29 mg de P/kg de solo.

A produção de MS do braquiário, em função das doses de P, ajustou-se ao modelo de regressão quadrática (Tabelas 3, 4, 5 e Figura 5). A produção total máxima estimada do braquiário de 41,45g MS/vaso foi obtida com a aplicação de aproximadamente 208,00mg de P/kg solo nos tratamentos com solo natural e

inoculado. Para o solo desinfestado, a produção total máxima estimada de 37,95g MS/vaso foi obtida com a aplicação de 220,11mg P/kg solo. Observa-se que, de um modo geral, no primeiro corte não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos de solo inoculado e natural. O solo desinfestado proporcionou menor desenvolvimento do braquiário em todas as doses de P estudadas (Tabela 3). No segundo corte, somente nas doses de 0, 50 e 100mg P/kg solo, ocorreram diferenças entre os tratamentos (Tabela 4). Considerando-se o total dos dois cortes, observa-se que o solo desinfestado foi inferior aos demais (Tabela 5). Para uma produção total de 30,36 g de MS/vaso (80% da produção máxima obtida em solo desinfestado), necessitou-se da aplicação das doses de 83,43; 85,22 e 116,88 mg de P/kg de solo, para os tratamentos com solo inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. Estima-se que houve uma redução na necessidade de P de aproximadamente 28,62% para o solo inoculado e 27,10% para o solo natural ou um efeito equivalente a 33,45 mg de P/ kg de solo, devido à inoculação, e 31,66 mg de P/kg de solo, devido à presença de fungos indígenas (solo natural).

Esses resultados evidenciam a importância da adubação fosfatada para o estabelecimento de espécies forrageiras em solos de baixa fertilidade. As espécies estudadas responderam de maneira acentuada à adubação fosfatada, sendo que, na sua ausência, a produção de MS foi muito reduzida, o que já era esperado. De uma maneira geral, todas as espécies responderam positivamente à aplicação de P até a dose de aproximadamente 200 mg /kg de solo, com exceção do estilosantes cultivado em solo desinfestado, que respondeu positivamente a doses de até 300 mg de P/ kg de solo. Resultados semelhantes foram observados por Guss (1988), Fonseca et al (1988) e Paulino et al (1994). A presença da colonização micorrízica, principalmente nas doses intermediárias de P, evidenciou os efeitos da adubação fosfatada, incrementando a produção de MS da parte aérea das espécies estudadas. Os melhores resultados foram obtidos

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		Total
		1º corte	2º corte	
<i>Sylosanthus guianensis</i>				
Solo	2	225,5167 **	256,2000 **	936,7167 **
Fósforo	4	276,5271 **	230,3229 **	1011,1729 **
S x F	8	16,3708 **	9,0698 **	46,0604 **
Resíduo	45	0,3528	0,2444	0,5583
Média		7,6830	8,7500	16,4300
CV (%)		7,73	5,65	4,55
<i>Andropogon gayanus e Sylosanthus guianensis</i>				
Solo	2	88,4292 **	42,5182 **	251,5515 **
Fósforo	4	325,9104 **	491,649 **	1608,8352 **
S x F	8	7,6010 **	4,9140 **	11,1140 **
Resíduo	45	0,8250	0,3426	19,6550
Média		8,1330	11,5220	19,6550
CV (%)		11,17	5,08	5,84
<i>Andropogon gayanus</i>				
Solo	2	110,3375 **	138,3042 **	480,2600 **
Fósforo	4	491,4000 **	234,5354 **	1391,3160 **
S x F	8	13,9937 **	4,1792 **	26,8970 **
Resíduo	45	0,6083	0,2322	0,9736
Média		10,7000	9,0330	19,7320
CV (%)		7,29	5,33	5,01
<i>Brachiaria brizantha e Sylosanthus guianensis</i>				
Solo	2	25,3042 **	9,0320 **	63,8911 **
Fósforo	4	614,9171 **	221,7396 **	1546,6046 **
S x F	8	4,1171 **	1,1903 **	8,6010 **
Resíduo	45	0,7775	0,2620	0,9861
Média		12,4800	8,7500	21,1800
CV (%)		7,10	5,85	4,69
<i>Brachiaria brizantha</i>				
Solo	2	36,6102 **	7,1165 **	77,0560 **
Fósforo	4	746,1361 **	391,4070 **	2194,689 **
S x F	8	6,4049 **	1,3304 **	6,4968 **
Resíduo	45	0,7188	0,3685	1,3814
Média		13,9100	13,3300	27,2580
CV (%)		6,09	4,55	4,31

** : significativo ao nível de 1% pelo teste F.

TABELA 2: Resumo das análises de variância da produção de MS da parte aérea (g/vaso) de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos

TABELA 3: Produção de MS da parte aérea (g/vaso) de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos e modelo de regressão de melhor ajuste para resposta a doses de P com respectivos coeficientes de determinação (R^2) do primeiro corte

Trat. Solo	Doses de Fósforo (mg/kg solo)					Regressão	
	0	50	100	200	300	Modelo	R^2
<i>Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	0,00 a	13,29 a	15,85 a	21,52 a	24,10 a	Q	0,87
Natural	0,00 a	13,65 a	16,16 a	19,02 a	23,72 a	Q	0,92
Desinf.	0,00 a	0,97 b	2,27 b	4,70 b	6,89 b	L	0,99
<i>Andropogon gayanus + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	0,00 a	9,62 a	13,25 a	14,25 a	15,50 a	Q	0,91
Natural	0,00 a	6,00 b	7,75 b	9,62 b	13,12 b	Q	0,93
Desinf.	0,00 a	3,62 c	8,12 b	9,37 b	11,75 b	Q	0,96
<i>Andropogon gayanus</i>							
Inoc.	0,00 a	14,37 a	15,75 a	18,12 a	18,00 a	Q	0,86
Natural	0,00 a	10,00 b	13,12 b	13,50 b	14,50 b	Q	0,88
Desinf.	0,00 a	4,62 c	11,62 c	12,37 b	14,50 b	Q	0,94
<i>Brachiaria brizantha + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	0,00 a	14,87 a	16,37 a	17,87 a	18,37 a	Q	0,84
Natural	0,00 a	13,37 a	16,12 a	17,37 a	16,50 b	Q	0,88
Desinf.	0,00 a	11,60 a	12,50 b	15,12 b	17,15 ab	Q	0,87
<i>Brachiaria brizantha</i>							
Inoc.	0,00 a	18,00 a	18,10 a	18,75 a	19,62 a	Q	0,75
Natural	0,00 a	15,75 b	19,12 a	19,25 a	18,25 ab	Q	0,85
Desinf.	0,00 a	11,75 c	16,35 b	16,50 b	17,25 b	Q	0,89

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada dose de P, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

L: Modelo linear; Q: Modelo quadrático.

TABELA 4: Produção de MS da parte aérea (g/vaso) de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos e modelo de regressão de melhor ajuste para resposta a doses de P com respectivos coeficientes de determinação (R^2) do segundo corte.

Trat. Solo	Doses de Fósforo (mg/kg solo)					Regressão	
	0	50	100	200	300	Modelo	R^2
<i>Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	2,75 a	11,00 a	12,75 a	14,00 a	15,75 a	Q	0,89
Natural	2,37 a	10,12 b	12,25 a	13,62 a	13,37 b	Q	0,92
Desinf.	0,00 b	2,62 c	3,62 b	7,37b	9,62 c	Q	0,99
<i>Andropogon gayanus + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	3,87 a	9,75 a	14,87 a	18,00 a	19,00 a	Q	0,99
Natural	2,32 b	8,62 b	13,50 b	14,87 c	16,87 b	Q	0,96
Desinf.	0,00 c	7,00 c	10,12 c	16,87 b	17,12 b	Q	0,99
<i>Andropogon gayanus</i>							
Inoc.	3,87 a	9,25 a	12,62 a	15,62 a	15,37 a	Q	0,99
Natural	3,00 b	8,87 a	10,75 b	12,87 b	12,37 b	Q	0,96
Desinf.	0,00 c	3,62 b	6,75 b	8,75 c	11,75 b	Q	0,98
<i>Brachiaria brizantha + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	1,95 a	8,37 a	10,87 a	13,25 a	12,50 a	Q	0,97
Natural	1,80 a	8,00 a	10,37 a	11,87 b	12,00 a	Q	0,95
Desinf.	1,62 a	6,62 b	9,00 b	10,75 c	12,25 a	Q	0,96
<i>Brachiaria brizantha</i>							
Inoc.	4,45 a	14,00 a	15,75 a	16,50 a	18,12 a	Q	0,86
Natural	4,37 a	13,12 ab	14,87 ab	16,62 a	18,87 a	Q	0,90
Desinf.	2,37 b	12,37 b	13,87 b	16,25 a	18,37 a	Q	0,90

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada dose de P, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

Q: Modelo quadrático.

TABELA 5: Produção de MS da parte aérea (g/vaso) de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos e modelo de regressão de melhor ajuste para resposta a doses de P com respectivos coeficientes de determinação (R²) para o total dos dois cortes.

Trat. Solo	Doses de Fósforo (mg/kg solo)					Regressão Modelo	R ²
	0	50	100	200	300		
<i>Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	2,75 a	22,37 a	25,75 a	28,62 a	31,25 a	Q	0,88
Natural	2,35 a	17,50 b	21,25 b	24,50 b	25,87 b	Q	0,92
Desinf.	0,00 b	4,25 c	7,25 c	13,62 c	19,12 c	Q	0,99
<i>Andropogon gayanus + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	3,87 a	18,37 a	28,12 a	32,25 a	34,50 a	Q	0,96
Natural	2,32 b	14,62 b	21,25 b	24,50 b	30,00 b	Q	0,95
Desinf.	0,00 c	10,62 c	18,25 c	26,25 b	28,87 b	Q	0,99
<i>Andropogon gayanus</i>							
Inoc.	3,87 a	23,62 a	28,37 a	33,75 a	33,37 a	Q	0,93
Natural	3,00 b	18,87 b	23,87 b	26,37 b	26,37 b	Q	0,92
Desinf.	0,00 c	8,25 c	18,37 c	21,12 c	26,25 b	Q	0,96
<i>Brachiaria brizantha + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	1,95 a	23,25 a	27,25 a	31,12 a	30,87 a	Q	0,90
Natural	1,80 a	21,37 b	26,50 a	28,50 b	28,50 b	Q	0,90
Desinf.	1,62 a	18,22 c	21,50 b	25,87 c	29,40 ab	Q	0,92
<i>Brachiaria brizantha</i>							
Inoc.	4,45 a	32,00 a	33,85 a	35,25 a	37,75 a	Q	0,80
Natural	4,37 ab	28,87 b	34,00 a	35,87 a	37,37 ab	Q	0,87
Desinf.	2,37 b	24,12 c	30,20 b	32,75 b	35,62 b	Q	0,90

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada dose de P, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

Q: Modelo quadrático.

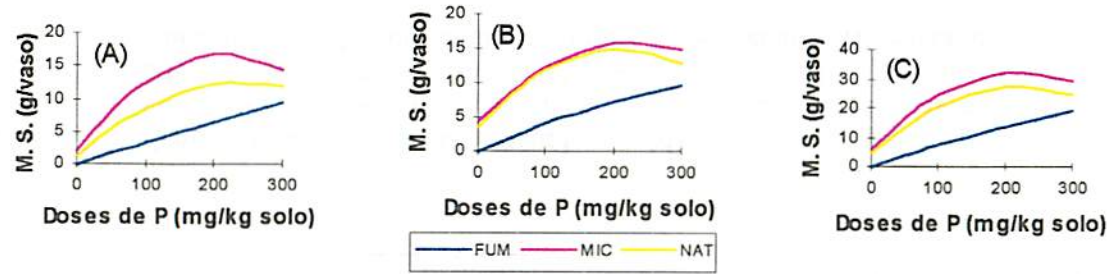


FIGURA 1: Representação gráfica produção de MS (g/vaso) da parte aérea do *Stylosantes guianensis*, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

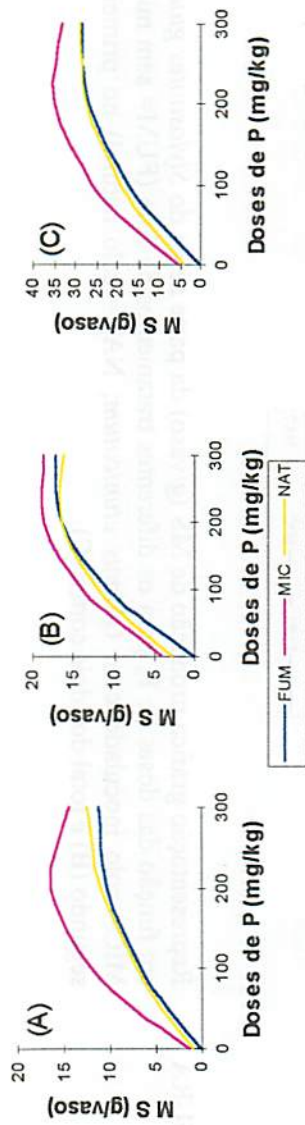


FIGURA 2: Representação gráfica da produção de MS (g/vaso) da parte aérea do *Andropogon gayanus* e *Stylosanthes guianensis* consorciados, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

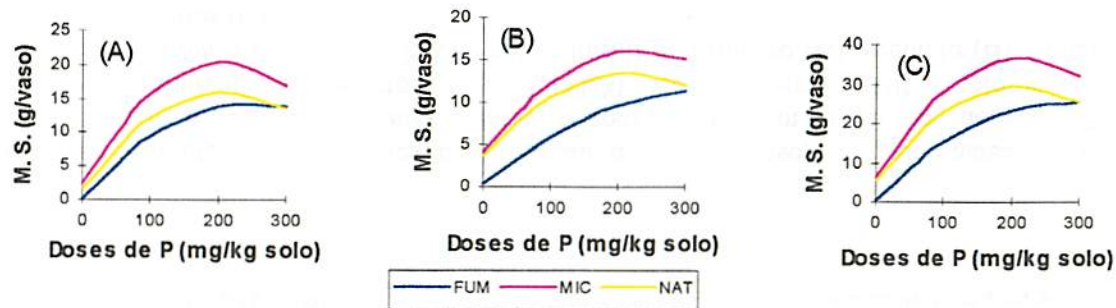


FIGURA 3: Representação gráfica da produção de MS (g/vase) da parte aérea do *Andropogon gayanus*, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

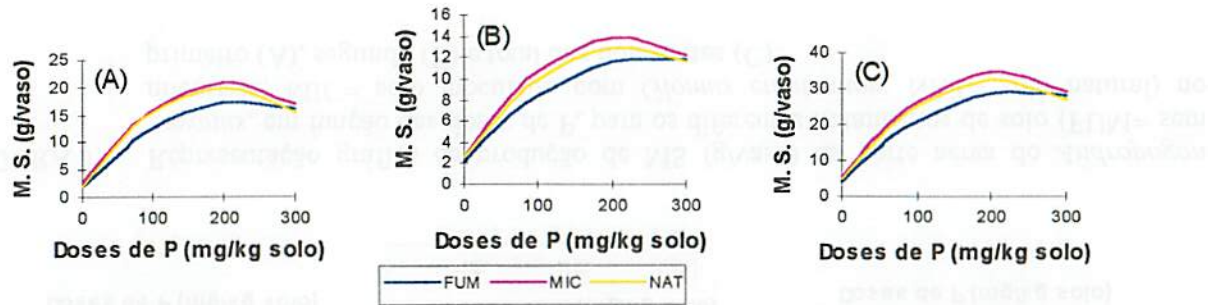


FIGURA 4: Representação gráfica da produção de MS (g/vaso) da parte aérea da *Brachiaria brizantha* e *Stylosantes guianensis* consorciados, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

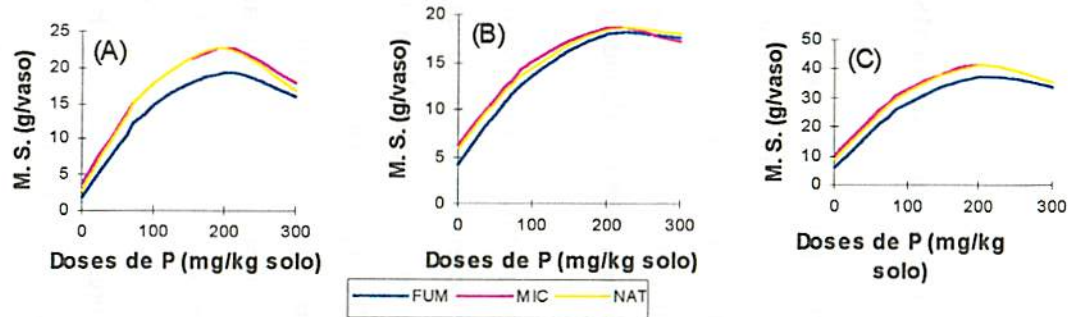


FIGURA 5: Representação gráfica da produção de MS (g/vaso) da parte aérea da *Brachiaria brizantha*, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

pelo estilosantes que, por possuir um sistema radicular pouco desenvolvido, é reconhecidamente, altamente dependente da condição micorrízica. Já para o andropogon e, principalmente, o braquiário, que possuem sistemas radiculares mais desenvolvidos, os resultados proporcionados pela colonização micorrízica foram menores, concordando com Lopes (1980), Sano (1984), Howeler, Sieverding e Saif (1987) e Lambais e Cardoso (1993).

4.2 Quantidade acumulada de proteína bruta na MS da parte aérea

De maneira geral, verificaram-se, para a quantidade acumulada de PB na MS, efeitos altamente significativos dos tratamentos sobre as espécies e/ou formas de cultivos estudadas (Tabela 6). Observa-se que a estimativa dos coeficientes de variação de maior magnitude foi de 13,46%, sendo considerados como baixos a médios (Pimentel Gomes, 1990), refletindo uma boa precisão experimental.

A quantidade acumulada de PB na MS da parte aérea do estilosantes, em função das doses de P, seguiu o modelo de regressão quadrática para os tratamentos com solos inoculado e natural, e o modelo linear para o tratamento com solo desinfestado (Tabelas 7, 8, 9 e Figura 6). Observa-se no primeiro corte, que a quantidade acumulada de PB na MS do estilosantes foi superior no tratamento com solo inoculado, em relação ao solo desinfestado em todas as doses de P aplicadas. Com relação ao tratamento com solo natural, essa superioridade ocorreu somente nas doses intermediárias de P, ou seja, 50 e 100mg P/kg solo. Nas doses maiores (200 e 300 mg P/kg solo), houve equiparação entre os tratamentos com solo inoculado e solo natural (Tabela 7). No segundo corte, os tratamentos com solo natural e solo inoculado diferenciaram-se somente na dose maior de P, sendo os dois superiores ao tratamento com solo fumigado, comportamento que se repetiu para o total dos

dois cortes (Tabelas 8 e 9). A quantidade acumulada de PB na MS da parte aérea do estilosantes no total dos dois cortes, para os tratamentos com solos inoculado e natural, atingiu o ponto de máximo de 3,693 g PB/vaso com a aplicação de 231,68 mg P/kg de solo. Para o tratamento com solo desinfestado, a quantidade máxima de PB acumulada na parte aérea (2,28 g/vaso) ocorreu com a aplicação de 300 mg P/kg solo.

A quantidade acumulada de PB na MS da parte aérea do andropogon e estilosantes consorciados, em função das diferentes doses de P, ajustou-se ao modelo de regressão quadrática para todos os tratamentos de solo e em todos os cortes (Tabelas 7, 8, 9 e Figura 7) No primeiro corte, nota-se que o acúmulo de PB no tratamento com solo inoculado foi superior aos demais, exceto na dose de 200 mg P/kg solo (Tabela 7). No segundo corte e no total dos dois cortes, houve uma semelhança entre os tratamentos com solo natural e inoculado, exceto nas doses de 50 e 100 mg P/kg solo. De modo geral, o tratamento com solo desinfestado foi inferior aos demais em todos os cortes avaliados. Para o total dos dois cortes, observa-se que no tratamento com solo inoculado, a quantidade máxima de PB acumulada (2,51 g PB/vaso) ocorreu com a aplicação de 241,70 mg P/kg solo. Para o solo natural, o ponto de máximo acúmulo (2,45 g PB/vaso) ocorreu com a aplicação de 227,17mg P/kg solo. No solo desinfestado, o acúmulo máximo (2,04 g PB/vaso) ocorreu com a aplicação de 237,87 mg P/kg solo.

A quantidade acumulada de PB na MS da parte aérea do andropogon, em função das doses de P, podem ser descritas segundo o modelo de regressão quadrática para todos os tratamentos de solo e em todos os cortes avaliados (Tabelas 7, 8, 9 e Figura 8) O conteúdo de PB da parte aérea do andropogon no primeiro corte não diferiu nos tratamentos com solo inoculado e solo natural, que foram superiores ao tratamento com solo desinfestado, exceto na dose de 100 mg P/kg solo. No segundo e no total dos dois cortes, o tratamento com solo

inoculado foi superior e o solo desinfestado inferior (Tabelas 7, 8, 9). Para o solo inoculado, a dose de P que promoveu o acúmulo total máximo de PB (2,44g PB/vaso) foi de 215,69 mg P/kg solo. Para o solo natural, o acúmulo máximo de PB (2,23g PB/vaso) ocorreu com a aplicação de 201,55mg P/kg solo. O solo desinfestado, por sua vez, teve o seu ponto máximo de acúmulo (1,71g PB/vaso) com a aplicação de 242,12mg P/kg solo.

A quantidade acumulada de PB na MS do braquiarião e estilosantes consorciados, em função das doses de P, seguiu o modelo de regressão quadrática (Tabelas 7, 8, 9 e Figura 9). De maneira geral, os tratamentos com solo inoculado e solo natural tiveram comportamentos semelhantes e superiores ao tratamento com solo desinfestado (Tabelas 7,8 e 9). Para a condição de solo inoculado, a dose de 197,24mg P/kg solo promoveu o acúmulo total máximo estimado de PB (3,05g PB/vaso). Para o solo natural, o acúmulo total máximo estimado (2,94mg PB/vaso) ocorreu com a aplicação de 201,21mg P/kg solo. Já para o solo desinfestado, o acúmulo total máximo estimado de 2,64g PB/vaso foi obtido quando se aplicou a dose de 237,79mg P/kg solo.

A quantidade acumulada de PB na MS da parte aérea do braquiarião, em função das diferentes doses de P, ajustou-se a um modelo de regressão quadrática para todos os tratamentos de solo e cortes analisados (Tabelas 7,8 e 9 e Figura 10). No primeiro corte, os tratamentos de solo praticamente foram iguais, exceto na dose de 50 mg P/kg solo em que o solo inoculado superou os demais (Tabela 7). No segundo corte, o tratamento com solo inoculado foi superior aos outros dois, que não diferenciaram entre si (Tabela 8). No total dos dois cortes, de modo geral, os três tratamentos de solo diferenciaram-se apenas nas doses intermediárias de P, com solo inoculado superando os demais (Tabela 9). Para o solo inoculado, o acúmulo total máximo estimado de PB (3,94g/vaso) foi obtido com a aplicação de 191,89mg P/kg solo. No solo natural, o acúmulo total máximo estimado (3,64g PB/vaso) ocorreu na dose de 202,02mg P/kg solo.

Já para o solo desinfestado, o ponto máximo de acúmulo de 3,40g PB/vaso foi obtido com a aplicação de 216,77mg P/kg solo.

No decorrer do período experimental, não se observaram sintomas típicos de deficiência de N nas plantas, mesmo nas gramíneas cultivadas em consórcio, nas quais não se aplicou adubação nitrogenada. Por outro lado, as plantas cultivadas com as doses menores ou ausentes de P, principalmente no tratamento com solo desinfestado, apresentaram conteúdos bastante reduzidos de N na parte aérea. Isso já era esperado, pois a adubação fosfatada e/ou a presença da colonização micorrízica, estimulando a absorção de P, é essencial para a nodulação e, conseqüentemente, para a fixação biológica do N atmosférico. Como no solo desinfestado a taxa de colonização micorrízica foi praticamente nula, a nodulação e fixação de N no estíloso somente ocorreram com as doses maiores de P. Segundo Paulino, Ocampo e Bedmar (1986), as micorrizas arbusculares desempenham importante papel na fixação biológica de N, já que asseguram um melhor suprimento de P, concorrendo para um melhor desenvolvimento radicular e uma maior taxa fotossintética, que resulta em maior nodulação e fixação de N₂. As gramíneas solteiras receberam adubação nitrogenada em quantidades adequadas, não sendo o N, portanto, um fator limitante. O maior acúmulo de PB na MS das espécies, provocado pelo aumento nas doses de P e presença de micorrizas, estaria mais relacionado a melhor nutrição fosfatada e a uma maior produção de MS. Pelo estado apresentado pelas gramíneas em consórcio, que não receberam adubação nitrogenada, é bem provável que elas tenham se beneficiado, de alguma maneira, do N₂ fixado pela leguminosa.

TABELA 3: Resumo das análises de variância para quantidade acumulada de PB na MS da parte aérea (g/vaso) de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios	
		1º corte	2º corte
<i>Stylosanthes guianensis</i>			
Solo	2	3,4412 **	3,8609 **
Fósforo	4	5,2843 **	3,2538 **
S x F	8	0,2546 **	0,1059 **
Resíduo	45	0,0159	0,0043
Média		1,0635	0,9880
CV (%)		11,81	6,64
<i>Andropogon gayanus e Stylosanthes guianensis</i>			
Solo	2	0,2699 **	0,4270 **
Fósforo	4	1,9195 **	2,5580 **
S x F	8	0,0333 **	0,0350 **
Resíduo	45	0,0069	0,0102
Média		0,6548	0,7975
CV (%)		12,66	12,66
<i>Andropogon gayanus</i>			
Solo	2	0,3932 **	0,7687 **
Fósforo	4	2,4050 **	1,0850 **
S x F	8	0,0662 **	0,0146 **
Resíduo	45	0,01088	0,0035
Média		0,7825	0,6230
CV (%)		13,33	9,49
<i>Brachiaria brizantha e Stylosanthes guianensis</i>			
Solo	2	0,3446 **	0,0397 **
Fósforo	4	8,8097 **	0,6230 **
S x F	8	0,0984 **	0,0096 **
Resíduo	45	0,0251	0,0037
Média		1,5200	0,5000
CV (%)		10,44	12,20
<i>Brachiaria brizantha</i>			
Solo	2	0,1196 ns	0,7923 **
Fósforo	4	8,8121 **	2,2402 **
S x F	8	0,1519 *	0,0628 **
Resíduo	45	0,0424	0,0167
Média		1,5320	0,9590
CV (%)		13,44	13,46

* ** : significativo ao nível de 5% e 1% pelo teste F.
ns : não significativo

1,1526 **
19,2554 **
0,2665 **
0,0506

0,4290 **
12,1330 **
0,1235 **
0,0230

2,2267 **
6,5331 **
0,1318 **
0,0138

0,9840 **
8,9775 **
0,0605 **
0,0120

14,5366 **
16,8465 **
0,6301 **
0,0196

Total

TABELA 7: Quantidade acumulada de PB (mg/vaso) na MS da parte aérea de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos, modelo de regressão de melhor ajuste para resposta a doses de P com respectivos coeficientes de determinação(R²) no primeiro corte

Trat. Solo	Doses de Fósforo (mg/kg solo)					Regressão	
	0	50	100	200	300	Modelo	R ²
<i>Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	0,00 a	1,44 a	1,68 a	1,78 a	2,03 a	Q	0,84
Natural	0,00 a	1,17 b	1,37 b	1,58 a	1,91 a	Q	0,89
Desinf.	0,00 a	0,28 c	0,54 c	0,91 b	1,29 b	L	0,99
<i>Andropogon gayanus + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	0,00 a	0,83 a	0,93 a	0,95 a	1,17 a	Q	0,80
Natural	0,00 a	0,53 b	0,73 b	0,93 a	1,01 b	Q	0,96
Desinf.	0,00 a	0,38 c	0,67 b	0,81 a	0,87 c	Q	0,98
<i>Andropogon gayanus</i>							
Inoc.	0,00 a	1,10 a	1,11 a	1,10 a	1,21 a	Q	0,66
Natural	0,00 a	0,93 a	1,10 a	0,99 ab	1,08 ab	Q	0,84
Desinf.	0,00 a	0,45 b	0,87 a	0,83 b	0,95 b	Q	0,91
<i>Brachiaria brizantha + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	0,00 a	2,02 a	2,08 a	2,14 a	2,01 a	Q	0,78
Natural	0,00 a	1,69 b	1,99 a	1,94 ab	1,96 a	Q	0,82
Desinf.	0,00 a	1,44 b	1,57 b	1,85 b	2,08 a	Q	0,87
<i>Brachiaria brizantha</i>							
Inoc.	0,00 a	2,29 a	1,83 a	1,91 ab	1,82 a	Q	0,59
Natural	0,00 a	1,91 b	2,09 a	2,04 a	1,87 a	Q	0,79
Desinf.	0,00 a	1,60 b	1,83 a	1,67 b	2,01 a	Q	0,74

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada dose de P, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.
L: Modelo linear; Q: Modelo quadrático.

TABELA 8: Quantidade acumulada de PB (mg/vaso) na MS da parte aérea de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos, modelo de regressão de melhor ajuste para resposta a doses de P com respectivos coeficientes de determinação(R²) do o segundo corte

Trat. Solo	Doses de Fósforo (mg/kg solo)					Regressão	
	0	50	100	200	300	Modelo	R ²
<i>Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	0,31 a	1,16 a	1,32 a	1,73 a	1,87 a	Q	0,95
Natural	0,27 a	1,11 a	1,26 a	1,66 a	1,71 b	Q	0,95
Desinf.	0,00 b	0,29 b	0,38 b	0,74 b	0,98 c	Q	0,99
<i>Andropogon gayanus + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	0,21 a	0,61 a	1,21 a	1,23 a	1,32 a	Q	0,99
Natural	0,14 ab	0,59 a	0,98 b	1,22 ab	1,30 a	Q	0,93
Desinf.	0,00 b	0,44 a	0,65 c	1,05 b	1,00 b	Q	0,99
<i>Andropogon gayanus</i>							
Inoc.	0,25 a	0,76 a	0,92 a	1,01 a	1,11 a	Q	0,92
Natural	0,17 a	0,58 b	0,74 b	0,88 b	0,82 b	Q	0,97
Desinf.	0,00 b	0,28 c	0,45 c	0,63 c	0,73 b	Q	0,99
<i>Brachiaria brizantha + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	0,15 a	0,51 a	0,62 a	0,72 a	0,66 a	Q	0,95
Natural	0,12 a	0,45 ab	0,63 a	0,73 a	0,67 a	Q	0,98
Desinf.	0,11 a	0,38 b	0,51 b	0,55 b	0,69 a	Q	0,92
<i>Brachiaria brizantha</i>							
Inoc.	0,31 a	1,39 a	1,43 a	1,30 a	1,52 a	Q	0,67
Natural	0,20 a	0,69 b	0,95 b	1,16 ab	1,22 b	Q	0,98
Desinf.	0,14 a	0,86 b	0,94 b	1,07 b	1,21 b	Q	0,86

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada dose de P, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

Q: Modelo quadrático.

TABELA 9: Quantidade acumulada de PB (mg/vaso) na MS da parte aérea de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos, modelo de regressão de melhor ajuste para resposta a doses de P com respectivos coeficientes de determinação (R²) para o total dos dois cortes

Trat. Solo PB Total	Doses de Fósforo (mg/kg solo)					Regressão	
	0	50	100	200	300	Modelo	R ²
<i>Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	0,31 a	2,55 a	2,94 a	3,44 a	3,90 a	Q	0,90
Natural	0,27 a	2,39 a	2,77 a	3,34 a	3,64 b	Q	0,91
Desinf.	0,00 b	0,54 b	0,92 b	1,67b	2,28 c	Q	0,99
<i>Andropogon gayanus + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	0,21 a	1,44 a	1,91 a	2,16 a	2,49 a	Q	0,93
Natural	0,14 ab	1,15 b	1,95 a	2,20 a	2,30 a	Q	0,97
Desinf.	0,00 b	0,85 c	1,35 b	1,95 b	1,92 b	Q	0,99
<i>Andropogon gayanus</i>							
Inoc.	0,25 a	1,86 a	2,03 a	1,99 a	2,32 a	Q	0,77
Natural	0,17 a	1,50 b	1,81 b	1,98 a	1,88 b	Q	0,90
Desinf.	0,00b	0,73 c	1,31 c	1,47 b	1,68 c	Q	0,96
<i>Brachiaria brizantha + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	0,15 a	2,29 a	2,37 a	2,71 a	2,51 a	Q	0,84
Natural	0,12 a	1,95 b	2,45 a	2,54 a	2,49 a	Q	0,88
Desinf.	0,11 a	1,65 c	1,97 b	2,24 b	2,62 a	Q	0,89
<i>Brachiaria brizantha</i>							
Inoc.	0,31 a	3,62 a	3,25 a	3,19 a	3,33 a	Q	0,63
Natural	0,20 a	2,52 b	2,96 ab	3,16 a	3,11 a	Q	0,87
Desinf.	0,14 a	2,49 b	2,81 b	2,73 b	3,24 a	Q	0,78

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada dose de P, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

Q: Modelo quadrático.

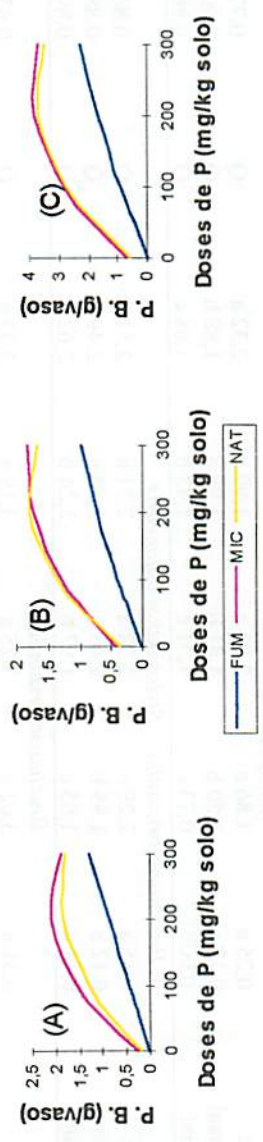


FIGURA 6: Representação gráfica da quantidade acumulada de PB (g/vaso) na MS da parte aérea do *Stylosanthes guianensis*, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

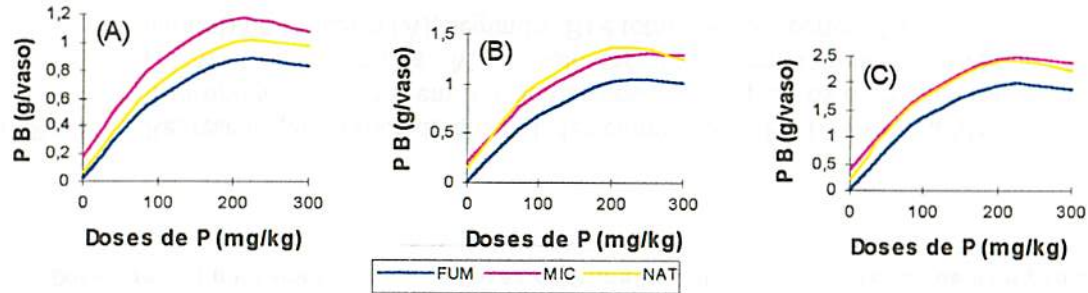


FIGURA 7: Representação gráfica da quantidade acumulada de PB(g/vaso) na MS da parte aérea do *Andropogon gayanus* e *Stylosanthes guianensis* consorciados, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

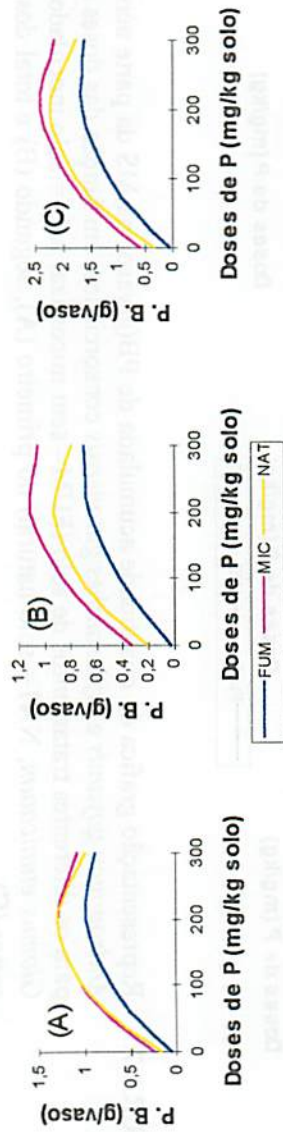


FIGURA 8: Representação gráfica da quantidade acumulada de PB (g/vaso) na MS da parte aérea do *Andropogon gayanus*, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

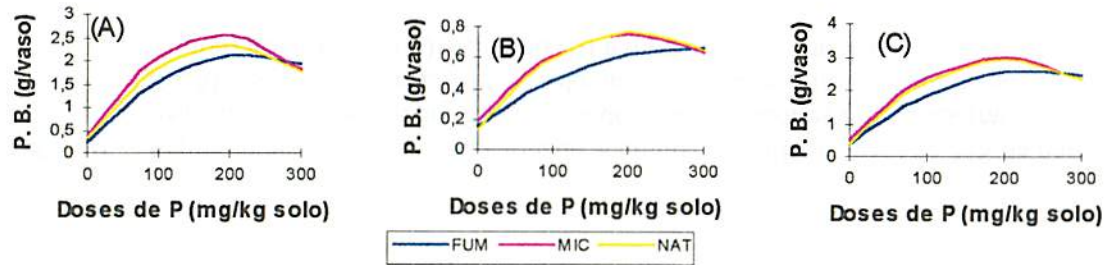


FIGURA 9: Representação gráfica da quantidade acumulada de PB (g/vaso) na MS da parte aérea da *Brachiaria brizantha* e *Stylosanthes guianensis* consorciados, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

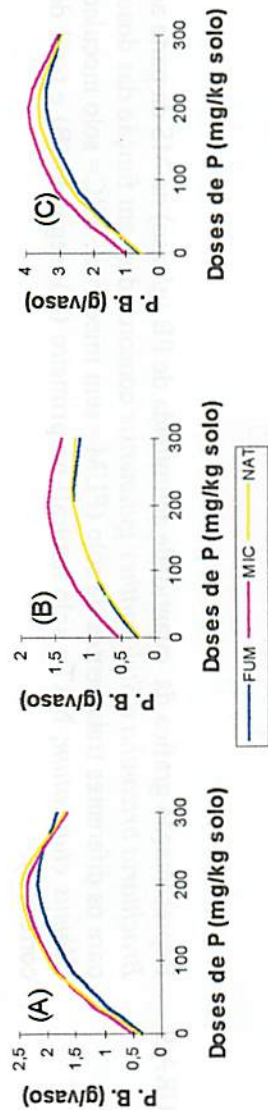


FIGURA 10: Representação gráfica da quantidade acumulada de PB (g/vaso) na MS da parte aérea da *Brachiaria brizantha*, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

4.3 Quantidade acumulada de fósforo na MS da parte aérea

A análise de variância para quantidade acumulada de P revelou efeitos significativos dos tratamentos para todas as espécies e/ou formas de cultivo estudadas, exceto para a interação solo x P de braquiário e estilantes e o tratamento de solo para o braquiário, ambos no segundo corte (Tabela 10). Os coeficientes de variação situaram-se entre 9,23 a 20,38%, valores considerados médios, refletindo uma boa precisão experimental (Pimentel Gomes, 1990).

A quantidade acumulada de P na MS da parte aérea do estilantes, em função das diferentes doses de P aplicadas (Tabela 11, 12 e 13 e Figura 11), ajustou-se ao modelo de regressão quadrática nos tratamentos com solos inoculado e natural e modelo linear para o solo desinfestado. No tratamento com solo inoculado, a estimativa da quantidade total máxima de P acumulada na parte aérea do estilantes (53,11 mg P/vaso), ocorreu com a aplicação de uma dose de 300 mg P/kg solo. No tratamento com solo natural, o acúmulo total máximo de P (43,49 mg P/vaso) ocorreu com a aplicação de 259,77 mg P/kg de solo. Já no solo desinfestado, nota-se que houve um acréscimo médio de 0,55 mg na quantidade acumulada de P na MS da parte aérea do estilantes para cada unidade de aumento na dose de P. No primeiro corte, os tratamentos com solo natural e solo inoculado foram semelhantes e superiores ao tratamento com solo desinfestado (Tabela 11). No segundo corte e no total dos dois cortes, o solo inoculado foi superior ao solo natural somente nas doses de 200 e 300 mg/kg de solo, ao passo que o tratamento com solo desinfestado foi inferior aos demais em todas as doses de P estudadas (Tabelas 12 e 13).

A quantidade acumulada de P na MS da parte aérea do andropogon e estilantes, em função das doses de P, seguiu o modelo de regressão linear no tratamento com solo desinfestado, no primeiro, segundo cortes e no total dos dois cortes e no solo inoculado no segundo corte; nos demais casos, as respostas

seguiram o modelo quadrática (tabelas 11,12 e 13 e Figura 12). Para o solo inoculado, a quantidade total máxima acumulada de P (40,48 mg P/vaso) ocorreu com a aplicação de 300 mg de P/ kg de solo. Para o solo natural, o ponto máximo de acúmulo de 33,35mg P /vaso ocorreu com a aplicação de 280,32mg P/kg solo. No solo desinfestado, para cada unidade de aumento na dose de P, ocorreu um acréscimo médio de 0,078 mg na quantidade de P acumulada na MS da parte aérea do andropogon e estilosantes. O solo desinfestado foi inferior aos demais em todos os cortes e doses de P avaliadas, enquanto o tratamento de solo inoculado foi superior ao solo natural nas doses de 100 e 200 mg P/kg solo, no primeiro corte, e 300 mg P/kg solo no primeiro corte e no total dos dois cortes (Tabelas 11, 12 e 23).

As respostas do andropogon à aplicação de P seguiram o modelo de regressão quadrática para todos os tratamentos de solo e todos os cortes, com exceção do segundo corte, em solo desinfestado, que foi melhor descrito por um modelo linear (Tabelas 11, 12, 13 e Figura 13). Para o solo natural, o acúmulo total máximo estimado de P na parte aérea do andropogon (30,15 mg P/vaso) ocorreu com a aplicação de 216,74 mg P/kg solo. A quantidade total máxima acumulada de P para os tratamentos com solo inoculado (37,10 mg P/vaso) e com o solo desinfestado (20,01 mg P/vaso) foram obtidos com a aplicação de 300 mg P/kg solo. Nas doses abaixo de 200 mg de P, ocorreu uma semelhança entre os tratamentos com solo inoculado e solo natural; no primeiro corte e total dos dois cortes; acima de 200 mg de P, o tratamento com solo inoculado foi superior, e o com solo desinfestado, mostrou-se inferior aos demais em todas as doses de P estudadas (Tabelas 11, 12 e 13).

A quantidade acumulada de P na MS da parte aérea do braquiarião e estilosantes, em função das doses de P, seguiu o modelo de regressão quadrática (Tabelas 11, 12, 13 e Figura 14). No solo inoculado, a dose de 231,60 mg P/kg solo promoveu o acúmulo máximo total de P igual a 61,52 mg P/kg vaso. Para o

solo natural, o acúmulo total máximo estimado (53,08 mg P/vaso) ocorreu com a aplicação de 244,45 mg P/kg solo. Já para o solo desinfestado, o acúmulo total máximo estimado (54,68 mg P/vaso) foi obtido com aplicação de 312,31mg P/kg solo. O conteúdo de P na MS da parte aérea do braquiário e estilóides, de modo geral, foi superior no tratamento com solo inoculado. Os tratamentos com solos natural e desinfestado foram equivalentes (Tabelas 11, 12 e 13).

A quantidade acumulada de P na MS da parte aérea do braquiário, em função das diferentes doses de P, ajustou-se ao modelo quadrática de regressão (Tabelas 11, 12 e 13 e Figura 15). Para o solo inoculado, o acúmulo total máximo estimado de P (73,66 mg /vaso) ocorreu com a aplicação de 240,24 mg P/kg solo. As quantidades totais máximas de P acumuladas para os tratamentos com solo natural (65,76 mg P/vaso) e com solo desinfestado (78,68 mg P/vaso) foram obtidas com a aplicação de 300 mg P/kg solo. No primeiro corte, o tratamento com solo inoculado superou o tratamento com solo natural em todas as doses testadas de P, enquanto o solo inoculado foi superior ao desinfestado apenas nas doses de 50 e 100 mg P/kg solo (Tabela 11). No segundo corte, os tratamentos de solo comportaram-se de maneira semelhante, exceto nas doses de 50 e 100 mg P/kg solo, em que o solo desinfestado foi superior ao solo natural (Tabela 12). No total dos dois cortes, nota-se que os solos inoculado e desinfestado foram equivalentes em todas as doses de P aplicadas, exceto na de 100 mg/kg solo. O tratamento com solo natural foi inferior aos demais nas doses maiores que 50 mg P/kg solo (Tabela 13).

Pelo exposto, verificou-se que as quantidades acumuladas de P na MS da parte aérea das espécies estudadas aumentaram significativamente com o aumento nas doses de P, sendo que os dados ajustaram-se a modelos de regressão lineares e quadráticas. Resultados similares foram encontrados por Guss (1988) e Fonseca (1997). Notou-se, também, que esses resultados foram evidenciados pela presença de micorrizas. A quantidade acumulada de P foi

TABELA 10: Resumo das análises de variância para quantidade acumulada de P na MS da parte aérea (mg/vaso) de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos

Fontes de variação	GL	1º corte		2º corte		Total	
		Quadrados Médios					
Solo	2	920,6015 **	611,1136 **	3093,1090 **			
Fósforo	4	578,9348 **	623,8576 **	2365,6342 **			
S x F	8	62,9499 **	49,7748 **	216,2530 **			
Resíduo	45	2,8208	1,1785	4,6220			
Média		10,8200	10,2533	21,2091			
CV (%)		15,53	10,59	10,14			
<i>Andropogon gayanus e Stylosanthes guianensis</i>							
Solo	2	247,8126 **	173,1101 **	833,3580 **			
Fósforo	4	344,4535 **	550,6940 **	1716,0214 **			
S x F	8	22,6453 **	9,8876 *	33,1906 **			
Resíduo	45	2,2826	3,5966	6,4878			
Média		7,4130	11,1100	18,2783			
CV (%)		20,38	17,07	13,93			
<i>Andropogon gayanus</i>							
Solo	2	127,3006 **	198,6831 **	635,7243 **			
Fósforo	4	351,8695 **	302,3963 **	1307,7500 **			
S x F	8	14,6710 **	18,7202 **	55,7470 **			
Resíduo	45	1,7410	2,0692	4,1130			
Média		8,3890	8,0220	16,5130			
CV (%)		15,73	17,93	12,31			
<i>Brachiaria brizantha e Stylosanthes guianensis</i>							
Solo	2	107,2186 **	75,7270 **	410,0780 **			
Fósforo	4	2309,7731 **	697,7301 **	5223,5344 **			
S x F	8	62,0702 **	5,9524 ns	46,5721 **			
Resíduo	45	4,4570	4,7925	13,8082			
Média		22,5900	13,0250	34,9200			
CV (%)		9,34	16,81	10,64			
<i>Brachiaria brizantha</i>							
Solo	2	211,7465 **	8,7182 ns	247,6190 **			
Fósforo	4	2596,6580 **	1568,9462 **	7897,9950 **			
S x F	8	137,5825 **	10,1481 *	95,8440 **			
Resíduo	45	13,2510	4,4674	17,3626			
Média		24,9300	20,3690	45,1560			
CV (%)		14,60	10,37	9,23			

* e ** : significativo ao nível de 5% e 1% pelo teste F.
ns: não significativo

TABELA 11: Quantidade acumulada de P (mg/vaso) na MS da parte aérea de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos e modelo de regressão de melhor ajuste para resposta a doses de P com respectivos coeficientes de determinação (R²) do primeiro corte

Trat. Solo	Doses de Fósforo (mg/kg solo)					Regressão	
	0	50	100	200	300	Modelo	R ²
<i>Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	0,00 a	13,29 a	15,85 a	21,52 a	24,10 a	Q	0,94
Natural	0,00 a	13,65 a	16,16 a	19,02 a	23,72 a	Q	0,89
Desinf.	0,00 a	0,97 b	2,27 b	4,70 b	6,89 b	L	0,99
<i>Andropogon gayanus + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	0,00 a	6,22 a	13,86 a	14,82 a	18,94 a	Q	0,94
Natural	0,00 a	6,02 a	7,71 b	11,06 b	13,80 b	Q	0,97
Desinf.	0,00 a	1,29 b	3,66 c	4,69 c	9,11 c	L	0,96
<i>Andropogon gayanus</i>							
Inoc.	0,00 a	9,67 a	10,25 a	13,56 a	18,91 a	Q	0,90
Natural	0,00 a	8,72 a	11,22 a	12,47 a	13,15 b	Q	0,91
Desinf.	0,00 a	2,94 b	5,54 b	8,61 b	10,84 c	Q	0,99
<i>Brachiaria brizantha + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	0,00 a	29,01 a	26,77 a	30,69 a	39,45 a	Q	0,78
Natural	0,00 a	22,69 b	25,37 ab	29,51 a	31,82 b	Q	0,82
Desinf.	0,00 a	13,10 c	22,05 b	29,46 a	39,00 a	Q	0,87
<i>Brachiaria brizantha</i>							
Inoc.	0,00 a	32,36 a	34,77 a	34,27 a	40,16 a	Q	0,76
Natural	0,00 a	33,65 a	20,59 b	23,06 b	31,81 b	Q	0,42
Desinf.	0,00 a	20,24 b	24,96 b	32,85 a	45,21 a	Q	0,94

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada dose de P, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.
L: Modelo linear, Q: Modelo quadrático.

TABELA 12: Quantidade acumulada de P (mg/vaso) na MS da parte aérea de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos e modelo de regressão de melhor ajuste para resposta a doses de P com respectivos coeficientes de determinação (R²) do segundo corte

Trat. Solo	Doses de Fósforo (mg/kg solo)					Regressão	
	0	50	100	200	300	Modelo	R ²
<i>Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	1,65 ab	8,80 a	11,16 a	20,98 a	28,31 a	Q	0,99
Natural	2,01 a	9,60 a	12,50 a	18,42 b	20,69 b	Q	0,99
Desinf.	0,00 b	1,50 b	2,47 b	5,87 c	9,81 c	L	0,99
<i>Andropogon gayanus + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	4,79 a	8,86 a	10,75 b	18,51 a	21,36 a	L	0,97
Natural	2,95 ab	6,77 ab	15,20 a	18,19 a	20,66 a	Q	0,96
Desinf.	0,00 b	4,57 b	6,34 c	12,25 b	15,39 b	L	0,97
<i>Andropogon gayanus</i>							
Inoc.	1,81 a	8,67 a	10,11 a	13,29 b	18,01 a	Q	0,98
Natural	1,37 a	5,79 b	9,51 a	16,52 a	13,31 b	Q	0,94
Desinf.	0,00 a	2,37 c	3,89 b	6,56 c	9,09 c	L	0,98
<i>Brachiaria brizantha + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	3,02 a	11,09 a	17,41 a	22,84 a	21,22 a	Q	0,95
Natural	2,02 a	7,81 b	13,25 b	18,99 b	21,39 a	Q	0,98
Desinf.	1,79 a	7,25 b	11,87 b	16,70 b	18,72 b	Q	0,92
<i>Brachiaria brizantha</i>							
Inoc.	4,71 a	14,32 b	21,95 a	28,01 a	33,51 a	Q	0,99
Natural	4,15 a	13,40 b	19,00 b	27,81 a	33,51 a	Q	0,99
Desinf.	2,96 a	17,97 a	23,55 a	27,25 a	33,02 a	Q	0,94

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada dose de P, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

L: Modelo linear; Q: Modelo quadrático.

TABELA 13: Quantidade acumulada de P (mg/vaso) na MS da parte aérea de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos e modelo de regressão de melhor ajuste para resposta a doses de P com respectivos coeficientes de determinação (R²) para o total dos dois cortes

Trat. Solo	Doses de Fósforo (mg/kg solo)					Regressão	
	0	50	100	200	300	Modelo	R ²
<i>Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	1,65 a	21,81 a	26,99 a	42,96 a	53,11 a	Q	0,98
Natural	2,01 a	24,06 a	29,17 a	37,97 b	43,94 b	Q	0,95
Desinf.	0,00 a	2,44 b	4,90 b	10,89 c	16,22 c	L	0,99
<i>Andropogon gayanus + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	4,79 a	15,09 a	23,81 a	33,29 a	40,48 a	Q	0,99
Natural	2,95 ab	12,80 a	22,59 a	29,40 a	33,69 b	Q	0,99
Desinf.	0,00 b	5,32 b	9,79 b	16,02 b	24,15 c	L	0,99
<i>Andropogon gayanus</i>							
Inoc.	1,81 a	15,35 a	20,58 a	26,97 a	37,10 a	Q	0,96
Natural	1,37 a	17,43 a	21,24 a	28,99 a	26,63 b	Q	0,96
Desinf.	0,00 a	5,31 b	9,62 b	15,26 b	20,01 c	Q	0,99
<i>Brachiaria brizantha + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	3,02 a	38,34 a	44,85 a	54,47 a	59,34 a	Q	0,84
Natural	2,02 a	28,30 b	37,15 b	47,54 b	52,17 b	Q	0,88
Desinf.	1,79 a	21,00 c	33,32 b	44,62 b	55,86 ab	Q	0,89
<i>Brachiaria brizantha</i>							
Inoc.	4,71 a	45,13 ab	56,25 a	62,12 a	73,55 a	Q	0,90
Natural	4,15 a	45,51 a	40,01 c	51,49 b	65,76 b	Q	0,80
Desinf.	2,96 a	38,25 b	48,63 b	60,12 a	78,68 a	Q	0,94

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada dose de P, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

L: Modelo linear; Q: Modelo quadrático.

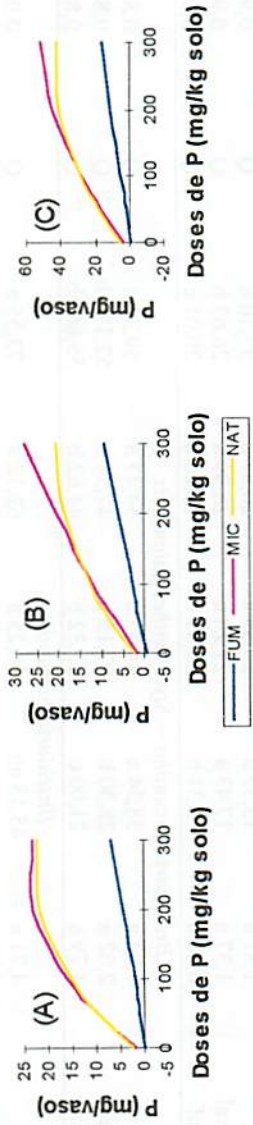


FIGURA 11: Representação gráfica da quantidade acumulada de P (mg/vaso) na MS da parte aérea do *Stylosanthes guianensis*, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

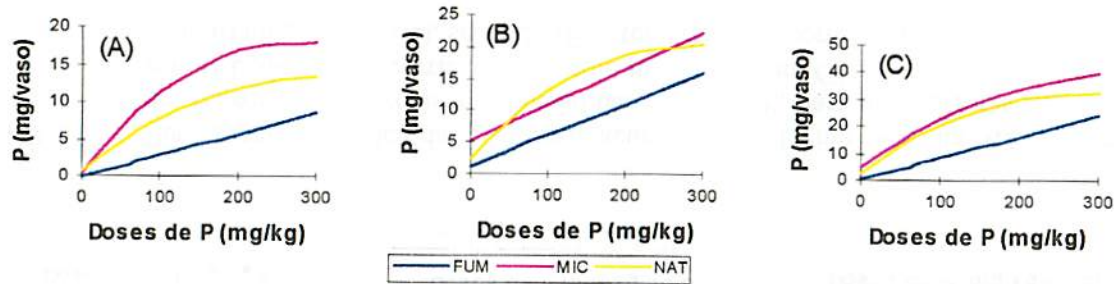


FIGURA 12: Representação gráfica da quantidade acumulada de P(mg/vaso) na MS da parte aérea do *Andropogon gayanus* e *Stylosanthes guianensis* consorciados, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

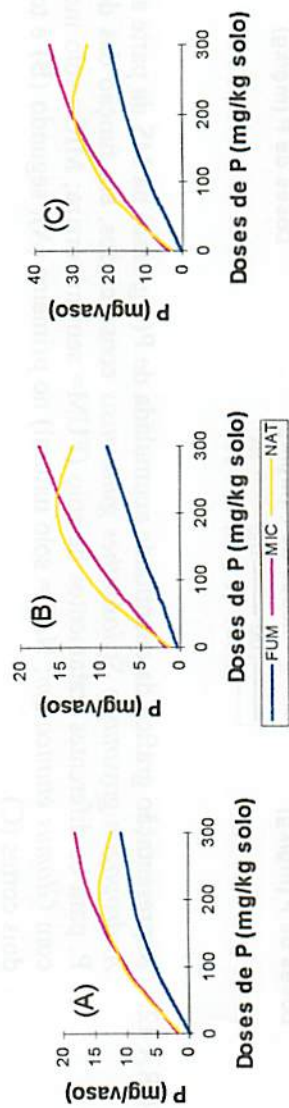


FIGURA 13: Representação gráfica da quantidade acumulada de P (mg/vaso) na MS da parte aérea do *Andropogon gayanus*, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

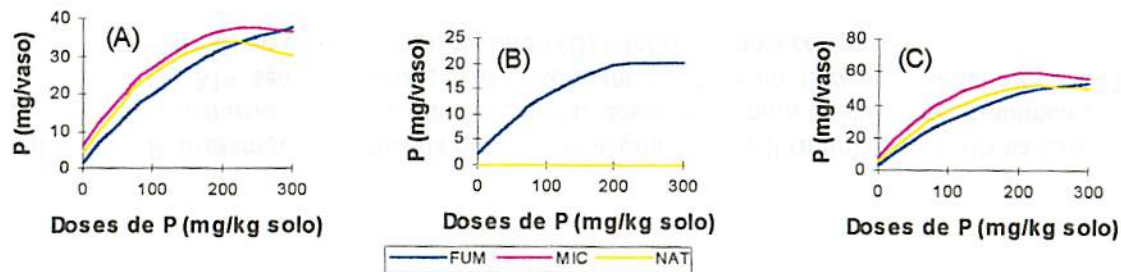


FIGURA 14: Representação gráfica da quantidade acumulada de P (mg/vaso) na MS da parte aérea da *Brachiaria brizantha* e *Stylosanthes guianensis* consorciados, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

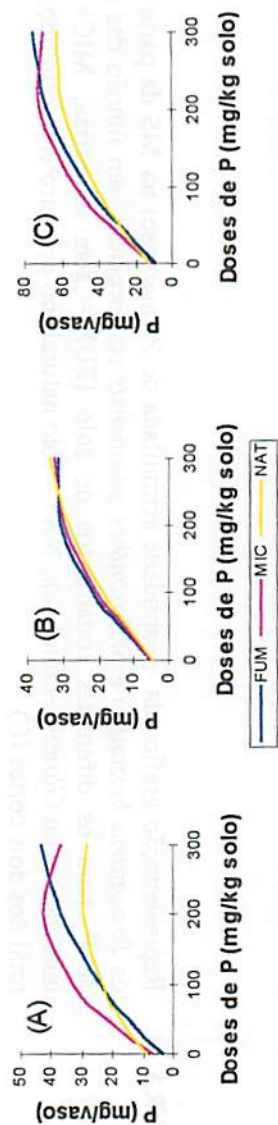


FIGURA 15: Representação gráfica da quantidade acumulada de P (mg/vaso) na MS da parte aérea da *Brachiaria brizantha*, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

significativamente afetada pela interação MAs x doses de P. Diversos trabalhos (Salinas e Sanches, 1976; Saif, 1985; Howeler, Sieverding e Saif, 1987; Paulino et al., 1994) têm reportado que plantas micorrizadas absorvem mais eficientemente o P da fração solúvel do solo que as não colonizadas, o que proporciona maior conteúdo de P. Segundo Siqueira (1994), esse fato é consequência da maior área de solo explorada pelas hifas do fungo, que aumentam a capacidade de absorção de nutrientes fora da zona de esgotamento que normalmente se forma em torno das raízes, bem como de modificações fisiológicas na planta que podem alterar as características relacionadas com a cinética de absorção, translocação e utilização de P.

4.4 Quantidade acumulada de potássio na MS da parte aérea

Verificaram-se, para quantidade acumulada de K na MS da parte aérea das espécies estudadas, efeitos significativos dos tratamentos (Tabela 14) Os coeficientes de variação situaram-se entre 5,64 e 13,46%, sendo considerados como médios a baixos (Pimentel Gomes, 1990), refletindo uma precisão experimental de boa a ótima.

A quantidade acumulada de K na MS da parte aérea do estilosantes, em função das doses de P, ajustou-se ao modelo quadrática de regressão para os tratamentos com solos natural e inoculado, e ao modelo linear, para o solo desinfestado (Tabelas 15, 16 e 17 e Figura 16). A quantidade total máxima acumulada de K (702,60 mg /vaso) ocorreu com a aplicação de 218,97 mg P/kg solo no solo inoculado. Para o tratamento com solo natural, o ponto máximo de acúmulo (601,85 mg K/vaso) foi alcançado com a aplicação de 225,50 mg P/kg solo. O solo desinfestado, por sua vez, teve para cada unidade de aumento na dose de P, um acréscimo médio de 1,26 mg de K na parte aérea do estilosantes. No primeiro corte, o tratamento com solo inoculado foi superior aos demais,

seguido pelo tratamento com solo natural e, por último, pelo tratamento com solo desinfestado em todas as doses de P estudadas (Tabela 15). No segundo corte, os tratamentos com solos natural e inoculado tiveram comportamento semelhante, diferenciando-se apenas na dose de 300 mg P/kg solo, sendo o solo inoculado superior e sendo ambos superiores ao solo desinfestado (Tabela 16). Considerando o total dos dois cortes, o tratamento com solo inoculado foi superior; o tratamento com solo desinfestado, o inferior e o com solo natural ocupando posição intermediária (Tabela 17).

O conteúdo de K na MS da parte aérea das plantas de andropogon e estilósantes, em função das doses de P, seguiu o modelo de regressão quadrática para todos os tipos de solo e em todos os cortes (Tabelas 15, 16, 17 e Figura 17). Para a condição de solo inoculado, a dose de 255,67 mg P/kg solo promoveu o acúmulo total máximo estimado de K (895,37mg /vaso). Para o solo natural, o acúmulo total máximo (671,71mg K/vaso) ocorreu com a aplicação de 245,11 mg P/kg solo. Já no solo desinfestado, o ponto máximo de acúmulo (638,06mg K/vaso) ocorreu com a aplicação de 245,90mg P/kg solo. Verifica-se, no primeiro corte, que o tratamento com solo inoculado foi superior aos demais, exceto na dose de 300 mg P/kg solo, onde houve equiparação com o solo natural (Tabela 15). No segundo corte, os três tratamentos comportaram-se de maneira semelhante, sendo que o solo desinfestado foi inferior aos demais, nas doses de 0 e 100 mg P/kg solo e superior na dose de 200 mg P/kg solo (Tabela 16). Considerando-se o total dos dois cortes, nota-se que o solo inoculado proporcionou os maiores acúmulos de K na MS da parte aérea do andropogon e estilósantes, e o solo desinfestado, os menores acúmulos, exceto nas doses mais elevadas de P, onde os solos natural e desinfestado se equipararam (Tabela 17).

A influência das diferentes doses de P sobre o acúmulo de K na MS da parte aérea do andropogon ajustou-se ao modelo quadrática de regressão (Tabelas 15, 16, 17 e Figura 18). Para o solo inoculado, a quantidade

total máxima acumulada de K na MS da parte aérea do andropogon (778,05mg /vaso) foi obtida com a aplicação de 203,70mg P/kg solo. Para o solo natural, o ponto máximo de acúmulo (718,72mg K/vaso) ocorreu com a aplicação de 203,44mg P/kg solo. Já para o solo desinfestado, o acúmulo máximo (576,44mg K/vaso) ocorreu com a aplicação de 265,10mg P/kg solo. No primeiro corte, o tratamento com solo inoculado foi superior, seguido pelo solos natural e desinfestado (Tabela 15). No segundo corte, houve semelhança entre os tratamentos com os solos natural e inoculado (Tabela 16). No total dos dois cortes, os solos inoculado e natural se equipararam nas menores doses de P (Tabela 17) e o solo desinfestado, de modo geral, proporcionou os menores valores de acúmulo de K.

Avaliando a influência das doses de P sobre o acúmulo de K na MS da parte aérea do braquiário e estilantes consorciados (Tabelas 15, 16, 17 e Figura 19), observa-se que houve um ajuste, seguindo um modelo de regressão quadrática. Para o solo inoculado, o acúmulo total máximo estimado de K (982,65mg/ vaso) foi obtido com a aplicação de 197,60 mg P/kg solo. Para o solo natural, o acúmulo total máximo (1061,38 mg K/vaso) ocorreu com a dose de 204,66 mg P/kg solo. Já no solo desinfestado, a dose de 226,60 mg P/kg solo promoveu o máximo acúmulo de 867,60 mg K/vaso. Verifica-se que os tratamentos com solos inoculado e natural foram praticamente iguais, porém, com uma leve superioridade para o solo natural nas doses maiores de P. O tratamento com solo desinfestado foi inferior aos demais nas doses intermediárias (Tabelas 15, 16 e 17).

A influência das diferentes doses de P sobre o acúmulo de K na MS da parte aérea do braquiário (Tabelas 15, 16, 17 e Figura 20), consta que a resposta foi positiva e significativa, ajustando-se ao modelo de regressão quadrática. Para o solo inoculado, o acúmulo total máximo estimado de K (1142,00mg /vaso) foi obtido com a aplicação de 194,80mg P/kg solo. Para o natural, o total

TABELA 14: Resumo das análises de variância para quantidade acumulada de K na MS da parte aérea (mg/vaso) de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		Total
		1º corte	2º corte	
<i>Stylosanthes guianensis</i>				
Solo	2	172380,8740 **	75500,9579 **	448627,8845 **
Fósforo	4	137175,6986 **	73068,5777 **	427436,9130 **
S x F	8	12706,9822 **	3123,7543 **	25926,7482 **
Resíduo	45	377,9450	143,7434	1881,7232
Média		176,6542	154,3350	336,8800
CV (%)		11,00	7,77	12,88
<i>Andropogon gayanus e Stylosanthes guianensis</i>				
Solo	2	49040,5321 **	1780,1270 **	70571,4083 **
Fósforo	4	176172,9638 **	184572,1944 **	734464,5385 **
S x F	8	5208,5539 **	3618,5911 **	4844,6922 **
Resíduo	45	508,9864	543,5300	1015,7350
Média		194,7400	237,7380	436,7870
CV (%)		11,58	9,81	7,30
<i>Andropogon gayanus</i>				
Solo	2	54747,5201 **	60863,9345 **	205887,7130 **
Fósforo	4	262851,3220 **	91894,3333 **	649978,6380 **
S x F	8	10055,5505 **	2122,0986 *	15299,5806 **
Resíduo	45	609,2122	746,9530	1442,1289
Média		253,0820	203,0820	452,8860
CV (%)		9,75	13,46	8,38
<i>Brachiaria brizantha e Stylosanthes guianensis</i>				
Solo	2	28937,9519 **	11743,0822 **	74945,1472 **
Fósforo	4	901291,5527 **	85823,0545 **	1349382,5470 **
S x F	8	9927,0362 **	921,1783 **	11065,6956 **
Resíduo	45	1491,2597	373,9739	1295,3153
Média		487,2300	188,6870	638,1230
CV (%)		7,93	10,25	5,64
<i>Brachiaria brizantha</i>				
Solo	2	72840,8570 **	43096,6600 **	197867,3852 **
Fósforo	4	1023940,1490 **	1570014,5200 **	1921617,2500 **
S x F	8	10127,4950 **	2456,8085 **	14385,4300 **
Resíduo	45	2634,1440	832,5905	4067,8621
Média		519,9000	265,8100	774,1860
CV (%)		9,87	10,85	8,24

* e ** : significativo ao nível de 5% e 1% pelo teste F.

TABELA 15: Quantidade acumulada de K (mg/vaso) na MS da parte aérea de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos e modelo de regressão de melhor ajuste para resposta a doses de P com respectivos coeficientes de determinação (R²) do primeiro corte

Trat. Solo	Doses de Fósforo (mg/kg solo)					Regressão	
	0	50	100	200	300	Modelo	R ²
	<i>Stylosanthes guianensis</i>						
Inoc.	0,00 a	284,14 a	329,41 a	369,79 a	388,80 a	Q	0,88
Natural	0,00 a	181,89 b	199,35 b	242,52 b	242,52 b	Q	0,80
Desinf.	0,00 a	33,72 c	77,17 c	138,72 c	198,86 c	L	0,99
	<i>Andropogon gayanus + Stylosanthes guianensis</i>						
Inoc.	0,00 a	262,56 a	303,52 a	318,30 a	347,01 a	Q	0,84
Natural	0,00 a	164,86 b	209,25 b	258,81 b	319,17 a	Q	0,93
Desinf.	0,00 a	72,34 c	182,45 b	207,76 c	275,09 b	Q	0,95
	<i>Andropogon gayanus</i>						
Inoc.	0,00 a	351,22 a	367,35 a	400,26 a	395,89 a	Q	0,81
Natural	0,00 a	277,56 b	350,22 a	317,52 b	343,14 b	Q	0,80
Desinf.	0,00 a	101,35 c	265,42 b	293,74 b	332,54 b	Q	0,95
	<i>Brachiaria brizantha + Stylosanthes guianensis</i>						
Inoc.	0,00 a	627,77 a	633,37 a	585,34 b	626,74 a	Q	0,69
Natural	0,00 a	552,95 b	665,99 a	714,12 a	671,99 a	Q	0,88
Desinf.	0,00 a	510,25 b	501,15 b	589,49 b	629,24 a	Q	0,81
	<i>Brachiaria brizantha</i>						
Inoc.	0,00 a	685,02 a	670,21 b	627,26 ab	652,12 b	Q	0,67
Natural	0,00 a	656,74 a	761,44 a	714,34 a	749,64 a	Q	0,78
Desinf.	0,00 a	483,14 b	589,50 b	567,92 b	641,16 b	Q	0,82

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada dose de P, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

L: Modelo linear; Q: Modelo quadrático.

TABELA 16: Quantidade acumulada de K (mg/vaso) na MS da parte aérea de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos e modelo de regressão de melhor ajuste para resposta a doses de P com respectivos coeficientes de determinação (R²) do segundo corte

Trat. Solo	Doses de Fósforo (mg/kg solo)					Regressão	
	0	50	100	200	300	Modelo	R ²
<i>Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	47,29 a	195,86 a	222,59 a	240,74 a	270,60 a	Q	0,87
Natural	40,72 a	180,32 a	216,37 a	239,34 a	242,84 b	Q	0,92
Desinf.	0,00 b	46,57 b	59,96 b	129,36 b	182,45 c	L	0,99
<i>Andropogon gayanus + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	82,10 a	194,36 a	274,75 a	326,59 b	347,06 a	Q	0,98
Natural	70,82 a	179,12 a	290,36 a	320,41 b	345,07 a	Q	0,97
Desinf.	0,00 b	173,62 a	234,57 b	381,69 a	345,42 a	Q	0,98
<i>Andropogon gayanus</i>							
Inoc.	95,20 a	200,12 a	264,00 a	304,84 a	281,59 a	Q	0,98
Natural	95,80 a	231,97 a	264,00 a	303,95 a	290,26 a	Q	0,94
Desinf.	0,00 b	91,09 b	157,39 b	195,55 b	253,16 a	Q	0,97
<i>Brachiaria brizantha + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	60,25 a	165,92 ab	236,61 a	276,56 a	243,29 b	Q	0,99
Natural	60,00 a	182,60 a	240,66 a	279,06 a	277,81 a	Q	0,97
Desinf.	42,64 a	135,25 b	170,82 b	217,29 b	241,52 b	Q	0,97
<i>Brachiaria brizantha</i>							
Inoc.	75,37 a	270,62 b	312,20 b	334,84 a	317,25 b	Q	0,89
Natural	74,54 a	335,59 a	373,46 a	360,17 a	426,20 a	Q	0,78
Desinf.	45,34 a	236,87 b	261,32 c	281,17 b	282,15 b	Q	0,85

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada dose de P, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

L: Modelo linear; Q: Modelo quadrático.

TABELA 17: Quantidade acumulada de K (mg/vaso) na MS da parte aérea de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos e modelo de regressão de melhor ajuste para resposta a doses de P com respectivos coeficientes de determinação (R²) para o total dos dois cortes

Trat. Solo	Doses de Fósforo (mg/kg solo)					Regressão	
	0	50	100	200	300	Modelo	R ²
<i>Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	47,29 a	478,85 a	550,99 a	606,01 a	659,61 a	Q	0,87
Natural	40,72 a	371,10 b	422,25 b	521,42 b	485,21 a	Q	0,92
Desinf.	0,00 a	81,89 c	136,94 c	269,85 c	381,04 c	L	0,99
<i>Andropogon gayanus + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	82,10 a	454,02 a	580,60 a	651,52 a	701,36 a	Q	0,93
Natural	70,82 a	352,66 b	516,44 b	594,97 b	670,52 ab	Q	0,96
Desinf.	0,00 b	237,52 c	424,60 c	588,09 b	626,55 b	Q	0,99
<i>Andropogon gayanus</i>							
Inoc.	95,20 a	543,69 a	626,39 a	700,80 a	672,10 a	Q	0,90
Natural	95,80 a	508,22 a	611,19 a	621,04 b	631,95 ab	Q	0,86
Desinf.	0,00 b	193,72 b	422,20 b	486,07 c	584,92 b	Q	0,96
<i>Brachiaria brizantha + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	60,25 a	721,09 a	823,50 a	832,96 b	826,05 b	Q	0,83
Natural	60,00 a	684,99 a	854,39 a	944,05 a	910,05 a	Q	0,91
Desinf.	42,64 a	584,21 b	634,55 b	764,25 c	828,91 b	Q	0,88
<i>Brachiaria brizantha</i>							
Inoc.	75,37 a	912,50 a	960,00 b	947,50 ab	957,50 b	Q	0,76
Natural	74,54 a	970,00 a	1100,00 a	1052,50 a	1180,00 a	Q	0,78
Desinf.	45,34 a	727,50 b	825,00 c	850,00 b	935,00 b	Q	0,82

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada dose de P, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

L: Modelo linear; Q: Modelo quadrático.

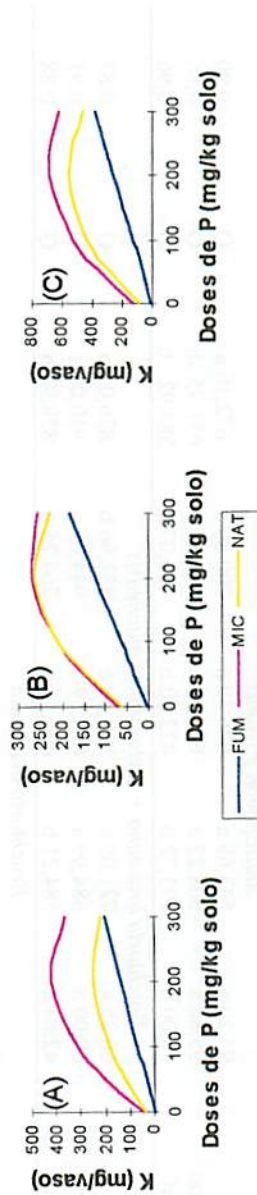


FIGURA 16: Representação gráfica da quantidade acumulada de K (mg/vaso) na MS da parte aérea do *Stylosanthes guianensis*, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

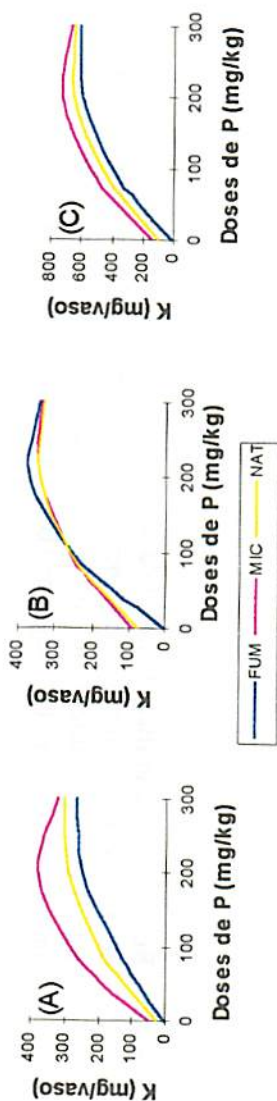


FIGURA 17: Representação gráfica da quantidade acumulada de K (mg/vaso) na MS da parte aérea do *Andropogon gayanus* e *Stylosanthes guianensis* consorciados, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

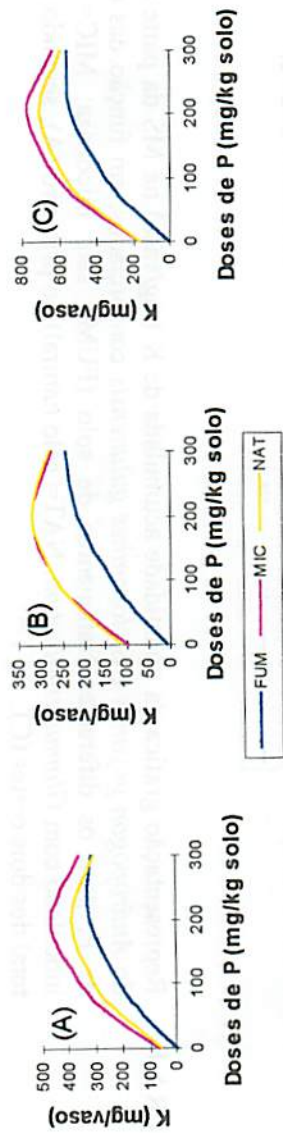


FIGURA 18: Representação gráfica da quantidade acumulada de K (mg/vaso) na MS da parte aérea do *Andropogon gayanus*, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

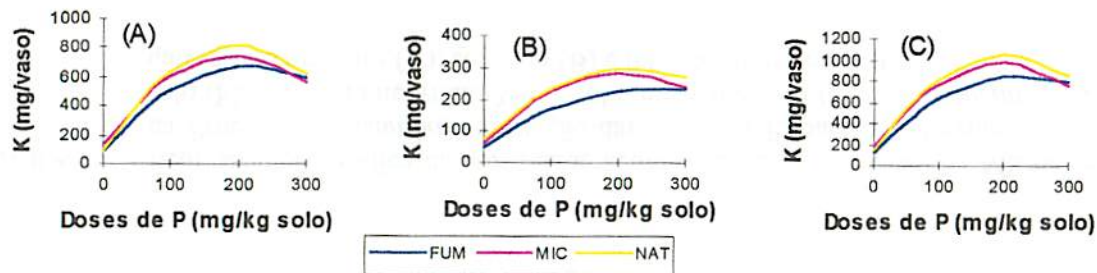


FIGURA 19: Representação gráfica da quantidade acumulada de K (mg/vaso) na MS da parte aérea da *Brachiaria brizantha* e *Stylosanthes guianensis* consorciados, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

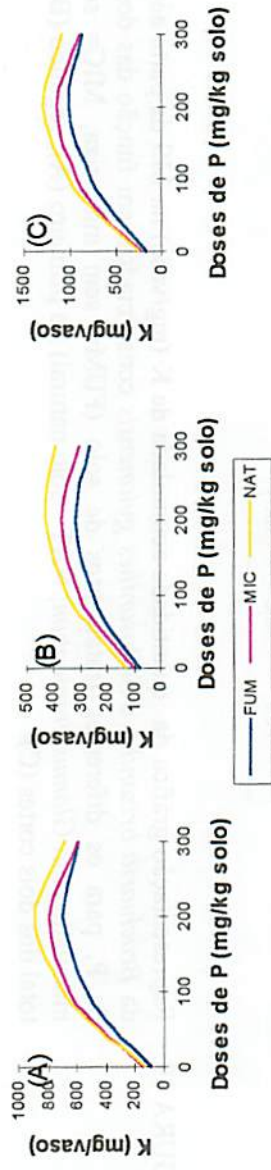


FIGURA 20: Representação gráfica da quantidade acumulada de K (mg/vaso) na MS da parte aérea da *Brachiaria brizantha*, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

(1292mg K/vaso) ocorreu na dose de 206,78mg P/kg solo. Já para o solo desinfestado, o ponto máximo de acúmulo (1016,78mg K/vaso) foi obtido com a dose de 211,78mg P/kg solo. Avaliando o acúmulo de K na MS da parte aérea do braquiarião, em função dos tratamentos de solo, verifica-se que nas doses menores de P, os tratamentos com solo inoculado e natural foram iguais, e com as doses maiores, o solo natural foi superior em todos os cortes avaliados. O tratamento com solo desinfestado, de modo geral, comportou-se de forma inferior (Tabelas 15, 16 e 17).

A quantidade acumulada K na MS da parte aérea das espécies estudadas, apesar de não ter sido um elemento limitante no solo, foi afetada significativamente pelo aumento nas doses de P. Sendo o P o fator limitante, a sua correção promoveu um melhor desenvolvimento do sistema radicular das plantas e, conseqüentemente, uma melhor absorção de outros nutrientes. O maior acúmulo de K nas plantas micorrizadas pode ter sido um efeito indireto devido a uma melhor nutrição fosfatada (Siqueira, 1994).

4.5 Quantidade acumulada de cálcio na MS da parte aérea

Verificaram-se, para quantidade acumulada de Ca na MS da parte aérea, efeitos altamente significativos dos tratamentos para todas as espécies e /ou formas de cultivo estudadas (Tabela 18). Os coeficientes de variação situaram-se entre 6,96 e 20,02%, podendo ser considerados médios, e refletindo uma boa precisão experimental (Pimentel Gomes, 1990).

O conteúdo de Ca na MS da parte aérea do estilosantes, em função das diferentes doses de P, seguiu o modelo quadrática de regressão, exceto o tratamento com solo desinfestado do segundo corte, que seguiu um modelo linear (Tabelas 19, 20 e 21 e Figura 21). Para o tratamento com solo inoculado, a quantidade total máxima acumulada de Ca (456,95 mg/vaso) ocorreu com a

aplicação de 235,4 mg P/kg solo. Para o tratamento com solo natural, o ponto de máximo acúmulo de Ca (415,83 mg/vaso) ocorreu com a aplicação de 219,43 mg P/kg solo. Já para o solo desinfestado, o ponto de máximo acúmulo (326,58 mg Ca/vaso) ocorreu com a aplicação de 300 mg P/kg solo. As quantidades acumuladas de Ca para cada tratamento de solo, em cada dose de P, encontram-se nas tabelas 19, 20 e 21, nas quais observa-se que houve semelhança entre os tratamentos com solo inoculado e natural em praticamente todos os cortes e doses de P avaliadas. O tratamento com solo desinfestado foi inferior aos demais.

As respostas do andropogon e estilosantes à adubação fosfatada (Tabelas 19, 20 e 21 e Figura 22), com relação ao acúmulo de Ca, ajustaram-se a um modelo quadrática de regressão, exceto o solo desinfestado no segundo corte, que se ajustou a um modelo linear. No solo inoculado, a dose de P que promoveu o acúmulo total máximo de Ca (276,82 mg/vaso) foi 222,54 mg P/kg solo. Para o solo natural, o acúmulo total máximo (236,79 mg Ca/vaso) ocorreu com a aplicação de 276,82 mg P/kg solo. Já no solo desinfestado, o ponto de acúmulo máximo (208,56 mg Ca/vaso) foi obtido com a aplicação de 300 mg P/kg solo. No primeiro corte, o solo inoculado foi superior e não houve diferença entre o solo natural e solo desinfestado (Tabela 19). No segundo corte, os solos inoculado e natural comportaram-se de modo semelhante e superiores ao solo desinfestado, exceto na dose de 300 mg P/kg solo, pois os três tratamentos foram iguais (Tabela 20). No total dos dois cortes, nota-se que o solo inoculado foi superior, seguido pelo solo natural e, por último, pelo solo desinfestado (Tabela 21).

A quantidade acumulada de Ca na MS da parte aérea do andropogon, em função das doses de P, ajustou-se a um modelo de regressão quadrática (Tabelas 19, 20 e 21 e Figura 23). O acúmulo total máximo de Ca (193,32mg/vaso) obtido no tratamento com solo inoculado ocorreu com a aplicação de 254,27mg

P/kg solo. No solo natural, o acúmulo total máximo (133,73 mg Ca/vaso) foi obtido com a aplicação de 239,26mg P/kg solo. Para o solo desinfestado, o ponto de acúmulo máximo (127,58 mg Ca/vaso) foi obtido com a aplicação de 336,28mg P/kg solo. De maneira geral, verifica-se uma superioridade do tratamento com solo inoculado, seguido pelos tratamentos com solo natural e desinfestado. Na dose de 300mg P/kg solo, houve equivalência entre os tratamentos com solos natural e desinfestado (Tabelas 19, 20 e 21)..

A influência das diferentes doses de P sobre o acúmulo de Ca na MS da parte aérea do braquiário e estilóides consorciados (Tabelas 19, 20 e 21 e Figura 24), seguiu um modelo de regressão quadrática. O acúmulo total máximo estimado de Ca (206,65mg/vaso) para o tratamento com solo inoculado foi obtido com a aplicação de 212,10mg P/kg solo. Para o solo natural, o acúmulo total máximo estimado de 188,50mg Ca/vaso ocorreu com a dose de 210,46mg P/kg solo. Já para o solo desinfestado, o ponto de acúmulo máximo (171,85mg Ca/vaso) ocorreu com a dose de 260,16mg P/kg solo. No primeiro corte, de modo geral, o tratamento com solo inoculado foi superior ao tratamento com solo natural (Tabela 19). Essa diferença não existiu no segundo corte e no total dos dois cortes (Tabelas 20 e 21). O tratamento com solo desinfestado foi inferior aos demais, principalmente, nas doses intermediárias de P; na dose maior, os tratamentos de solo foram iguais.

A quantidade acumulada de Ca na MS da parte aérea do braquiário ajustou-se a um modelo de regressão quadrática (Tabelas 19, 20 e 21 e Figura 25). Para o solo inoculado, o acúmulo total máximo estimado de Ca na MS da parte aérea do braquiário (231,41mg/vaso) ocorreu com uma dose de 223,19mg de P/kg solo. Para o solo desinfestado, o acúmulo total máximo estimado (223,89mg Ca/vaso) foi obtido com a aplicação de 247,35mg P/kg solo. Já para o solo natural, o acúmulo total máximo estimado (194,49mg Ca/vaso) foi obtido com a aplicação de 212,38mg P/kg solo. O efeito dos tratamentos de solo sobre

o acúmulo de Ca na MS da parte aérea do braquiário foi pouco consistente (Tabelas 19, 20 e 21), sendo que o tratamento com solo inoculado foi superior ao solo desinfestado nas doses mais baixas de P. Nas doses maiores, os dois tratamentos de solo se equipararam. O solo natural foi inferior aos demais.

Como no caso do K, o teor de Ca no solo não foi um fator limitante. O maior acúmulo de Ca na MS das plantas micorrizadas pode ter sido um efeito indireto da melhor nutrição fosfatada provocada pelas micorrizas.

4.6 Quantidade acumulada de Magnésio na MS da parte aérea

A análise de variância para quantidade acumulada de Mg na MS da parte aérea das espécies estudadas, revelou efeitos altamente significativos dos tratamentos (Tabela 22), exceto no primeiro corte do consórcio de braquiário com estilósantes, cuja interação entre os fatores não foi significativa. As estimativas dos coeficientes de variação situaram-se entre 6,93 e 18,72%, valores considerados baixos a médios, refletindo uma boa precisão experimental (Pimentel Gomes, 1990)

O acúmulo de Mg na MS da parte aérea do estilósantes, em função das diferentes doses de P, ajustou-se a um modelo quadrático de regressão, exceto o tratamento com solo desinfestado do primeiro corte, que foi melhor descrito por um modelo linear (Tabelas 23, 24 e 25 e Figura 26). Para o tratamento com solo inoculado, a quantidade total máxima de Mg acumulada na MS da parte aérea do estilósantes (85,79 mg/vaso) ocorreu com a aplicação de 216,33 mg P/kg solo. Para o tratamento com solo natural, o ponto de acúmulo máximo (75,71 mg Mg/vaso) ocorreu com a aplicação da dose de 213,27 mg P/kg solo. Já para a condição de solo desinfestado, o ponto de acúmulo máximo (52,55 mg Mg/vaso) foi obtido, neste experimento, com a aplicação da dose de 300,00 mg P/kg solo.

TABELA 18: Resumo das análises de variância para quantidade acumulada de Ca na MS da parte aérea (mg/vaso) de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		1º corte		2º corte	
Solo	2	25684,0718 **	38166,1511 **	127314,4330 **	
Fósforo	4	66660,6000 **	50006,6757 **	231526,3725 **	
S x F	8	2154,8025 **	1675,6910 *	6979,5351 **	
Resíduo	45	170,7643	250,9029	463,0618	
Média		118,7183	127,4075	247,0975	
CV (%)		11,01	12,43	8,71	
<i>Stylosanthes guianensis</i>					
Solo	2	3075,2138 **	17987,1670 **	30111,4135 **	
Fósforo	4	7556,1159 **	56098,8695 **	91690,0825 **	
S x F	8	276,2066 **	1796,8438 **	2137,8098 **	
Resíduo	45	56,6574	257,3415	190,2017	
Média		37,5980	114,6220	143,8000	
CV (%)		20,02	13,99	9,59	
<i>Andropogon gayanus</i>					
Solo	2	1678,3883 **	6619,9538 **	15415,6362 **	
Fósforo	4	10486,1792 **	7746,1228 **	36108,9608 **	
S x F	8	239,7706 *	350,1014 **	823,4682 **	
Resíduo	45	63,3039	33,1266	84,8103	
Média		47,3000	46,6500	94,2810	
CV (%)		16,82	12,34	9,77	
<i>Brachiaria brizantha e Stylosanthes guianensis</i>					
Solo	2	414,9223 **	424,3397 **	1867,2569 **	
Fósforo	4	14635,5197 **	11468,5754 **	53785,5057 **	
S x F	8	101,9693 **	137,4095 **	449,1654 **	
Resíduo	45	31,3485	34,9579	67,7191	
Média		60,2300	55,2000	118,2700	
CV (%)		9,3	10,71	6,96	
<i>Brachiaria brizantha</i>					
Solo	2	1673,6625 **	481,3710 **	3999,9667 **	
Fósforo	4	19096,4443 **	15216,2940 **	66299,3960 **	
S x F	8	413,7493 **	124,6480 **	762,0380 **	
Resíduo	45	103,5355	40,0533	160,8130	
Média		68,8000	75,1220	143,9500	
CV (%)		14,79	8,42	8,81	

* e ** : significativo ao nível de 5% e 1% pelo teste F.

TABELA 19: Quantidade acumulada de Ca (mg/vaso) na MS da parte aérea de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos e modelo de regressão de melhor ajuste para resposta a doses de P com respectivos coeficientes de determinação (R²) do primeiro corte

Trat. Solo	Doses de Fósforo (mg/kg solo)					Regressão	
	0	50	100	200	300	Modelo	R ²
<i>Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	0,00 a	145,65 a	169,46 a	196,22 a	219,50 a	Q	0,89
Natural	0,00 a	129,39 a	152,74 a	175,09 a	201,84 a	Q	0,89
Desinf.	0,00 a	34,75 b	79,72 b	111,96 b	164,45 b	Q	0,98
<i>Andropogon gayanus + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	0,00 a	39,24 a	68,35 a	74,27 a	77,21 a	Q	0,95
Natural	0,00 a	23,92 b	30,45 b	46,11 b	59,25 b	Q	0,97
Desinf.	0,00 a	16,19 b	31,20 b	46,69 b	51,00 b	Q	0,99
<i>Andropogon gayanus</i>							
Inoc.	0,00 a	58,39 a	62,47 a	82,76 a	85,20 a	Q	0,90
Natural	0,00 a	37,69 b	51,07 a	61,91 b	66,34 b	Q	0,95
Desinf.	0,00 a	22,99 c	52,50 a	54,56 b	73,61 ab	Q	0,93
<i>Brachiaria brizantha + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	0,00 a	66,94 a	77,36 a	93,39 a	88,20 a	Q	0,91
Natural	0,00 a	62,36 ab	76,50 a	80,77 b	76,84 b	Q	0,88
Desinf.	0,00 a	54,51 b	63,79 b	77,11 b	85,65 ab	Q	0,91
<i>Brachiaria brizantha</i>							
Inoc.	0,00 a	79,84 a	102,26 a	98,47 a	108,79 a	Q	0,84
Natural	0,00 a	63,82 ab	74,59 b	89,85 a	69,64 b	Q	0,93
Desinf.	0,00 a	60,04 b	93,43 a	85,27 a	105,97 a	Q	0,86

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada dose de P, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.
Q: Modelo quadrático.

TABELA 20: Quantidade acumulada de Ca (mg/vaso) na MS da parte aérea de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos e modelo de regressão de melhor ajuste para resposta a doses de P com respectivos coeficientes de determinação (R²) do segundo corte

Trat. Solo	Doses de Fósforo (mg/kg solo)					Regressão	
	0	50	100	200	300	Modelo	R ²
<i>Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	42,06 a	161,39 a	175,95 a	196,62 a	232,60 a	Q	0,87
Natural	37,12 a	133,57 b	162,85 a	193,72a	184,05 b	Q	0,96
Desinf.	0,00 b	43,16 c	62,52 b	123,65 b	161,82 b	L	0,98
<i>Andropogon gayanus + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	25,37 a	98,60 a	168,12 a	180,74 a	190,76 a	Q	0,96
Natural	24,65 a	96,61 a	166,31 a	170,20 a	197,92 a	Q	0,93
Desinf.	0,00 b	37,22 b	57,25 b	130,61 b	174,94 a	L	0,99
<i>Andropogon gayanus</i>							
Inoc.	17,85 a	43,69 a	70,41 a	91,42 a	104,85 a	Q	0,99
Natural	15,67 a	38,34 a	48,10 b	59,39 b	63,19 b	Q	0,98
Desinf.	0,00 b	18,01 b	29,07 c	40,72 c	59,09 b	Q	0,98
<i>Brachiaria brizantha + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	9,39 a	48,50 a	72,90 a	83,00 a	82,19 a	Q	0,97
Natural	8,51 a	35,60 b	70,62 a	84,32 a	82,19 a	Q	0,98
Desinf.	8,08 a	35,80 b	54,82 b	67,34 b	84,77 a	Q	0,97
<i>Brachiaria brizantha</i>							
Inoc.	23,35 a	73,62 a	84,34 a	99,49 a	113,22 ab	Q	0,93
Natural	21,02 ab	58,95 b	71,76 b	92,75 a	103,91 b	Q	0,97
Desinf.	12,46 b	68,96 ab	81,37 ab	96,61 a	123,00 a	Q	0,92

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada dose de P, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.
L: Modelo linear; Q: Modelo quadrático.

TABELA 21: Quantidade acumulada de Ca (mg/vaso) na MS da parte aérea de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos e modelo de regressão de melhor ajuste para resposta a doses de P com respectivos coeficientes de determinação (R²) para o total dos dois cortes

Trat. Solo	Doses de Fósforo (mg/kg solo)					Regressão	
	0	50	100	200	300	Modelo	R ²
	<i>Stylosanthes guianensis</i>						
Inoc.	42,06 a	307,12 a	345,29 a	392,25 a	451,52 a	Q	0,88
Natural	37,12 a	268,51 b	321,95 a	370,90 a	386,27 b	Q	0,92
Desinf.	0,00 b	80,47 c	141,81 b	235,88 b	325,32 c	Q	0,99
	<i>Andropogon gayanus + Stylosanthes guianensis</i>						
Inoc.	25,37 a	137,29 a	230,97 a	244,69 a	257,85 a	Q	0,95
Natural	24,65 a	110,76 b	171,56 b	198,97 b	243,20 a	Q	0,96
Desinf.	0,00 b	51,66 c	85,97 c	165,37 c	208,67 b	Q	0,99
	<i>Andropogon gayanus</i>						
Inoc.	17,85 a	103,47 a	134,69 a	173,65 a	192,75 a	Q	0,97
Natural	15,67 a	76,06 b	99,562b	120,67 b	130,40 b	Q	0,96
Desinf.	0,00 b	41,10 c	80,41 c	95,44 c	132,40 b	Q	0,96
	<i>Brachiaria brizantha + Stylosanthes guianensis</i>						
Inoc.	9,39 a	119,11 a	155,22 a	178,99 a	175,90 a	Q	0,94
Natural	8,51 a	97,34 b	152,51 a	171,76 a	163,32 a	Q	0,97
Desinf.	8,08 a	92,07 b	120,34 b	146,81 b	174,76 a	Q	0,95
	<i>Brachiaria brizantha</i>						
Inoc.	23,35 a	155,11 a	186,37 a	198,32 a	221,62 a	Q	0,88
Natural	21,02 ab	123,34 b	147,07 b	182,42 a	172,00 b	Q	0,95
Desinf.	12,46 b	128,49 b	175,15 a	182,69 a	227,79 a	Q	0,89

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada dose de P, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

Q: Modelo quadrático.

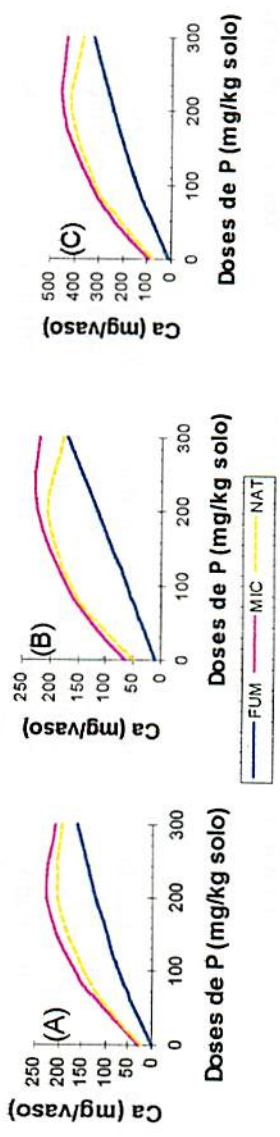


FIGURA 21: Representação gráfica da quantidade acumulada de Ca (mg/vaso) na MS da parte aérea do *Stylosanthes guianensis*, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

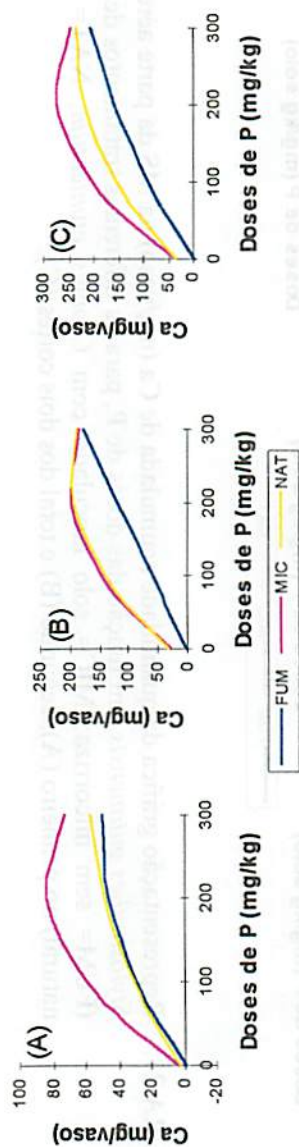


FIGURA 22: Representação gráfica da quantidade acumulada de Ca (mg/vaso) na MS da parte aérea do *Andropogon gayanus* e *Sylosanthes guianensis* consorciados, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

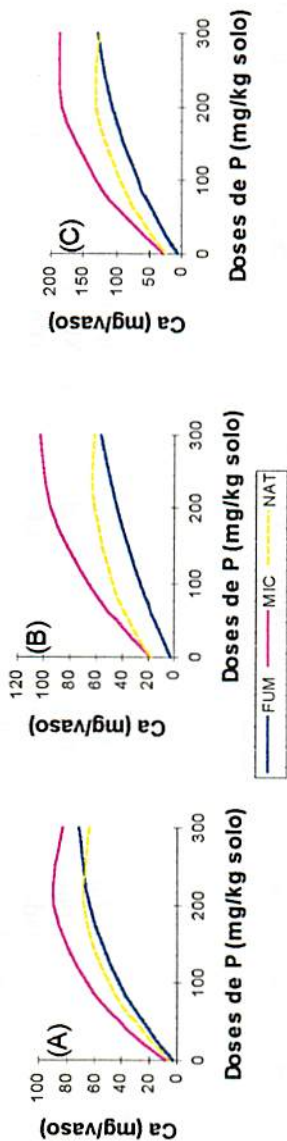


FIGURA 23: Representação gráfica da quantidade acumulada de Ca (mg/vaso) na MS da parte aérea do *Andropogon gayanus*, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

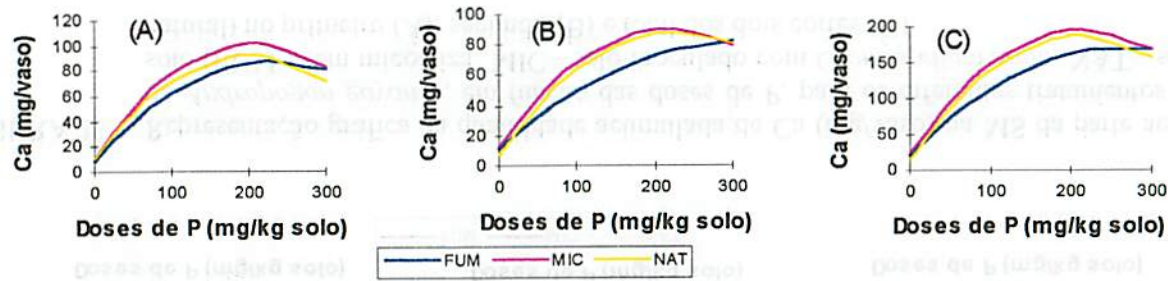


FIGURA 24: Representação gráfica da quantidade acumulada de Ca (mg/vaso) na MS da parte aérea da *Brachiaria brizantha* e *Stylosanthes guianensis* consorciados, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

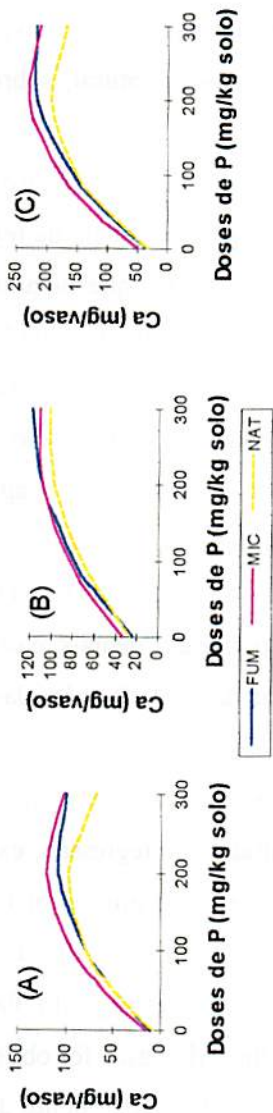


FIGURA 25: Representação gráfica da quantidade acumulada de Ca (mg/vaso) na MS da parte aérea da *Brachiaria brizantha*, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

O tratamento com solo desinfestado foi inferior aos demais em todos os cortes e doses de P avaliadas. Comparando-se os tratamentos com solo inoculado e natural, de forma geral, verifica-se que os mesmos foram semelhantes no primeiro e segundo cortes. Com o aumento nas doses, houve uma tendência do tratamento com solo inoculado superar o solo natural, sobretudo no total dos dois cortes (Tabelas 23, 24 e 25).

O acúmulo de Mg na MS da parte aérea do consórcio andropogon e estilosantes, em função das doses de P, seguiu o modelo de regressão quadrática, exceto para o solo natural no primeiro corte, que seguiu o modelo linear (Tabelas 23, 24 e 25 e Figura 27). Para o solo inoculado, a estimativa da quantidade total máxima acumulada de Mg de 91,23 mg/vaso ocorreu com a aplicação de uma dose de 242,05 mg P/kg solo. Para o solo natural, o ponto de acúmulo máximo de 74,31 mg Mg/vaso ocorreria com a aplicação da dose de 329,11 mg P/kg solo. Já para o solo desinfestado, o ponto de acúmulo máximo de 65,43 mg Mg/vaso seria atingido com a aplicação de 311,30 mg P/kg solo. Observa-se que o solo inoculado foi superior aos demais, e os solos desinfestado e natural equipararam-se na maioria das doses de P utilizadas (Tabelas 23, 24 e 25).

O conteúdo de Mg na MS da parte aérea do andropogon, em função das doses de P, ajustou-se ao modelo quadrática de regressão, exceto no tratamento com solo desinfestado do segundo corte, cujo ajuste foi o modelo linear. O acúmulo total máximo de Mg (96,47 mg/vaso) obtido no tratamento com solo inoculado ocorreu com a aplicação de 236,41 mg P/kg solo. Para o solo natural, o acúmulo total máximo estimado (67,77 mg Mg/vaso) foi obtido com a aplicação de 234,80 mg P/kg solo. Já para o solo desinfestado, o ponto de acúmulo máximo (62,04 mg Mg/vaso) foi obtido com a aplicação de 300,00 mg P/kg solo. As respostas do andropogon aos tratamentos de solo mostraram que o tratamento com solo inoculado foi superior, seguido pelo solo natural. O tratamento com

solo desinfestado foi inferior aos demais, sendo que, com a dose de 300mg P/kg solo, os solos natural e desinfestado foram iguais (Tabelas 23, 24 e 25).

A quantidade acumulada de Mg na MS da parte aérea do braquiário e estilosantes consorciados, em função das diferentes doses de P, pode ser descrita por um modelo de regressão quadrática (Tabelas 23, 24 e 25 e Figura 29). Para o solo inoculado, o acúmulo total máximo estimado de Mg (201,94mg/vaso) ocorreu com a aplicação de 209,00mg P/kg solo. Para o solo natural, o acúmulo total máximo estimado (175,79mg Mg/vaso) ocorreu com a dose de 210,03mg P/kg solo. Já para o solo desinfestado, o acúmulo total máximo estimado (178,60mg Mg/vaso) foi obtido com a aplicação de 239,84mg P/kg solo. De modo geral, verifica-se um melhor desempenho do tratamento com solo inoculado. Os tratamentos com solo natural e solo desinfestado foram praticamente equivalentes, sobretudo no primeiro corte e no total dos dois cortes (Tabelas 23, 24 e 25).

A influência das doses de P sobre a quantidade acumulada de Mg na MS da parte aérea do braquiário (Tabelas 23, 24 e 25 e Figura 30) ajustou-se ao modelo de regressão quadrática. A aplicação de 221,73mg P/kg solo, na condição de solo inoculado, proporcionou um acúmulo total máximo estimado de 314,41mg Mg/vaso. Para o solo desinfestado, o acúmulo total máximo estimado de Mg (306,10mg/vaso) foi obtido com a aplicação de 249,55mg P/kg solo. Já para o solo natural, esse acúmulo total máximo estimado (233,35mg Mg/vaso) ocorreu com a aplicação de 230,85mg P/kg solo. Os tratamentos com solos inoculado e desinfestado equipararam-se em todos os cortes e nas doses mais altas de P. De maneira geral, o tratamento com solo natural foi inferior (Tabela 23, 24 e 25).

Como nos casos do K e do Ca, apesar do teor de Mg no solo não ter sido um fator limitante, o seu acúmulo na MS da parte aérea das espécies estudadas foi significativamente afetado pela adubação fosfatada. Isso já era esperado, pois

o desenvolvimento e o acúmulo dos outros nutrientes pelas plantas são limitados pela disponibilidade de P (Lei do Mínimo ou de Liebig). Já o maior acúmulo do nutriente pelas plantas micorrizadas pode ter sido causado por um efeito indireto da melhor nutrição de P promovida pelas micorrizas.

4.7 Produção de MS da parte aérea afetada pela deficiência hídrica

A análise de variância da produção de MS da parte aérea das espécies estudadas, após o período de deficiência hídrica, revelou efeitos altamente significativos dos tratamentos de solo e doses de P e de sua interação, exceto para braquiarião, no qual os fatores foram independentes (Tabela 26). A estimativa dos coeficientes de variação ficou entre 5,08 e 15,22%, valores considerados de baixos a médios, refletindo uma ótima precisão experimental (Pimentel Gomes, 1990).

O rendimento de MS da parte aérea do estilosantes, após o período de deficiência hídrica, em função das diferentes doses de P, ajustou-se ao modelo quadrática de regressão (Tabela 27 e Figura 31). Verificou-se que as produções de MS foram iguais nas doses de 0 e 50 mg P/kg solo. Já para as doses acima de 50 mg P/kg de solo, o tratamento com solo inoculado foi superior, seguido pelo solo natural, e por último, pelo solo desinfestado (Tabela 27). Para um rendimento estimado de 0,95 g de MS da parte aérea/vaso, correspondente a 80% da produção máxima no solo desinfestado, necessitou-se da aplicação de 45,20; 84,40 e 278,75 mg de P/kg de solo, respectivamente, para os solos inoculado, natural e desinfestado. Isso significou uma redução na necessidade de P da ordem de 83,78 % para o solo inoculado e 69,72% para o solo natural, quando comparado ao solo desinfestado. A inoculação micorrízica teve um efeito equivalente a uma dose de 233,55 mg P/kg solo, já os fungos micorrízicos indígenas (solo natural) tiveram um efeito equivalente a 194,35 mg P/kg solo.

TABELA 22: Resumo das análises de variância para quantidade acumulada de Mg na MS da parte aérea (mg/vaso) de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		Total
		1º corte	2º corte	
<i>Stylosanthes guianensis</i>				
Solo	2	1404,9980 **	1327,0730 **	5517,2200 **
Fósforo	4	2295,0530 **	1363,8830 **	7224,7010 **
S x F	8	117,5520 **	49,0000 **	293,2830 **
Resíduo	45	9,3930	5,3144	14,7300
Média		22,5075	21,7800	44,4625
CV (%)		13,62	10,58	8,63
<i>Andropogon gyanus e Stylosanthes guianensis</i>				
Solo	2	396,7329 **	992,2247 **	2727,0196 **
Fósforo	4	1718,4205 **	3025,7390 **	8778,1822 **
S x F	8	44,1958 **	86,7770 **	133,0352 **
Resíduo	45	10,8738	26,9275	40,4545
Média		17,6100	31,0477	47,6890
CV (%)		18,72	14,73	13,34
<i>Andropogon gyanus</i>				
Solo	2	602,1766 **	1606,0380 **	4221,3186 **
Fósforo	4	2439,5332 **	2072,8639 **	8981,4992 **
S x F	8	60,9720 **	103,2010 **	255,6696 **
Resíduo	45	6,5710	9,2980	14,0897
Média		22,9710	23,8300	47,0510
CV (%)		11,16	12,8	7,98
<i>Brachiaria brizantha e Stylosanthes guianensis</i>				
Solo	2	670,1509 **	485,9284 **	2058,4531 **
Fósforo	4	21807,3460 **	7074,9845 **	52547,7406 **
S x F	8	85,2056 ns	115,6936 **	370,0130 **
Resíduo	45	45,1422	18,6729	67,6803
Média		72,1020	47,3720	118,6800
CV (%)		9,32	9,12	6,93
<i>Brachiaria brizantha</i>				
Solo	2	7421,9860 **	3266,9650 **	20443,9593 **
Fósforo	4	36772,9000 **	24564,9304 **	119288,3820 **
S x F	8	1267,4876 **	364,2410 **	1961,6250 **
Resíduo	45	204,9254	85,7692	210,0770
Média		93,6500	93,7600	187,8200
CV (%)		15,29	9,88	7,72

** : significativo ao nível de 1% pelo teste F.
ns: não significativo.

TABELA 23: Quantidade acumulada de Mg (mg/vaso) na MS da parte aérea de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos e modelo de regressão de melhor ajuste para resposta a doses de P com respectivos coeficientes de determinação (R^2) do primeiro corte

Trat. Solo	Doses de Fósforo (mg/kg solo)					Regressão	
	0	50	100	200	300	Modelo	R^2
<i>Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	0,00 a	31,11 a	36,41 a	39,89 a	39,97 a	Q	0,87
Natural	0,00 a	23,42 b	28,36 b	37,21 a	37,21 a	Q	0,93
Desinf.	0,00 a	5,51 c	12,81 c	28,31 b	28,31 b	L	0,98
<i>Andropogon gayanus + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	0,00 a	16,42 a	28,39 a	31,26 a	34,76 a	Q	0,95
Natural	0,00 a	13,15 ab	18,01 b	21,40 b	34,42 a	L	0,91
Desinf.	0,00 a	7,71 b	15,47 b	18,00 b	25,15 b	Q	0,96
<i>Andropogon gayanus</i>							
Inoc.	0,00 a	27,70 a	31,92 a	38,89 a	44,55 a	Q	0,90
Natural	0,00 a	21,21 b	30,20 a	27,40 b	34,42 b	Q	0,83
Desinf.	0,00 a	10,90 c	19,80 b	25,00 b	32,56 b	Q	0,97
<i>Brachiaria brizantha + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	0,00 a	76,77 a	95,81 a	108,20 a	107,96 a	Q	0,93
Natural	0,00 a	71,85 b	88,32 b	103,05 b	98,65 b	Q	0,93
Desinf.	0,00 a	57,41 c	76,97 c	96,05 b	100,47 b	Q	0,93
<i>Brachiaria brizantha</i>							
Inoc.	0,00 a	118,24 a	139,99 a	140,77 a	157,94 a	Q	0,83
Natural	0,00 a	80,76 b	87,92 b	98,15 b	98,95 b	Q	0,85
Desinf.	0,00 a	64,35 b	128,20 a	138,41 a	151,09 a	Q	0,95

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada dose de P, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

L: Modelo linear; Q: Modelo quadrático.

TABELA 24: Quantidade acumulada de Mg (mg/vaso) na MS da parte aérea de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos e modelo de regressão de melhor ajuste para resposta a doses de P com respectivos coeficientes de determinação (R^2) do segundo corte

Trat. Solo	Doses de Fósforo (mg/kg solo)					Regressão	
	0	50	100	200	300	Modelo	R^2
<i>Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	6,87 a	26,65 a	31,25 a	34,62 a	39,04 a	Q	0,90
Natural	6,94 a	25,56 a	28,51 a	3,66 a	31,11 b	Q	0,92
Desinf.	0,00 b	7,76 b	10,36 b	19,24 b	25,07 c	Q	0,99
<i>Andropogon gayanus + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	13,89 a	24,86 a	44,61 a	53,40 a	55,73 a	Q	0,97
Natural	12,40 a	22,24 a	35,44 b	37,16 b	43,50 b	Q	0,94
Desinf.	0,00 b	18,64 a	21,26 c	39,15 b	43,44 b	Q	0,97
<i>Andropogon gayanus</i>							
Inoc.	8,92 a	22,02 a	37,50 a	49,69 a	48,11 a	Q	0,99
Natural	6,47 a	19,96 a	25,54 b	29,99 b	32,16 b	Q	0,96
Desinf.	0,00 b	8,86 b	14,01 c	20,95 c	33,24 b	L	0,98
<i>Brachiaria brizantha + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	10,86 a	47,21 a	60,42 a	77,59 a	68,40 a	Q	0,98
Natural	8,55 a	40,57 a	51,64 b	57,01 c	59,36 b	Q	0,93
Desinf.	6,72 a	31,75 b	52,28 b	66,19 b	72,01 a	Q	0,99
<i>Brachiaria brizantha</i>							
Inoc.	33,22 a	102,59 a	120,42 a	120,11 a	145,85 a	Q	0,84
Natural	18,65 b	61,39 c	81,72 c	110,29 a	125,95 b	Q	0,99
Desinf.	17,17 b	85,75 b	101,55 b	125,16 a	156,57 a	Q	0,93

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada dose de P, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

L: Modelo linear; Q: Modelo quadrático.

TABELA 25: Quantidade acumulada de Mg (mg/vaso) na MS da parte aérea de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos e modelo de regressão de melhor ajuste para resposta a doses de P com respectivos coeficientes de determinação (R²) para o total dos dois cortes

Trat. Solo	Doses de Fósforo (mg/kg solo)					Regressão	
	0	50	100	200	300	Modelo	R ²
	<i>Stylosanthes guianensis</i>						
Inoc.	6,87 a	57,59 a	68,27 a	74,45 a	79,67 a	Q	0,88
Natural	6,94 a	49,47 b	57,92 b	69,20 a	67,91 b	Q	0,92
Desinf.	0,00 b	13,47 c	23,04 c	38,95 b	53,16 c	Q	0,99
	<i>Andropogon gayanus + Stylosanthes guianensis</i>						
Inoc.	13,89 a	41,22 a	72,42 a	82,80 a	88,82 a	Q	0,97
Natural	12,40 a	34,50 ab	52,56 b	57,42 b	76,57 b	Q	0,94
Desinf.	0,00 b	25,07 b	36,35 c	54,96 b	66,32 b	Q	0,99
	<i>Andropogon gayanus</i>						
Inoc.	8,92 a	50,82 a	70,94 a	88,62 a	92,67 a	Q	0,98
Natural	6,47 a	41,00 b	54,92 b	56,72 b	67,11 b	Q	0,89
Desinf.	0,00 b	19,67 c	34,52 c	46,47 c	66,87 b	Q	0,98
	<i>Brachiaria brizantha + Stylosanthes guianensis</i>						
Inoc.	10,86 a	125,01 a	155,29 a	185,22 a	175,17 a	Q	0,94
Natural	8,55 a	111,66 a	138,56 b	156,49 b	155,39 b	Q	0,92
Desinf.	6,72 a	88,52 b	128,10 b	161,81 b	172,96 a	Q	0,97
	<i>Brachiaria brizantha</i>						
Inoc.	33,22 a	222,24 a	260,71 a	259,89 a	303,89 a	Q	0,83
Natural	18,65 b	141,12 b	171,57 c	210,74 b	223,26 b	Q	0,94
Desinf.	17,17 b	156,85 b	228,12 b	262,90 a	306,92 a	Q	0,95

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada dose de P, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

Q: Modelo quadrático.

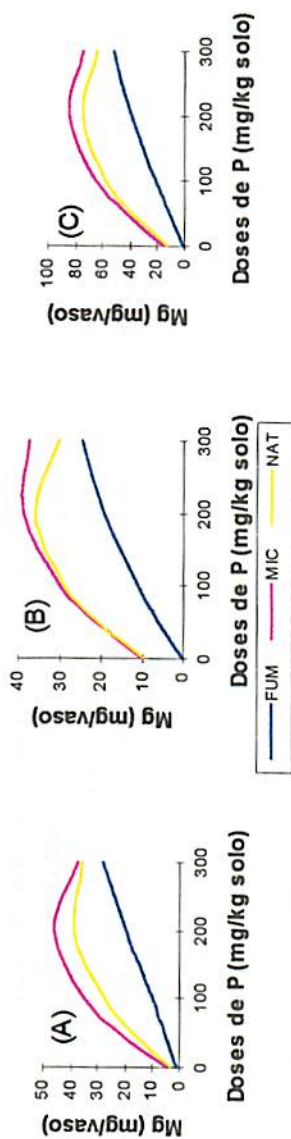


FIGURA 26: Representação gráfica da quantidade acumulada de Mg (mg/vaso) na MS da parte aérea do *Sylosanthes guianensis*, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

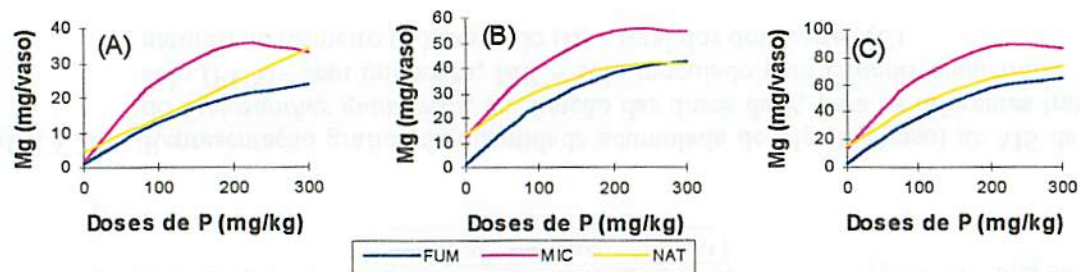


FIGURA 27: Representação gráfica da quantidade acumulada de Mg (mg/vaso) na MS da parte aérea do *Andropogon gayanus* e *Stylosanthes guianensis* consorciados, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

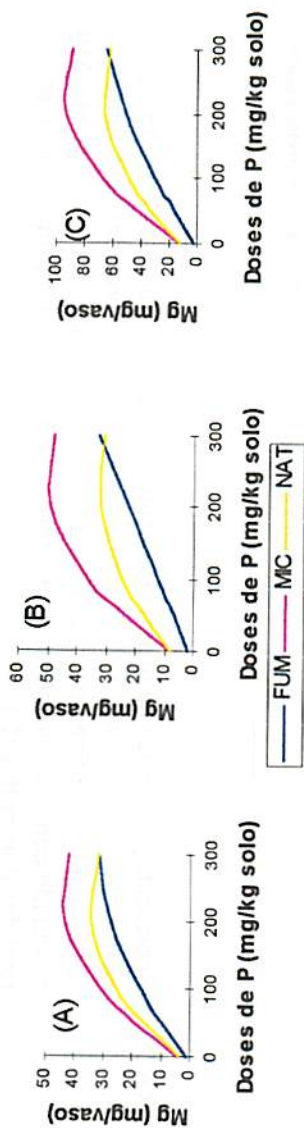


FIGURA 28: Representação gráfica da quantidade acumulada de Mg (mg/vaso) na MS da parte aérea do *Andropogon gayanus*, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

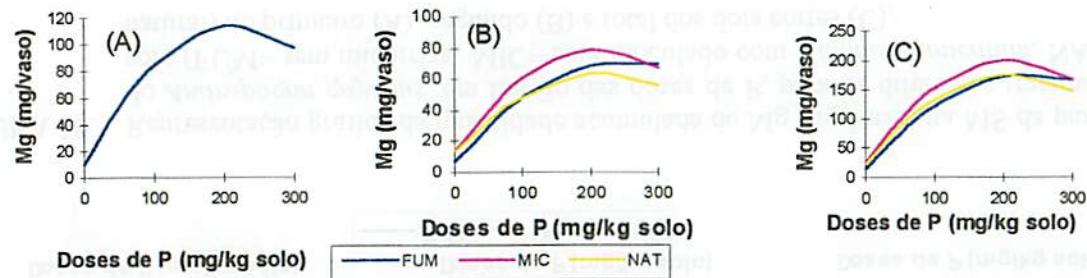


FIGURA 29: Representação gráfica da quantidade acumulada de Mg (mg/vaso) na MS da parte aérea da *Brachiaria brizantha* e *Stylosanthes guianensis* consorciados, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

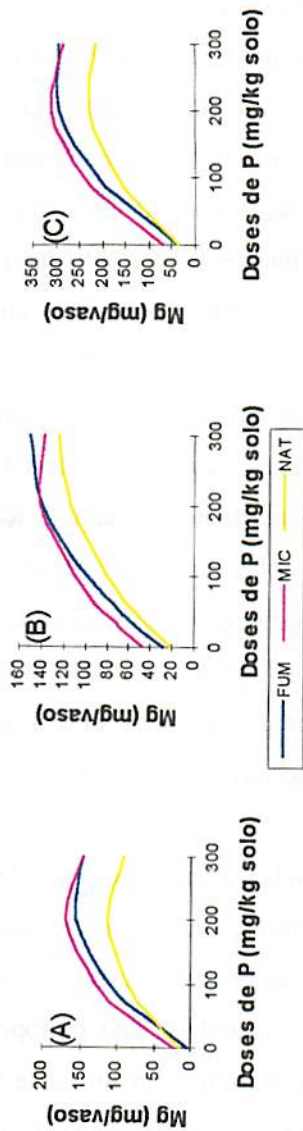


FIGURA 30: Representação gráfica da quantidade acumulada de Mg (mg/vaso) na MS da parte aérea da *Brachiaria brizantha*, em função das doses de P, para os diferentes tratamentos de solo (FUM= sem micorriza; MIC= solo inoculado com *Glomus etunicatum*; NAT= solo natural) no primeiro (A), segundo (B) e total dos dois cortes (C).

A produção de MS da parte aérea do consórcio andropogon e estilosantes, após o período de deficiência hídrica (Tabela 27 e Figura 32), foi influenciada significativa e positivamente pelo aumento nas doses de P e pode ser descrita por um modelo de regressão quadrática. Para o tratamento com solo inoculado, a dose que promoveu o maior rendimento estimado de MS (9,38g/vaso) foi de 212,06 mg P/kg solo. Para o solo natural, a dose de 220,52 mg P/kg solo proporcionou uma produção máxima estimada de 8,01g MS/vaso. No solo desinfestado, o maior rendimento (7,33g MS/vaso) foi obtido com a aplicação de 208,09mg P/kg solo. Na tabela 27 observa-se que o rendimento de MS da parte aérea do andropogon e estilosantes no solo inoculado foi superior, seguido pelo solo natural e, por último, pelo solo desinfestado. Para uma produção estimada de 5,86 g de MS/ vaso, correspondente a 80% do rendimento máximo obtido em solo desinfestado, necessitou-se da aplicação de 65,25; 88,53 e 135,17 mg P/kg solo para os solos inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. Isso significou uma redução na necessidade de P da ordem de 51,73% para o solo inoculado e 34,50% para o solo natural, em relação ao solo desinfestado. O efeito equivalente produzido pelos fungos micorrízicos foi de 69,92 mg P/kg solo, devido ao fungo introduzido (solo inoculado) e 46,64 mg P/kg solo devido aos fungos indigenas (solo natural).

A influência das doses de P sobre o rendimento de MS da parte aérea do andropogon afetado pelo déficit hídrico, ajustou-se ao modelo de regressão quadrática (Tabela 27 e Figura 33). Na condição de solo inoculado, a dose que proporcionou o maior rendimento estimado de MS do andropogon (10,02g/vaso) foi 222,71 mg P/kg solo. Para o solo natural, a melhor dose foi 196,14mg P/kg solo, proporcionando uma produção máxima estimada de 9,46g MS/vaso. Já para o solo desinfestado, o melhor rendimento (8,26g MS/vaso) foi obtido com a aplicação de 298,31mg P/kg solo. Na tabela 27, constata-se que até a dose de 200 mg P/kg solo, os tratamentos com solos inoculado e natural foram iguais;

porém, na dose de 300 mg P/kg solo, o tratamento com solo inoculado foi superior. O solo desinfestado proporcionou os menores rendimentos de MS. Para uma produção de 6,61 g MS/vaso (80% do rendimento máximo obtido no solo desinfestado), as doses de P requeridas foram de 84,50; 66,00 e 176,36 mg de P/kg solo, para os solos inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. Isso representa uma economia de 52,10% para o solo inoculado e 62,57% para o solo natural ou um efeito equivalente a 91,86 mg P/kg solo, devido ao fungo micorrízico introduzido (solo inoculado) e 119,36 mg P/kg solo aos fungos indígenas (solo natural).

O rendimento de MS da parte aérea do braquiário e estilósantes consorciados, após o período de deficiência hídrica, em função das doses de P (Tabela 27 e Figura 34), ajustou-se a um modelo quadrático de regressão. Para o solo inoculado, a dose de 214,38mg P/kg solo proporcionou o maior rendimento estimado de MS (9,30g/vaso). Para o solo natural, a produção máxima estimada (7,53g MS/vaso) ocorreu com a aplicação de 226,85mg P/kg solo. Já para o solo desinfestado, a produção máxima estimada (7,41g MS/vaso) foi obtida com a aplicação de 227,28mg P/kg solo. Na tabela 27, verifica-se que a inoculação do solo proporcionou os melhores rendimentos de MS da parte aérea do braquiário e estilósantes, após o período de deficiência hídrica. O solo desinfestado proporcionou o menor rendimento.

A influência das diferentes doses de P sobre a produção de MS da parte aérea do braquiário, após o período de deficiência hídrica, ajustou-se ao modelo de regressão quadrática (Tabela 27 e Figura 35). Independente do tratamento de solo utilizado, a dose de 222,86mg P/kg solo proporcionou o melhor rendimento de MS do braquiário (9,6g MS/vaso). Na tabela 27, observa-se que, independentemente da dose de P aplicada, a inoculação micorrízica proporcionou os maiores rendimentos de MS da parte aérea do braquiário e, portanto, uma maior capacidade de tolerar e se recuperar após um período de

deficiência hídrica. O tratamento de solo desinfestado proporcionou os piores resultados, ficando o solo natural em situação intermediária.

A produção de MS da parte aérea das espécies estudadas, após o período de estresse hídrico, aumentou significativamente com a elevação nas doses de P, confirmando a importância da adubação fosfatada para o desenvolvimento e persistência das plantas forrageiras, quando submetidas aos períodos de deficiência hídrica comuns na região e que são variáveis em duração e severidade. A presença da colonização micorrízica evidenciou os resultados positivos proporcionados pela aplicação de P. As plantas micorrizadas apresentam maior afinidade pela água e maior capacidade de explorar o solo fora da zona de absorção das raízes, comparando-se às não micorrizadas, conferindo-lhes uma maior tolerância ao estresse hídrico (Bethlenfalvai, 1992). Essa maior tolerância pode estar relacionada, em muitos casos, a uma melhor nutrição da planta (Fitter, 1988 e Nelsen, 1987). Segundo Siqueira (1994), a melhoria na relação água-planta está relacionada a modificações provocadas pela colonização micorrízica na planta, tais como, alterações na elasticidade das folhas, potencial de água e turgor das folhas, taxa de transpiração, abertura estomatal e alterações nas raízes (maior desenvolvimento).

TABELA 26: Resumo das análises de variância da produção de MS da parte aérea (g/vaso) após o período de deficiência hídrica, produção de MS do sistema radicular (g/vaso) e taxa de colonização micorrizica (%) de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos

Fonres de variação	GL	Quadrados Médios	
		MS (parte aérea)	MS (raízes)
		Taxa de coloniz.	
<i>Sylosanthes guianensis</i>			
Solo	2	25,6535 **	72,9730 **
Fósforo	4	32,5808 **	368,4986 **
S x F	8	5,5368 **	1,8162 **
Resíduo	45	0,0504	0,2132
Média		1,4750g	7,7720g
CV (%)		15,22	5,94
<i>Andropogon gayanus e Sylosanthes guianensis</i>			
Solo	2	24,3171 **	144,8464 **
Fósforo	4	90,8885 **	1108,9200 **
S x F	8	2,1513 **	4,2290 **
Resíduo	45	0,1329	0,4820
Média		5,4300	19,4150
CV (%)		6,72	3,58
<i>Andropogon gayanus</i>			
Solo	2	30,0935 **	117,6140 **
Fósforo	4	130,3836 **	1305,9738 **
S x F	8	8,6330 **	15,9640 **
Resíduo	45	0,3029	0,5137
Média		5,7800	20,8100
CV (%)		9,52	3,44
<i>Brachiaria brizantha e Sylosanthes guianensis</i>			
Solo	2	10,7375 **	130,1231 **
Fósforo	4	73,5004 **	295,0790 **
S x F	8	1,2073 **	12,3259 **
Resíduo	45	0,0825	0,8234
Média		5,6500	23,7220
CV (%)		5,08	3,82
<i>Brachiaria brizantha</i>			
Solo	2	8,0827 **	94,5038 **
Fósforo	4	93,9432 **	617,1170 **
S x F	8	0,2689 ns	15,4676 **
Resíduo	45	0,1518	1,0981
Média		6,6280	26,3200
CV (%)		5,88	3,98

** : significativo ao nível de 1% pelo teste F.
ns: não significativo.

TABELA 27: Produção de MS da parte aérea (g/vaso) de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos e modelo de regressão de melhor ajuste para resposta a doses de P com respectivos coeficientes de determinação (R^2) do terceiro corte (após o período de deficiência hídrica)

Trat. Solo	Doses de Fósforo (mg/kg solo)					Regressão	
	0	50	100	200	300	Modelo	R^2
<i>Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	0,00 a	0,20 a	2,10 a	4,70 a	5,32 a	Q	0,95
Natural	0,00 a	0,00 a	0,55 b	3,50 b	4,55 b	Q	0,94
Desinf.	0,00 a	0,00 a	0,00 c	0,25 c	0,95 c	Q	0,99
<i>Andropogon gayanus + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	1,60 a	6,05 a	8,27 a	8,02 a	8,65 a	Q	0,88
Natural	1,02 a	5,22 b	6,40 b	7,70 ab	7,52 b	Q	0,91
Desinf.	0,20 b	2,80 c	5,12 c	7,07 b	5,75 c	Q	0,99
<i>Andropogon gayanus</i>							
Inoc.	0,50 a	7,42 a	7,92 a	8,35 a	9,65 a	Q	0,83
Natural	0,35 a	7,02 a	7,65 a	8,02 a	7,87 b	Q	0,78
Desinf.	0,17 a	1,30 b	4,62 b	7,75 a	8,07 b	Q	0,97
<i>Brachiaria brizantha + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	1,80 a	5,70 a	8,22 a	8,05 a	8,60 a	Q	0,91
Natural	1,52 ab	5,32 a	6,40 b	7,07 b	7,40 b	Q	0,85
Desinf.	1,22 b	4,80 b	5,32 c	6,35 c	6,95 b	Q	0,95
<i>Brachiaria brizantha</i>							
Inoc.	2,17 a	7,12 a	8,30 a	8,70 a	9,37 a	Q	0,90
Natural	1,90 b	6,67 b	7,75 b	8,75 a	9,10 b	Q	0,90
Desinf.	1,42 c	6,05 c	6,77 c	7,75 b	7,57 c	Q	0,90

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada dose de P, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

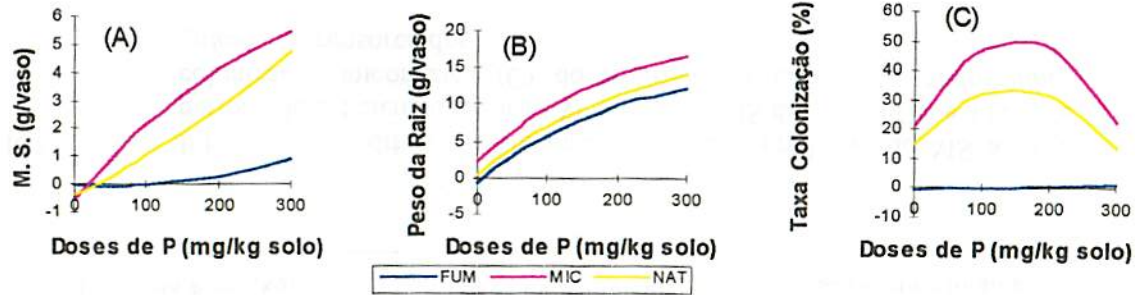


FIGURA 31: Influência dos diferentes tratamentos sobre a produção de MS da parte aérea após o período de deficiência hídrica (A), o peso de MS das raízes (B) e a taxa de colonização micorrizica (C) do *Stylosanthes guianensis*.

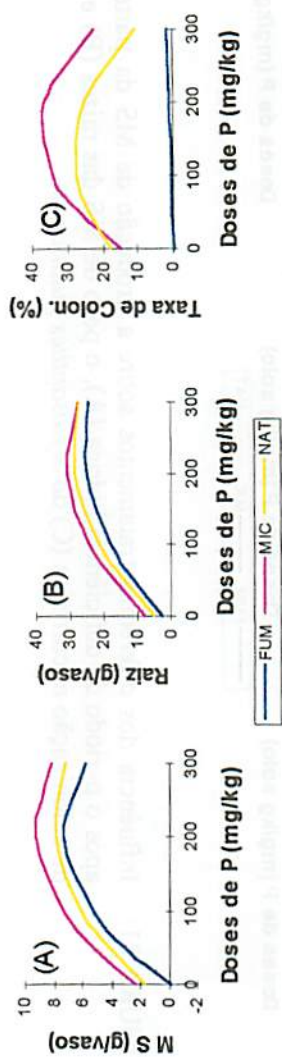


FIGURA 32: Influência dos diferentes tratamentos sobre a produção de MS após o período de deficiência hídrica (A), o peso de MS das raízes (B) e a taxa de colonização micorrizica (C) do *Andropogon gayanus* e *Stylosanthes guianensis* consorciados.

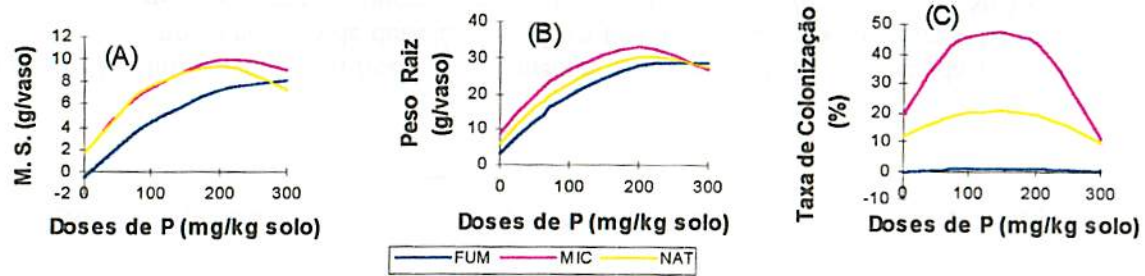


FIGURA 33: Influência dos diferentes tratamentos sobre a produção de MS da parte aérea após o período de deficiência hídrica (A), o peso de MS das raízes (B) e a taxa de colonização micorrízica (C) do *Andropogon gayanus*.

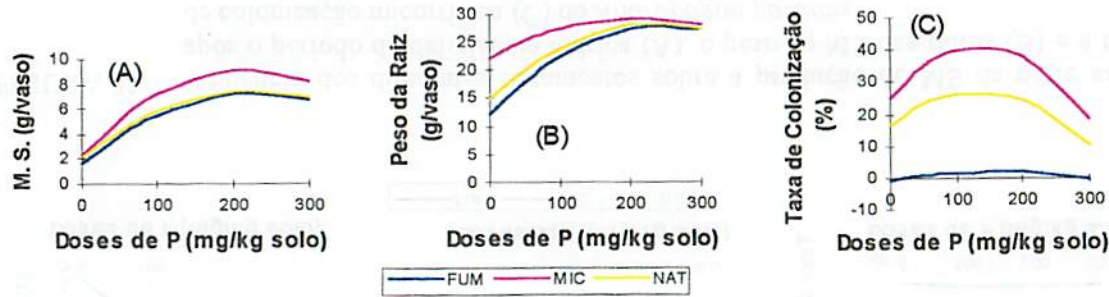


Figura 34: Influência dos diferentes tratamentos sobre a produção de MS da parte aérea após o período de deficiência hídrica (A), o peso de MS das raízes (B) e a taxa de colonização micorrízica (C) da *Brachiaria brizantha* e *Stylosanthes guianensis* consorciados.

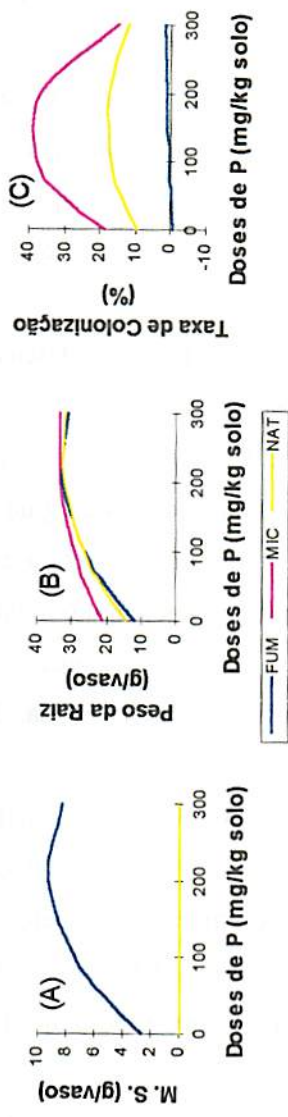


FIGURA 35: Influência dos diferentes tratamentos sobre a produção de MS da parte aérea após o período de deficiência hídrica (A), o peso de MS das raízes (B) e a taxa de colonização micorrízica (C) da *Brachiaria brizantha*.

4.8 Produção de matéria seca do sistema radicular

Os efeitos dos tratamentos sobre o desenvolvimento radicular das espécies estudadas foram altamente significativos, sugerindo um comportamento diferenciado da aplicação das diferentes doses de P e tratamentos de solo e interação entre os mesmos (Tabela 26). A estimativa dos coeficientes de variação apresentou valores considerados baixos, os quais variaram de 3,44 a 5,94%, e refletindo uma ótima precisão experimental, segundo Pimentel Gomes (1990).

A influência das diferentes doses de P sobre o desenvolvimento radicular do estilosantes foi significativa e positiva, podendo ser descrita por um modelo quadrático de regressão (Tabela 28 e Figura 31). O desenvolvimento radicular máximo estimado de 16,64 g no solo inoculado, 14,26 g no solo natural e 12,44 g de MS/vaso no solo desinfestado, foram obtidos com a dose de 300 mg P/kg solo. O tratamento com solo inoculado proporcionou o melhor desenvolvimento radicular do estilosantes, seguido pelos tratamentos com solo natural e desinfestado (Tabela 28). Para uma estimativa média de desenvolvimento radicular equivalente a 80% do máximo obtido em solo desinfestado (9,95 g de MS/vaso), necessitou-se das doses de 108,94 mg P/kg para o solo inoculado, 159,70 mg P/kg solo para o natural e 193,30 mg P/kg solo para o solo desinfestado. O efeito equivalente promovido pelo fungo micorrízico introduzido foi de 84,36 mg P/kg solo e pelos fungos nativos foi de 33,60 mg P/kg solo. Isso representa uma economia em P de, aproximadamente, 43,64% para o solo inoculado e 17,38% para o natural, em relação ao solo desinfestado.

O desenvolvimento radicular das plantas no consórcio andropogon e estilosantes, em função das doses de P, foi significativo e positivo e se ajustou ao modelo quadrático de regressão (Tabela 28 e a Figura 32). Para o solo inoculado, o maior desenvolvimento radicular estimado (31,47g MS/vaso)

ocorreu com a aplicação de 214,50mg P/kg solo. Para o solo natural, a aplicação de 235,44mg P/kg solo concorreu para uma produção de 29,38g MS/vaso. Já no solo desinfestado, o desenvolvimento radicular máximo estimado (26,13g MS/vaso) ocorreu com a aplicação de 243,78mg P/kg solo. Em relação aos tratamentos de solo (Tabela 28), verifica-se que a inoculação promoveu um melhor desenvolvimento radicular, seguido pelo solo natural e, por último, pelo solo desinfestado. Na dose de 300 mg P/kg solo, os tratamentos de inoculação e natural foram iguais. Para a obtenção de um desenvolvimento radicular equivalente a 80% do máximo esperado no solo desinfestado (20,90g MS/vaso), necessitou-se de 69,89; 73,70 e 127,61 mg de P/kg solo para os tratamentos com solo inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. A inoculação micorrízica teve um efeito equivalente a 57,72mg P, e os fungos nativos um efeito equivalente a 53,91 mg P/kg solo, representando uma economia de 45,23 e 42,24% da necessidade de P para os solos inoculado e natural, respectivamente.

O efeito das diferentes doses de P sobre o desenvolvimento radicular do andropogon foi significativo e positivo, ajustando-se a um modelo quadrático de regressão (Tabela 28 e Figura 33). Para o tratamento com solo inoculado, a dose de P que promoveu o maior desenvolvimento radicular estimado (33,18g MS/vaso) foi 200,19mg P/kg solo. No solo natural, o desenvolvimento radicular máximo estimado de 30,71g MS/vaso foi obtido com a aplicação de 222,90mg P/kg solo. No entanto para o solo desinfestado, a produção máxima estimada de MS do sistema radicular de 29,33g/vaso foi obtida com a aplicação de 258,47mg P/kg solo. Na tabela 28, verifica-se que, de um modo geral, houve um melhor desenvolvimento radicular na condição de solo inoculado, seguido pelos solos natural e desinfestado. Na dose de 300 mg P/kg solo, o solo desinfestado proporcionou um melhor desenvolvimento radicular. Para uma estimativa de desenvolvimento radicular equivalente a 80% do máximo obtido em solo

desinfestado (23,46 g de MS/vaso), necessitou-se das doses de 73,08 mg de P/kg solo para o tratamento com solo inoculado, 100,65 mg P/kg solo para o solo natural e 141,40 mg P/kg solo para o solo desinfestado. O efeito equivalente promovido pelo fungo micorrízico introduzido foi de 68,32 mg P/kg solo e pelos fungos nativos foi de 40,75 mg P/kg solo. Isso representou uma economia em P de, aproximadamente, 48,32% para o solo inoculado e 28,82% para o solo natural, em relação ao solo desinfestado.

O desenvolvimento radicular do consórcio do braquiário com o estilosantes, em função das doses de P, ajustou-se a um modelo de regressão quadrática (Tabela 28 e Figura 34). O desenvolvimento radicular máximo estimado para o solo inoculado (29,50g MS/vaso) foi obtido com a aplicação de 213,10mg P/kg solo. Para o solo natural, o desenvolvimento estimado de 28,62g MS/vaso ocorreu com a aplicação de 236,40mg P/kg solo. Já para o solo desinfestado, a produção máxima estimada de MS do sistema radicular de 28,16g/vaso foi obtida com a aplicação de 247,23mg P/kg solo. Na tabela 28, verifica-se que nas doses inferiores de P, a inoculação micorrízica proporcionou um melhor desenvolvimento radicular. Com o aumento das doses de P, houve uma tendência de equilíbrio entre os tratamentos. Para a obtenção de um desenvolvimento radicular equivalente a 80% do máximo esperado no solo desinfestado (22,53g MS/vaso), necessitou-se de 3,72; 72,42 e 113,78 mg de P/kg solo para os tratamentos com solos inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. A inoculação micorrízica teve um efeito equivalente a 110,06mg P/kg solo e os fungos nativos um efeito equivalente a 41,36mg P/kg solo, representando uma economia de 96,73 e 36,35% da necessidade de P para os solos inoculado e natural, respectivamente.

As respostas do braquiário, com relação ao desenvolvimento radicular, à elevação nas doses de P foram significativas e positivas e se ajustaram a um modelo de regressão quadrática (Tabela 28 e Figura 35). O máximo

TABELA 28: Produção de MS do sistema radicular (g/vaso) de espécies forrageiras sob diferentes tratamentos e modelo de regressão de melhor ajuste para resposta a doses de P com respectivos coeficientes de determinação (R²)

Trat. Solo	Doses de Fósforo (mg/kg solo)					Regressão	
	0	50	100	200	300	Modelo	R ²
<i>Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	2,75 a	5,95 a	9,40 a	14,42 a	16,65 a	Q	0,99
Natural	0,85 b	3,07 b	7,15 b	11,97 b	14,02 b	Q	0,99
Desinf.	0,00 c	2,75 b	4,32 c	11,52 b	11,72 c	Q	0,95
<i>Andropogon gayanus + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	6,42 a	20,07 a	25,90 a	28,87 a	28,70 a	Q	0,95
Natural	4,37 b	16,20 b	22,15 b	27,20 b	28,20 a	Q	0,98
Desinf.	0,80 c	14,77 c	19,07 c	22,45 c	26,02 b	Q	0,93
<i>Andropogon gayanus</i>							
Inoc.	5,30 a	25,65 a	27,15 a	29,40 a	20,70 c	Q	0,84
Natural	3,75 b	20,52 b	22,82 b	28,15 b	28,75 b	Q	0,92
Desinf.	0,00c	17,22 c	20,47 c	24,07 c	30,17 a	Q	0,90
<i>Brachiaria brizantha + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	22,07 a	25,27 a	27,95 a	28,92 a	28,45 a	Q	0,98
Natural	14,52 b	21,27 b	24,10 b	27,60 ab	27,85 a	Q	0,98
Desinf.	13,00 b	15,82 c	24,35 b	27,12 b	27,50 a	Q	0,95
<i>Brachiaria brizantha</i>							
Inoc.	21,12 a	26,77 a	28,97 a	33,22 a	33,95 a	Q	0,99
Natural	13,20 b	22,95 b	27,40 a	30,45 b	32,67 ab	Q	0,96
Desinf.	11,70 b	20,60 c	27,75 a	32,12 ab	31,87 b	Q	0,99

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada dose de P, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.
Q: Modelo quadrático.

desenvolvimento radicular médio estimado do braquiário (33,50 g MS/vaso), em todas as condições de solo, foi obtido com a aplicação de aproximadamente 230 mg P/ kg solo. Na tabela 28, observa-se que a inoculação proporcionou um melhor desenvolvimento do sistema radicular do braquiário nas doses inferiores de P. A partir da dose de 100mg P/kg solo, o desenvolvimento radicular do braquiário nos três tratamentos de solo foram iguais. Para uma estimativa de desenvolvimento radicular equivalente a 80% do máximo obtido em solo desinfestado (27,20 g de MS/vaso), necessitou-se das doses de 68,83; 104,80 e 103,54 mg P/kg solo para os solos inoculado, natural e desinfestado, respectivamente. O efeito equivalente promovido pelo fungo micorrízico introduzido foi de 34,71mg P/kg solo. Isso representou uma economia de P de aproximadamente 33,52% para o solo inoculado, em relação aos solos desinfestado e natural.

4.9 Taxa de colonização micorrízica , densidade de esporos no solo e nodulação

Verificaram-se para a taxa de colonização micorrízica efeitos altamente significativos dos tratamentos, o que sugere um comportamento diferenciado da aplicação de diferentes doses de P e tratamentos de solo e interação entre os mesmos. Os coeficientes de variação situaram-se entre 14,71% e 23,82%, considerados médios segundo Pimentel Gomes (1990) e refletindo uma boa precisão experimental (Tabela 26).

Para todas as espécies, não foi observada ocorrências significativas de colonização micorrízica (Tabela 29 e Figura 31) e esporulação (Tabela 30) na condição de solo desinfestado. A taxa de colonização micorrízica e a esporulação nos solos inoculado e natural, em função das diferentes doses de P, foram mais intensas com a aplicação das doses intermediárias de P (50 a 200 mg

TABELA 29: Taxa de colonização micorrizica (%) em espécies forrageiras sob diferentes tratamentos e modelo de regressão de melhor ajuste para resposta a doses de P com respectivos coeficientes de determinação (R²)

Trat. Solo	Doses de Fósforo (mg/kg solo)					Regressão	
	0	50	100	200	300	Modelo	R ²
<i>Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	3,34 a	68,07 a	51,95 a	38,73 a	20,60 a	Q	0,55
Natural	1,22 ab	39,05 b	32,39 b	13,70 b	9,39 b	Q	0,46
Desinf.	0,00 b	0,00 c	0,00 c	0,10 c	0,04 c	L	0,64
<i>Andropogon gayanus + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	3,94 a	27,34 b	36,49 a	26,97 a	16,94 a	Q	0,80
Natural	2,81 a	39,81 a	16,87 b	10,74 b	5,15 b	Q	0,36
Desinf.	0,00 b	0,00 c	0,11 c	0,00 c	0,14 c	L	0,34
<i>Andropogon gayanus</i>							
Inoc.	2,12 a	64,92 a	54,10 a	27,91 a	7,68 a	Q	0,62
Natural	1,55 a	18,01 b	11,68 b	6,22 b	4,52 a	Q	0,39
Desinf.	0,00 b	0,00 c	0,00c	0,11 c	0,00 b	Q	0,40
<i>Brachiaria brizantha + Stylosanthes guianensis</i>							
Inoc.	6,52 a	61,52 a	41,16 a	21,81 a	14,50 a	Q	0,40
Natural	3,26 a	31,55 b	18,80 b	10,56 b	4,88 b	Q	0,47
Desinf.	0,00 b	0,00 c	0,22 c	0,14 c	0,00 c	Q	0,75
<i>Brachiaria brizantha</i>							
Inoc.	5,15 a	44,40 a	34,87 a	28,60 a	8,64 a	Q	0,71
Natural	1,24 b	11,60 b	8,92 b	6,32 b	5,44 a	Q	0,46
Desinf.	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,18 c	0,08 b	L	0,67

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada dose de P, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

L: Modelo linear; Q: Modelo quadrático.

P/kg solo), sendo que o tratamento com solo inoculado mostrou uma taxa de infecção e esporulação superiores ao solo natural. De um modo geral, os tratamentos com as menores e as maiores doses de P tiveram as menores taxas de colonização e menor esporulação, isso porque a adubação fosfatada influencia a formação de micorrizas e a proliferação de esporos (Mosse, 1981). Resultados similares foram obtidos por Menge et al. (1978).

TABELA 30: Valores médios de densidade de esporos no solo em função das doses de P e dos tratamentos de solo (n^o de esporos/ 20ml de solo).

Trat. Solo	<u>Doses de P (mg/kg solo)</u>				
	0	50	100	200	300
<i>Stylosanthes guianensis</i>					
Inoc.	100	94	97	118	123
Natural	17	9	13	4	10
Desinf.	0	4	0	16	0
<i>Andropogon gayanus e Stylosanthes guianensis</i>					
Inoc.	133	595	264	245	270
Natural	9	6	11	4	13
Desinf.	0	0	0	0	2
<i>Andropogon gayanus</i>					
Inoc.	242	452	203	202	255
Natural	7	5	6	5	6
Desinf.	5	7	4	6	4
<i>Brachiaria brizantha e Stylosanthes guianensis</i>					
Inoc.	215	219	527	501	246
Natural	3	20	11	28	26
Desinf.	2	0	6	0	0
<i>Brachiaria brizantha</i>					
Inoc.	237	260	232	232	219
Natural	22	20	19	11	15
Desinf.	0	0	0	0	0

Foi verificado que a inoculação micorrizica e a adubação fosfatada tiveram um efeito bastante positivo sobre a nodulação do estilosantes (Tabela 31). Quando em consórcio, as plantas de estilosantes apresentaram uma menor nodulação, provavelmente decorrente da maior concorrência entre as plantas.

TABELA 31: Nodulação das plantas de *Stylozanthes guianensis* (nódulos/vaso) em função das doses de P e dos tratamentos do solo (média das quatro repetições).

Trat. Solo	Doses de P (mg/kg solo)				
	0	50	100	200	300
<i>Stylozanthes guianensis</i>					
Inoculado.	0	1 a 10	11 a 20	> 20	> 20
Natural	0	0	1 a 10	11 a 20	> 20
Desinfest.	0	0	0	1 a 10	11 a 20
<i>Andropogon gayanus e Stylozanthes guianensis</i>					
Inoculado.	0	0	1 a 10	11 a 20	11 a 20
Natural	0	0	1 a 10	1 a 10	11 a 20
Desinfest.	0	0	0	1 a 10	1 a 10
<i>Brachiaria brizantha e Stylozanthes guianensis</i>					
Inoculado.	0	0	1 a 10	11 a 20	> 20
Natural	0	0	0	11 a 20	11 a 20
Desinfest.	0	0	0	1 a 10	11 a 20

4.10 Discussão geral:

Os resultados obtidos neste experimento mostram que, em condições de baixa disponibilidade de P no solo, a inoculação micorrizica contribuiu para maior absorção do nutriente do solo, concorrendo para um melhor desenvolvimento das plantas, concordando com resultados obtidos por Sanders e

Tinker (1973), Haltingh et al. (1973), Rhodes e Gerdemaann (1975), Pearson e Tinker (1975), Cox et al. (1980) e Abbott e Robson (1982).

A presença da infecção micorrízica aumentou as quantidades acumuladas de PB, P, K, Ca e Mg na parte aérea das espécies estudadas, confirmando resultados obtidos por Ames et al. (1983), Nielsen e Jensen (1983), Sano (1984), Howeler et al. (1987) e Lambais e Cardoso (1993).

Além dos benefícios nutricionais, a inoculação micorrízica contribuiu para maior tolerância ao déficit hídrico imposto às plantas durante a fase final do experimento, conforme trabalhos de Ibrahim et al. (1990), Michelsen e Rosendahl (1990) e Potter e Linderman (1992).

Os benefícios promovidos pelos fungos micorrízicos foram mais evidentes para o estilosantes, considerada uma espécie altamente dependente da condição micorrízica. Já os resultados obtidos com o andropogon e o braquiário (pouco dependentes), não foram tão evidentes conforme enfatizado por Mosse (1981), Howeler, Sieverding e Saif (1987), Siqueira e Franco (1989) e Lambais e Cardoso (1993).

Pelos resultados obtidos, ficou evidenciada a importância da adubação fosfatada para o estabelecimento e produção das plantas forrageiras. O aumento nas doses de P promoveu incrementos significativos na produção e teores de nutrientes no tecido vegetal das espécies estudadas, concordando com os resultados obtidos por Guss (1988), Fonseca et al. (1992), Costa et al. (1992a e 1992b), Corrêa e Haag (1993) e Paulino et al. (1994), e também maior tolerância ao déficit hídrico. A presença de colonização micorrízica evidenciou os efeitos benéficos da aplicação de P, principalmente nas doses intermediárias. Nas condições do presente experimento, a ausência ou as doses elevadas de adubação fosfatada inibiram a colonização.

5 CONCLUSÕES

- O aumento nas doses de P e a inoculação micorrízica influenciaram positivamente a produção de MS e o acúmulo de PB, P, Ca e Mg na parte aérea das espécies estudadas. As melhores respostas foram proporcionadas pelo estilosantes, seguida pelo andropogon e, por último, pelo braquiário.
- Em condições de solo desinfestado (sem micorriza), somente com as maiores doses de P foi possível a obtenção de produções adequadas.
- A produção das plantas forrageiras foi insignificante na ausência de adubação fosfatada.
- Com o aumento nas doses de adubação fosfatada, os benefícios da inoculação micorrízica tendem a diminuir, tornando, às vezes, prejudiciais nas doses maiores de P.
- A inoculação micorrízica e a adubação fosfatada influenciaram positivamente a tolerância das plantas ao déficit hídrico e beneficiaram a nodulação das raízes do estilosantes, melhorando a fixação de N₂.
- Em condições de consorciação, sem adubação nitrogenada, a inoculação micorrízica influenciou positivamente o conteúdo de N das gramíneas, sugerindo que as mesmas beneficiaram-se do N fixado pela leguminosa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOT, L. K.; ROBSON, A. D. Infectivity and effectiveness of VA mycorrhizal fungi: effect of inoculum type. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, v.32, n. 4, p.631-639, 1981.
- ABBOT, L. K.; ROBSON, A. D. Formation of external hyphae in soil by four species of VA mycorrhizal fungi. *New Phytologist*, London, v.99, n.2, Feb., p.245-255, 1985a.
- ABBOT, L. K.; ROBSON, A. D.; BOER, G. The effect of phosphorus on the formation of hyphae in soil by the VA mycorrhizal fungus *Glomus fasciculatum*. *New Phytologist*, London, v.97, n. 3, Jul., p.437-446, 1984.
- ALCÂNTARA, P. B.; ABRAMIDES, P. L. G.; ROCHA, G. L. da. Efeito da quantidade de leguminosas presentes em pastagens de gramíneas tropicais, sobre o ganho de peso de bovinos de corte. *Zootecnia*, Nova Odessa, v.17, n.4, p.225-238, 1979.
- ALCÂNTARA, V. de B. G. Estudos do crescimento e senescência em algumas espécies leguminosas forrageiras. Jaboticabal: UNESP, 1981. 120p. (Dissertação- Mestrado em Zootecnia)
- ALEXANDER, C.; ALEXANDER, I. J.; HADLEY, G. Phosphorus uptake by *Goodyera repens* in relation to mycorrhizal infection. *New Phytologist*, London, v.97, n. 3, Jul., p.401-411, 1984.
- ALLEN, M. F.; MOORE, T. S.; CHISTENSEN, M. Phytohormone changes in *Bouteloua gracilis* infected by VA mycorrhizas. I. Cytokinin increases in the host plant. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v.58, n. 1, p.371-396, 1980.
- AMES, R. N.; REID, C. P. P.; PORTER, L. K.; CAMBADELLA, C. Hyphal uptake and transport of nitrogen from two ¹⁵N-labelled sources by *Glomus mosseae*, a VA mycorrhizal fungi. *New Phytologist*, London, v.95, n. 3, Nov., p.381-396, 1983.

- AMES, R. N.; BETHLENFALVAY, G. J. Localized increase in nodule activity but no competitive interaction of cowpea Rhizobia due to pre-establishment of vesicular-arbuscular mycorrhiza. *New Phytologist*, London, v.106, n.2, Jun., 207-215, 1987.
- AMJEE, F.; STRIBLEY, D.P.; TINKER, P.B. Soluble carbohydrates in roots of leek (*Allium porrum*) plants in relation to phosphorus supply and VA mycorrhizas. *Plant and Soil*, The Hague-Netherlands, v.124, n. 2, Jun., p.195-198, 1990.
- ASIMI, S.; GIANINAZZI-PEARSON, V.; GIANINAZZI, S. Influence of increasing soil phosphorus levels on interactions between vesicular-arbuscular mycorrhizae and *Rhizobium* in soybean. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v.58, n. 5, p.2200-2205, 1980.
- AZCON-AGUILAR, C. G.; BAREA, J. M.; AZCÓN, R.; OLIVARES, J. Effectiveness of *Rhizobium* and VA mycorrhiza in the introduction of *Hedysarum coronarium* in a new habitat. *Agriculture and Environment*, Amsterdam, v.7, n.1, p.199-202, 1982.
- AZCON-AGUILAR, C. G.; GIANINAZZI-PEARSON, V.; PARDEAU, J. C.; GIANINAZZI, S. Effect of VA mycorrhizal fungi and phosphate solubilising bacteria on growth and nutrition of soybeans in a neutral-calcareous soil amended with ^{32}P - ^{45}Ca tricalcium phosphate. *Plant and Soil*, The Hague-Netherlands, v.96, n.1, p.03-15, 1986.
- BAREA, J. M.; AZCON-AGUILAR, C. G. Mycorrhizas and their significance in nodulating nitrogen-fixing plants. *Advances in Agronomy*, New York, v.36, n.1, p.1-54, 1983.
- BAREA, J. M.; EL-ATRACH, F.; AZCON-AGUILAR, R. Mycorrhiza and phosphate interactions as affecting plant development, N_2 fixation, N-transfer and N-uptake from soil in legume-grass mixtures by using a ^{15}N dilution technique. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v.21, n. 4, p.581-589, 1989.
- BEKELE, T.; CINO, B. J.; EHLERT, P. A. I.; VAN DER MAAS, A. A.; VAN DIEST, A. An evaluation of plant-borne factors promoting the solubilization of alkaline rock phosphates. *Plant and Soil*, The Hague-Netherlands, v.75, n.3, p.361-378, 1983.

- BETHLENFALVAY, G. J. Mycorrhizae in crop productivity. In: BETHLENFALVAY, G. J.; LINDERMAN, R. G. (eds.). *Mycorrhizae in sustainable agriculture*. Madison: American Society of Agronomy, 1992. Cap.1, p.1-28.
- BETHLENFALVAY, G. J.; REYES-SOLIS, M. G.; CAMEL, S. B.; FERRERA-CERRATO, R. Nutrient transfer between the root zones of soybean and maize plants connected by a common mycorrhizal mycelium. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.82, n. 3, p.423-432, 1987.
- BHAT, K. K. S.; NYE, P. B. Diffusion of phosphate to plant roots in soil. II. Uptake along the roots at different times and effect of different levels of phosphorus. *Plant and Soil*, The Hague-Netherlands, v.41, n. 2, p.365-382, 1974.
- BOGDAN, A. V. *Tropical pastures and fodder plants*. London: Longman, 1977. 475p.
- BOLAN, N. S. A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. *Plant and Soil*, The Hague-Netherlands, v.134, n. 2, Jul., p.189-207, 1991.
- BOLAN, N. S.; ROBSON, A. D.; BARROW, N. J. Effects of VA mycorrhizas on the availability of iron phosphates to plants. *Plant and Soil*, The Hague-Netherlands, v.99, n. 2-3, p.401-410, 1987.
- BOLLER, B. C.; NÖSBERGER, J. Symbiotically fixed nitrogen from field-grown white and red clover mixed with ryegrasses at low levels of ¹⁵N-fertilisation. *Plant and Soil*, The Hague-Netherlands, v.104, n. 1, p.219-226, 1987.
- BOWEN, G.D. Mycorrhizal roles in tropical plants and ecosystems. In: MIKOLA, P. (ed.). *Tropical mycorrhiza research*. Oxford: Oxford Press University, 1980. p.165-190.
- BROWN, M. S.; BETHLENFALVAY, G. J. The *Glycine-Glomus-Rhizobium* symbiosis. VII. Photosynthetic nutrient-use efficiency in nodulated, mycorrhizal soybeans. *Plant Physiology*, Maryland, v.86, n. 5, p.1292-1297, 1988.

- BROWN, M. S.; THAMSURAKUL, S.; BETHLENFALVAY, G. J. The *Glycine-Glomus-Rhizobium* symbiosis. VIII. Phosphorus-use efficiency of CO₂ and N₂ fixation in mycorrhizal soybeans. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.74, n. 1, p.159-163, 1988.
- CABALA-ROSAND, P.; WILD, A. Direct use of low grade phosphate rock from Brazil as fertilizer. II. Effects of mycorrhizal inoculation and nitrogen source. *Plant and Soil*, The Hague-Netherlands, v.65, n. 2, p.363-373, 1982.
- CAMEL, S. B.; REYES-SOLIS, M. G.; FERRERA-CERRATO, R.; FRANSON, R. L.; BROWN, M. S.; BETHLENFALVAY, G. J. Growth of VA mycorrhizal mycelium through bulk soil. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.55, Mar./Apr. p.389-393, 1991.
- CARLING, D. E.; RIEHLE, W. G.; BROWN, M. F.; JOHNSON, D. R. Effects of a VA mycorrhizal fungus on nitrate reductase and nitrogenase activities in nodulating and non-nodulating soybeans. *Phytopathology*, Saint Paul, v.68, n. 5, p.1590-1596, 1978.
- CARVALHO, M. M. Fixação biológica como fonte de nitrogênio para pastagens. In: MAHOS, H. B.; WERNER, J. C.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. (eds.). *Calagem e adubação de pastagens*. Piracicaba: POTAFOS, 1986. p.125-143.
- COOPER, K. M. Physiology of VA mycorrhizal associations. In: POWELL, C. L.; BAGYARAJ, D. J. (eds.). *VA mycorrhiza*. Boca Raton: CRC, 1984. p.155-186.
- COOPER, K. M.; TINKER, P. B. Translocation and transfer of nutrients in VA mycorrhizas. II. Uptake and translocation of phosphorus, zinc and sulphur. *New Phytologist*, London, v.81, n. 1, p.43-52, 1978.
- CORRÊA, L. de A.; HAAG, H. P. Níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de gramíneas forrageiras em latossolo vermelho-amarelo, álico: I : ensaio em casa de vegetação. *Sciencia Agrícola*, Piracicaba, v. 50, n.1, p.99-108, fev./maio, 1993.
- COSTA, N. L.; PAULINO, V. F.; CARDELLI, M. A.; OLIVEIRA, J. R. C.; RODRIGUES, A. N. A. Efeito de diferentes fontes e doses de fósforo sobre a produção de forragem de *Andropogon gayanus* cv. Planaltina. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 20, Piracicaba, 1992. Anais... Piracicaba: USP/ESALQ/SBCS, 1992a. p.314-315.

- COSTA, N. L.; PAULINO, V. F.; RODRIGUES, A. N. A.; RODRIGUES, A. N. A.; OLIVEIRA, J. R. da C.** Resposta da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a fontes e doses de fósforo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Brasília, 1992. Anais... Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992b. p.28-50.
- COX, G.; MORAN, K. J.; SANDERS, F. E.; NOCKOLDS, C.; TINKER, P. B.** Translocation and transfer of nutrients in VA mycorrhizas. III. Polyphosphate granules and phosphorus translocation. *New Phytologist*, London, v.84, n. 4, p.649-659, 1980
- COX, G.; SANDERS, F. E.** Ultrastructure of the host-fungus interface in a vesicular-arbuscular mycorrhiza. *New Phytologist*, London, v.73, n. 4, p.901-912, 1974.
- COX, G.; SANDERS, F. E.; WILD, J. A.** Ultrastructural evidence relating to host-endophyte transfer in VA mycorrhiza. In: SANDERS, F. E.; MOSSE, B; TINKER, P. B. (eds.). *Endomycorrhizas*. London: Academic, 1975. p.297-312.
- COX, G.; TINKER, P. B.** Translocation and transfer of nutrients in VA mycorrhizas. I. The arbuscule and phosphorus transfer: a quantitative ultrastructural study. *New Phytologist*, Londres, v.77, n. 3, p.371-378, 1976.
- CRESS, W. A.; THRONEBERRY, G. O.; LINDSEY, D. L.** Kinetics of phosphorus absorption by micorrhizal and non-micorrhizal tomato roots. *Plant Physiology*, Maryland, v.64, n. 1, p.484-487, 1979.
- DAFT, M. J.; NICOLSON, T. H.** Effect of endogene mycorrhiza on plant growth. IV. Quantitative relationship between the growth of the host and the development of the endophyte in tomato and maize. *New Phytologist*, London, v.71, n. 2, p.287-295, 1972.
- DAVIES, F. T.JR.; POTTER, J. R.; LINDERMAN, R. G.** Mycorrhiza and repeted drought exposure affect drought resistance and extraradical hyphae development of pepper plants independent of plant size and nutrient content. *Journal of Plant Physiology*, v.139, n. 2, p.289-294, 1992.
- DEHNE, H. W.** Interactions between VA mycorrhizas and plant pathogens. *Phytopathology*, Saint Paul, v.72, n. 5, p.1115-1119, 1982.

- DEHNE, H. W. Influence of VA mycorrhizae on the host plant physiology. In: GIANINAZZI-PEARSON, V.; GIANINAZZI, S. (eds.). *Physiological and genetical aspects of mycorrhizae*. Paris: INRA, 1986. p.431-435.
- EASON, W. R.; NEWMAN, E. I.; CHUBA, P. N. Specificity of interplant cycling of phosphorus: the role of mycorrhizas. *Plant and Soil*, The Hague - Netherlands, v.137, n. 2, nov., p.219-226, 1991.
- EL-HASSANIN, A. S.; LYND, J. Q. Soil fertility effects with tripartite symbiosis for growth, nodulation and nitrogenase activity of *Vicia faba* L. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.8, n.6, p.491-504, 1985.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. *Brachiaria brizantha* cv Marandu. 2.ed. Campo Grande, 1985. 31p. (Documento, 21).
- EPSTEIN, E. *Nutrição mineral das plantas, princípios e perspectivas*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975, 341p.
- FERREIRA, R. M. Efeito da inoculação do fungo micorrízico *G. leptotichum* na absorção de P, fixação de N₂ e crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Piracicaba: ESALQ, 1987. 81p. (Dissertação - Mestrado em solos e nutrição de plantas).
- FITTER, A. H. Water relations of red clover (*Trifolium pratense* L.) as affected by mycorrhizal infections and phosphorus supply before and during drought. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v.39, n.202, p.595-603, May 1988.
- FITTER, A. H.; GARBAYE, J. Interaction between mycorrhizal fungi and other soil organisms. In: ROBSON, A. D.; ABBOTT, L. K.; MALAJCZUK, N. (eds.). *Management of mycorrhizas in agriculture, horticulture and forestry*. The Netherlands: Kluwer, 1994. Cap.12, p.123-132.
- FONSECA, D. M. da; ALVAREZ V., V. H.; NEVES, J. C. L.; GOMIDE, J. A.; NOVAIS, R. F. de; BARROS, N. F. Níveis críticos de fósforos em amostras de solos para o estabelecimento de *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens* e *Hyphaerhemia rufa*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.12, n.1, p.49-58, 1988.

- FONSECA, D. M. da; GOMIDE, J. A.; ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F. Fatores que influenciam os níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de gramíneas forrageiras: I. Casa de vegetação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.21, n.1, p.27-34, 1997.
- FOSTER, W. H. Investigations preliminary to the production of cultivars of *Andropogon gayanus*. *Euphytica*, Wageningen, v.11, n.1, 1962.
- FRANCIS, R.; READ, D. J. Direct transfer of carbon between plants connected by VA mycorrhizal mycelium. *Nature*, Oxford, v.307, n. 1, p.53-56, 1984.
- FREY, B.; SCHÜEPP, H. A role of vesicular- arbuscular (VA) mycorrhizal fungi in facilitating interplant nitrogen transfer. *Soil Biology Biochemistry*, Oxford, v.25, n.6, p.651-658, 1993.
- GEORGE, E.; HAÜSSLER, K.-U; VETTERLEIN, D.; GORGUS, E.; MARSCHNER, H. Water and nutrient translocation by hiphae of *Glomus mossae*. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v.70, nov., p.2130-2137, 1992.
- GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal Endogene species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society*, London, v.46, n. 1, p.235-246, 1963.
- GIANINAZZI, S.; DEXHEIMER, J.; GIANINAZZI-PEARSON, V.; MARX, C. Role of the host-arbuscule interface in the VA mycorrhizal symbiosis: ultracytological studies of processes involved in phosphate and carbohydrate exchange. *Plant and Soil*, The Hague-Netherlands, v.71, n. 1-3, p.211-215, 1983.
- GIANINAZZI, S.; GIANINAZZI-PEARSON, V. Enzymatic studies on the metabolism of VA mycorrhizas. III. Ultrastructural localization of acid and alkaline phosphatase in onion roots infected by *Glomus mosseae* (Nicol. e Gerd.). *New Phytologist*, London, v.82, n. 2, p.127-132, 1979.
- GIANINAZZI-PEARSON, V.; GIANINAZZI, S. Morphological integration and functional compability between symbionts in VA endomycorrhizal associations. In: SCANNERINI, S.; SMITH, D. C.; BONFANTE-FASOLO, P.; GIANINAZZI-PEARSON, V. (eds.). *Cell to cell signal in plant, animal and microbial symbiosis*. Berlin: NATO ASI Series, 1988. p.73-84.

- GIANINAZZI-PEARSON, V.; GIANINAZZI, S. Phosphorus metabolism in mycorrhizas. In: BODDY, L.; MARCHANT, R.; READ, D. J. (eds.). Nitrogen, phosphorus and sulphur utilization by fungi. Cambridge: Cambridge University, 1989. p.227-241.
- GIANINAZZI-PEARSON, V.; GIANINAZZI, S. The physiology of improved phosphate nutrition in mycorrhizal plants. In: GIANINAZZI-PEARSON, V.; GIANINAZZI, S. (eds.). Physiological and genetical aspects of mycorrhizae. Paris: INRA, 1986. p.101-109.
- GIANINAZZI-PEARSON, V.; SMITH, S. E.; GIANINAZZI, S.; SMITH, F. A. Enzymatic studies on the metabolism of VA mycorrhizas. V. Is H^+ - ATPase a component of ATP-hydrolysing enzyme activities in plant-fungus interface? *New Phytologist*, London, v.117, n. 1, jan., p.61-74, 1991.
- GIAROLA, N. F. B. Levantamento pedológico, perdas de solo e aptidão agrícola das terras da região sob influência do reservatório de Itutinga/Camargos (MG). Lavras: ESAL, 1994. 226p. (Dissertação - Mestrado em Solos e nutrição de plantas).
- GIOVANETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infections in roots. *New Phytologist*, London, v.84, n.3, p.489-500, 1980.
- GODSE, D. B.; WANI, S. P.; PATIL, R. B.; BAGYRAJ, D. J. Response of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) to *Rhizobium* - VA mycorrhiza dual inoculation. *Current Science*, Bangalore, v.47, n.20, p.784-785, 1978.
- GRAHAM, J. H.; LEONARD, R. T.; MENGE, J. A. Membrane-mediated decrease in root exudation responsible for phosphorus inhibition of VA mycorrhiza formation. *Plant Physiology*, Maryland, v.68, n. 3, p.548-552, 1981.
- GUSS, A. Exigência de fósforo para estabelecimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais em solos com diferentes características físicas e químicas. Viçosa: UFV, 1988. 74p. (Tese -Doutorado em Zootecnia).
- HAGGAR, R. J. The production of seed from *Andropogon gayanus*. *Proceedings of 14 th International Seed testing Assacement Congress*, Munich, v.31, n.2, p.251-259, 1966.

- HAMEL, C.; FURLAN, V.; SMITH, D. L. N₂-Fixation and transfer in a field grown mycorrhizal corn and soybean intercrop. *Plant and Soil*, The Hague-Netherlands, v.133, n. 2, p.177-185, 1991.
- HARLEY, J. L.; SMITH, S. E. *Mycorrhizal symbiosis*. London: Academic, 1983. 483p.
- HATTINGH, M. J.; GRAY, L. E.; GERDEMANN, J. W. Uptake and translocation of ³²P-labelled phosphate to onion roots by endomycorrhizal fungi. *Soil Science*, Baltimore, v.116, n. 2, p.383-387, 1973.
- HAYMAN, D. S. The physiology of VA endomycorrhizal symbiosis. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v.61, n. 4, p.944-963, 1983.
- HAYNES, R. J. Competitive aspects of the grass-legume association. *Advances in Agronomy*, New York, v.33, n. 2, p.227-261, 1980.
- HAYSTEAD, A.; MALAJCZUK, N.; GROVE, T. S. Underground transfer of nitrogen between pasture plants infected with VA mycorrhizal fungi. *New Phytologist*, London, v.108, n.4, Apr., p.417-423, 1988.
- HOWELER, R. H.;SIEVERDING, E.; SAIF, S. Practical aspects of mycorrhizal technology in some tropical crops and pastures. *Plant and Soil*, The Hague-Netherlands, v.100, n. 1-3, p.249-283, 1987.
- IBRAHIM, M. A.; CAMPBELL, W. F.; RUPP, L. A.; ALLEN, E. B. Effects of mycorrhizae on sorghum growth, photosynthesis and stomatal conductance under drought conditions. *Arid Soil Research, Rehabil*, v.4, n. 1, p.99-107, 1990.
- JASPER, D. A.; ROBSON, A. D.; ABBOTT, L. K. Phosphorus and the formation of VA mycorrhizas. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v.11, p.501-505, 1979.
- JAYACHANDRAN, K.; SCHAWB, A. P.; HETRICK, B. A. D. Mineralization of organic phosphorus by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v.24, n. 9, p.897-903, 1992.
- JOHNSON, N. C.; PFLEGER, F. L. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and cultural stresses. In: BETHLENFALVAY, G. J.; LINDERMAN, R. G. (eds.). *Mycorrhizae in sustainable agriculture*. Madison: American Society of Agronomy, 1992. Cap.4, p.71-100.

- JONES, C. A. The potencial of *Andropogon gayanus* Kunth in the oxisol and ultissol savanas of tropical america. *Herbage Abstract*, London v.49, n.1, p.1-8, 1979.
- KARUNATNE, R. S.; BAKER, J. H.; BARKER, A. V. Phosphorus uptake by mycorrhizal and non-mycorrhizal roots of soybeans. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.9, p.1303-1313, 1986.
- KOIDE, R. T. The nature of growth depressions in sunflower caused by VA mycorrhizal infection. *New Phytologist*, London, v.99, n. 3, Mar, p. 449-462, 1985.
- KOTHARI, S. K.; MARSCHNER, H.; GEORGE, E. Effects of VA mycorrhizal fungi and rizosphere micoorganisms on root and shoot morphology, growth and water relations in maize. *New Phytologist*, London, v.116, n. 2, Oct., p.303-311, 1990.
- KUCEY, R. M. N.; JANSEN, H. H. Effects of VA mycorrhizas and reduced nutrient avaiability on growth and phosphorus and micronutrient uptake of wheat and field beans under greenhouse conditions. *Plant and Soil*, The Hague-Netherlands, v.104, n. 1, p.71-78, 1987.
- LAJTHA, K.; BLOOMER, S. H. Factors affecting phosphate soption and phosphate retention in a desert ecosystem. *Soil Science*, Baltimore, v.146, n. 2, p.160-167, 1988.
- LAMBAIS, M. R.; CARDOSO, E. J. B. N. Response of *Stylosanthes guianensis* to endomycorrhizal fungi inoculation as affected by lime and phosphorus applications. II. Nutrient uptake. *Plant and Soil*, The Hague-Netherlands, v.150, n. 1, Mar., p.109-116, 1993.
- LAMBERT, D. H.; BAKER, D. F.; COLE, H. The role of mycorrhizas in the interactions of phosphorus with zinc, cooper and other elements. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.43, Sep./Oct. p.976-980, 1979.
- LEDGARD, S. F.; FRENEY, J. R.; SIMPSON, J. R. Assessing nitrogen transfer from legumes to associated grasses. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v.17, p.575-577, 1985.
- LING-LEE, M.; CHILVERS, G. A.; ASHFORD, A. E. Polyphosphate granules in three different kinds of tree mycorrhiza. *New Phytologist*, London, v.75, n. 4, p.551-555, 1975.

- LOPES, E. S.** Eficiência e especificidade das associações micorrízicas do tipo vesicular-arbuscular em gramíneas e leguminosas forrageiras e no cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Piracicaba: ESALQ, 1980. 111p. (Tese – Doutorado em Agronomia).
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A.** Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 210p.
- MALUF, A. M.; SILVEIRA, A. P. D.; MELO, I. S.** Influência da calagem e da micorriza vesículo-arbuscular no desenvolvimento de cultivares de leucena tolerante e intolerante ao alumínio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.12, n.1, p.17-23, 1988.
- MARION, G. M.; BABCOCK, K. L.** The solubilities of carbonates and phosphates in calcareous soil suspensions. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.41, Jul./Aug. p.724-728, 1977.
- MARSCHNER, H.; DELL, B.** Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. In: **ROBSON, A. D.; ABBOTT, L. K.; MALAJCZUK, N. (eds.)** Management of mycorrhizas in agriculture, horticulture and forestry. The Netherlands: Kluwer, 1994. Cap.9, p.89-102.
- MARX, C.; DEXHEIMER, J.; GIANINAZZI-PEARSON, V.; GIANINAZZI, S.** Enzimatic studies on the metabolism of VA mycorrhizas. IV. Ultracytoenzymological evidence (ATPase) for active transfer processes in the host-arbuscule interface. *New Phytologist*, London, v.90, n.1, p.37-43, 1982.
- MCGONIGLE, T. P.; FITTER, A. H.** Ecological specificity on VA mycorrhizal associations. *Mycological Research*, Cambridge, v.94, n.1, p.120-122, 1990.
- MENGE, J. A.; STEIRLE, D.; BAGYARAJ, D. J.; JOHNSON, E. L. V.; LEONARD, R. T.** Phosphorus concentrations in plant responsible for inhibition of mycorrhizal infection. *New Phytologist*, London, v.80, n. 4, p.575-578, 1978.
- MICHELSSEN, A.; ROSENDAHL, S.** The effect of VA mycorrhizal fungi, phosphorus and drought stress on the growth of *Acacia nilotica* and *Leucena leucocephala* seedlings. *Plant and Soil*, The Hague-Netherlands, v.124, n.1, May, p.7-13, 1990.

- MILLER, R. M.; JASTROW, J.D. The role of mycorrhizal fungi in soil conservation. In: BETHLENFALVAY, G. J.; LINDERMAN, R. G. (eds.). *Mycorrhizae in sustainable agriculture*. Madison: American Society of Agronomy, 1992. Cap.2, p.29-44.
- MORTON, J. B.; BENNY, G. L. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes): A new order, Glomales, two new suborders, Glomineae and Gigasporarinea, and two new families, Acaulosporaceae and Gigasporaceae, with and emendation of Glomaceae. *Mycotaxon*, London, v.37, n. 1, p.471-491, 1990.
- MOSSE, B. Advances in the study of VA mycorrhiza. *Annual Review Phytopathology*, Palo Alto, v.11, n. 1, p.171-196, 1973.
- MOSSE, B. Vesicular-arbuscular mycorrhiza research for tropical agriculture. Honolulu: Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources, 1981. 82p. (Research Bulletin, 194).
- MOSSE, B.; HAYMAN, D. S.; ARNOLD, D. J. Plant growth responses to VA mycorrhizas. V. Phosphate uptake by three species from P-deficient soil labelled with ³²P. *New Phytologist*, London, v.72, n. 5, p.809-815, 1973.
- MOSSE, B.; POWELL, C. D.; HAYMAN, D. S. Plant growth response to vesicular-arbuscular mycorrhiza. IX. Interactions between V.A mycorrhiza, rock phosphate and symbiotic nitrogen fixation. *New Phytologist*, London, v.76, n. 2, p.331-342, 1976.
- NELSEN, C. E. Water relations of vesicular-arbuscular mycorrhizal systems. In: SAFIR, G. R. (ed.). *Ecophysiology of VA mycorrhizal plants*. Boca Raton: CRC, 1987. p.77-91.
- NELSEN, C. E.; SAFIR, G. R. Increased drought tolerance of mycorrhizal plants caused by improved phosphorus nutrition. *Planta*, New York, v.154, n. 3, p.407-413, 1982.
- NEWMAN, E. I. Mycorrhizal links between plants: their functioning and ecological significance. *Advances in Ecological Research*, London, v.18, p.243-270, 1988.
- NEWMAN, E. I.; EASON, W. R. Cycling of nutrients roots to living plants, including the role of mycorrhizas. *Plant and Soil*, The Hague-Netherlands, v.115, n. 2, p.211-215, 1989.

- NEWMAN, E. I.; REDDEL, P. The distribution of mycorrhizas among families of vascular plants. *New Phytologist*, London, v.106, n. 4, Aug., p.745-751, 1987.
- NEWMAN, E. I.; RITZ, K. Evidence on the pathways of phosphorus transfer between VA mycorrhizal plants. *New Phytologist*, London, v.104, n.1, Sep., p.77-87, 1986.
- NIELSEN, J. D.; JENSEN, A. Influence of VA mycorrhizal fungi on growth and uptake of various nutrients as well as uptake ratio of fertilizer P for lucerne (*Medicago sativa*). *Plant and Soil*, The Hague-Netherlands, v.70, n.1, p.165-172, 1983.
- NORRIS, D. O. Leguminous plants to tropical pasture. *Tropical Grasslands*, Sta Lucia, v.6, n.3, p.159-169, 1972.
- NUNES, S. G.; BOOCK, A.; PENTEADO, M. L. de O.; GOMES, D. T. *Brachiaria brizantha* cv Marandu. Campo Grande: EMBRAPA/CNPQC, 1985. 31p. (Documentos, 21).
- PAIRUNAN, A. K.; ROBSON, A. D.; ABBOTT, L. K. The effectiveness of VA mycorrhizas in increasing growth and phosphorus uptake of sub-terranean clover from phosphorus sources of different solubilities. *New Phytologist*, London, v.84, n.1, p.27-35, 1980.
- PAULINO, V. T.; COSTA, N. de L.; CARDELLI DE LUCENA, M. A.; SCHAMMAS, E. A.; FERRARI JR., E. Resposta de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu à calagem e a fertilização fosfatada em um solo ácido. *Pasturas Tropicales*, Cali, v. 16, n.2, ago. 1994.
- PAULINO, V. T.; OCAMPO, J. A.; BEDMAR, E. J. Interação *Rhizobium-MVA* na fixação de nitrogênio em leguminosas forrageiras tropicais cultivadas em meio inerte. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1, Lavras, 1985. *Anais...* Lavras: FAEPE, 1986. p.169.
- PEARSON, V.; TINKER, P. B. Measurement of phosphorus flux in the external hyphae of endomycorrhizas. In: SANDERS, F. E.; MOSSE, B.; TINKER, P. B. (eds.). *Endomycorrhizas*. London: Academic, 1975. p.277-287.

- PHILLIPS, J. M.; HAYMAN, D. S.** Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*, London, v.55, n.1, 168-161, 1970.
- PIMENTEL GOMES, F.** Curso de estatística experimental. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- RATNAYAKE, M.; LEONARD, R. T.; MENGE, J. A.** Root exudation in relation to supply of phosphorus and its possible relevance to mycorrhizal formation. *New Phytologist*, London, v.81, n. 3, p.543-552, 1978.
- READ, D. J.** The structure and function of the vegetative mycelium of mycorrhizal roots. In: **JENNINGS, D. H.; RAYNER, D. M.** (eds.). *The ecology and physiology of the fungal mycelium*. Cambridge: Cambridge University. 1984. p.215-240.
- READ, D. J.; FRANCIS, R.; FINLAY, R. D.** Mycorrhizal mycelia and nutrient cycling in plant communities. In: **FITTER, A. H.** (ed.). *Ecological interactions in soil*. Oxford: Blackwell Scientific. 1985. p.193-217.
- RHODES, L. H.; GERDEMANN, J. W.** Phosphate uptake zones of mycorrhizal and non-mycorrhizal onions. *New Phytologist*, London, v.75, n. 3, p.555-561, 1975.
- SAIF, S. R.** Response of tropical forage plants to VA mycorrhizal inoculation and rock phosphate. In: **NORTH AMERICAN CONFERENCE ON MYCORRHIZAE**, 6, Bend, 1984. Anais... Bend: Oregon Forest Research Laboratory, 1985. p.228.
- SALINAS, J. G.; SANCHES, P. A.** Soil-plant relationship affecting varietal and species differences in tolerance to low available soil phosphorus. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v.28, n.2, p.156-158, 1976.
- SAME, B. I.; ROBSON, A. D.; ABBOTT, L. K.** Phosphorus, soluble carbohydrates and endomycorrhizal infection. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v. 15, n.5, 593-597, 1983.
- SANDERS, F. E.; TINKER, P. B.** Mechanism of absorption of phosphate from soil by endogene mycorrhizas. *Nature*, Oxford, v.223, n. 2, p.278-279, 1971.

- SANDERS, F. E.; TINKER, P. B. Phosphate flow into mycorrhizal roots. *Pesticide Science*, Chinchester, v.4, p.385-395, 1973.
- SANO, S. M. Influência de endomicorrizas nativas do cerrado no crescimento de plantas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.8, n.1, p.25-29, 1984.
- SARAIVA, O. F.; CARVALHO, M. M.; OLIVEIRA, F. T. T.; MARTINS, C. E. Fatores nutricionais limitantes ao crescimento de forrageiras tropicais em dois solos da Zona da Mata-MG. II. Podzólico Vermelho Amarelo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 21, n.7, p.709-714, 1986.
- SARTINI, H. J.; MARTINELLI, D.; PARES, M. F.; BIONDI, P. Pastejo alto comparado com pastejo baixo visando a produção de carne em pastagens de elefante napier (*Pennisetum purpureum* Schumm). *Boletim da Indústria Animal*, São Paulo, 27/28, p.295-312, 1971.
- SCHENK, N. C.; HINSON, K. Response of nodulating and non-nodulating soybeans to a species of endogene mycorrhizae. *Agronomy Journal*, Madison, v. 65, n. 6, p.849-850, 1973.
- SCHWAB, S. M.; MENGE, J. A.; LEONARD, R. T. Quantitative and qualitative effects of phosphorus on extracts and exudates of sudangrass roots in relation to VA mycorrhiza formation. *Plant Physiology*, Maryland, v.73, n. 5, p.761-765, 1983a.
- SCHWAB, S. M.; MENGE, J. A.; LEONARD, R. T. Comparison of stages of VA formation in sudan grass grown a two levels of phosphorus nutrition. *American Journal of Botany*, Columbus, v.70, nov., p.1225-1233, 1983b.
- SHELTON, H. M.; HUMHREYS, L. R.; BATELLO, C. Pastures in the plantations of Asia and the Pacific: performance and prospect. *Tropical Grasslands*, Sta Lucia, v.21, n. 3, p.159-168, 1987.
- SMITH, S. E.; DAFT, M. J. Interactions between growth, phosphate content and nitrogen fixation in mycorrhizal and non-mycorrhizal *Medicago sativa*. *Australian Journal of Plant Physiology*, Melbourne, v.4, n. 3, p.403-413, 1977.
- SMITH, S. E.; GIANINAZZI-PEARSON, V. Physiological interactions between symbionts in VA mycorrhizal plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, Palo Alto, v.39, n. 2, p.221-224, 1988.

- SMITH, S. E.; SMITH, F. A. Movement across membranes: physiology and biochemistry. In: GIANINAZZI-PEARSON, V.; GIANINAZZI, S. (eds.). *Physiological and genetical aspects of mycorrhizae*. Paris: INRA, 1986. p.75-84.
- SMITH, S. E.; SMITH, F. A. Structure and function of the interface in biotrophic symbioses as they relate to nutrient transport. *New Phytologist*, London, v.114, n.1, Jan., p.1-38, 1990.
- SMITH, S. E.; GIANINAZZI-PEARSON, V.; KOIDE, R.; CAIRNEY, J. W. G. Nutrient transport in mycorrhizas: structure, physiology and consequences for efficiency of the symbiosis. In: ROBSON, A. D.; ABBOTT, L. K.; MALAJCZUK, N. (eds.). *Management of mycorrhizas in agriculture, horticulture and forestry*. The Netherlands: Kluwer Academic, 1994. Cap.10, p.103-114.
- SIQUEIRA, J. O. *Biologia do solo*. Lavras: ESAL/FAEPE, 1993. 230p.
- SIQUEIRA, J. O. Micorrizas arbusculares. In: ARAÚJO, R. S.; HUNGRIA, M. (eds.). *Microorganismos de importância agrícola*. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. Cap. 5, p. 151-194.
- SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. *Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas*. Lavras: ESAL/FAEPE, 1988. 235p.
- TA, T. C.; FARIS, M. A. Species variation in the fixation and transfer of nitrogen from legumes to associated grasses. *Plant and Soil*, The Hague-Netherlands, v.98, n. 2, 265-274, 1987.
- THOMPSON, B. D.; ROBSON, A. D.; ABBOTT, L. K. Effects of phosphorus on the formation of mycorrhizas by *Gigaspora calospora* and *Glomus fasciculatum* in relation to root carbohydrates. *New Phytologist*, London, v.103, n. 4, Aug., p.751-765, 1986.
- THOMPSON, J. P. What is the potencial for management of mycorrhizas in agriculture? In: ROBSON, A. D.; ABBOTT, L. K.; MALAJCZUK, N. (eds.). *Management of mycorrhizas in agriculture, horticulture and forestry*. The Netherlands: Kluwer Academic, 1994. Cap.20, p.191-200.
- TIESSEN, H.; STEWART, J. W. B.; COLE, C. V. Pathways of phosphorus transformations in soil of different pedogenesis. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.48, Jul./Aug., p.853-858, 1984.

- TINKER, P. B. The role of microorganisms in mediating and facilitating the uptake of plant nutrients from soil. *Plant and Soil*, The Hague-Netherlands, v.76, n.1, p.77-91, 1984.
- TISDALL, J. M.; OADES, J. M. The management of ryegrass to stabilize aggregates of re-brown earth. *Australian Journal of Soil Research*, Melbourne, v.18, n. 3, p.415-422, 1980.
- TISDALL, J. M. Possible role of soil microorganisms in aggregation in soils. In: ROBSON, A. D.; ABBOTT, L. K.; MALAJCZUK, N. (eds.). *Management of mycorrhizas in agriculture, horticulture and forestry*. The Netherlands: Kluwer Academic, 1994. Cap.11, p.115-122.
- THOMAS, D.; ANDRADE, R. P.; COUTO, W.; ROCHA, C. M. C.; MOORE, P. *Andropogon gayanus* var. *bisquamulatus* cv. Planaltina: principais características forrageiras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.16, n.3, p.347-355, 1981.
- TRAPP, J. M. Phylogenetic and ecologic aspects of mycotrophy in the angiosperms from na evolutionary standpoint. In: SAFIR, G. R. (ed.). *Ecophysiology of VA mycorrhizal plants*. Boca Raton: CRC, 1987. p.2-11.
- VAN KESSEL, C.; SINGLETON, P. W.; HOBEN, H. J. Enhanced N-transfer from a soybean to maize by vesicular arbuscular mycorrhizal (VAM) fungi. *Plant Physiology*, Maryland, v.79, n. 4, p.562-563, 1985.
- VAN RAIJ, B. *Avaliação da fertilidade do solo*. Piracicaba: POTAFOS, 1981, 142p.
- VAN RAIJ, B. *Fertilidade do solo e adubação*. Piracicaba: CERES/POTAFOS, 1991. 343p.
- VELLOSO, L.; FREITAS, L. A. N. Produção de leite com vacas manejadas em pastos de gramíneas e pastos consorciados (gramíneas mais leguminosas). *Zootecnia*, Nova Odessa, v.11, n.3, p.177-182, 1973.
- VIERA-VARGAS., M. S.; OLIVEIRA de, O. C.; SOUTO, C. M.; CADISCH, G.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Use of ¹⁵N labelling techniques to quantify the contribution of biological N₂ fixation to legumes. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v.27, n. 9, p.1185-1192, 1995.

WHITTINGHAM, J.; READ, D. J. Vesicular-arbuscular mycorrhiza in natural vegetation systems. III. Nutrient transfer between plants with mycorrhizal interconnection. New Phytologist, London, v.90, n. 2, p.277-284, 1982.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. SANEST: Sistema de análise estatística para microcomputadores. Manual do usuário. Pelotas: UFPel, 1989. 10p.(Mimeografado).