

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
**FACULDADE DE ODONTOLOGIA e CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA**  
**CÂMPUS DE ARAÇATUBA**

**FONTES E DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA NA**  
**ATIVIDADE MICROBIANA, COLONIZAÇÃO**  
**MICORRÍZICA E FERTILIDADE EM SOLO COM**  
***Brachiaria brizantha***

**FLÁVIA CRISTINA DELBEM**  
**BIÓLOGA**

ARAÇATUBA – SP  
2008

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
**FACULDADE DE ODONTOLOGIA e CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA**  
**CÂMPUS DE ARAÇATUBA**

**FONTES E DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA NA**  
**ATIVIDADE MICROBIANA, COLONIZAÇÃO**  
**MICORRÍZICA E FERTILIDADE EM SOLO COM**  
***Brachiaria brizantha***

**Flávia Cristina Delbem**  
**ORIENTADOR: Prof. Dr. Cecílio Viegas Soraes Filho**  
**CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. Ana Maria Rodrigues Cassiolato**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia e Curso de Medicina Veterinária – Unesp, Câmpus de Araçatuba, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal (Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal).

ARAÇATUBA – SP  
2008

Catálogo-na-Publicação (CIP)

Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

D344f Delbem, Flávia Cristina  
Fontes e doses de adubação nitrogenada na atividade microbiana,  
colonização micorrízica e fertilidade em solo com *Brachiaria  
brizantha* / Flávia Cristina Delbem. - Araçatuba : [s.n.], 2008  
57 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Odontologia e Curso de Medicina Veterinária, 2008  
Orientador: Profa. Dra. Ana Maria Rodrigues Cassiolato

1. Ajifer 2. Arbuscular mycorrhizae 3. Biomassa microbiana  
4. Mineralização 5. Sulfato de amônio 6. Uréia

CDD 636.089

### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: FONTES E DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA NA ATIVIDADE MICROBIANA, COLONIZAÇÃO MICORRÍZICA E FERTILIDADE EM SOLO COM *Brachiaria brizantha*

AUTOR: FLÁVIA CRISTINA DELBEM

ORIENTADOR: Dr. CECÍLIO VIEGA SOARES FILHO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIA ANIMAL (MEDICINA VETERINÁRIA PREVENTIVA E PRODUÇÃO ANIMAL) pela Comissão Examinadora.

Dr. MANOEL GARCIA NETO

Dr. ULYSSES CECATO

Dr. CECÍLIO VIEGA SOARES FILHO

DATA DA REALIZAÇÃO: 01 de fevereiro de 2008.

Presidente da Comissão Examinadora  
Dr. CECÍLIO VIEGA SOARES FILHO  
- Orientador -

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**FLÁVIA CRISTINA DELBEM** - nascida em Araçatuba (SP), a 22 de fevereiro de 1983. Ingressou no curso de Graduação em Ciências Biológicas da Fundação Educacional de Penápolis no ano de 2000, colando grau em dezembro de 2003. Durante o ano de 2005 cursou como aluna especial, algumas disciplinas do Programa de Pós Graduação em Agromonia da Faculdade de Engenharia da UNESP, Câmpus de Ilha Solteira. Em janeiro de 2006, tornou-se funcionária efetiva da Secretaria de Estado da Educação com o cargo de professora de Educação Básica, na qual atua profissionalmente. No mesmo ano foi admitida no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, do Curso de Medicina Veterinária da FO - UNESP, Câmpus de Araçatuba.

**À minha família, meu amado pai Altamiro Delbem; minha adorada mãe Jandira Soares Delbem; minha inesquecível avó Adelaide Dessot e meu querido irmão Nilton Flávio Delbem**

**DEDICO.**

**E a todas as pessoas que possam desfrutar com este estudo**

**OFEREÇO.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por minha vida, por ter força e coragem nos momentos de desespero e luz nas épocas de escuridão...

Ao Prof. Dr. Cecílio V. Soares Filho, por confiar, orientar-me e por sua compreensão.

A Profa. Dra. Ana Maria R. Cassiolato por acreditar, incentivar e apoiar-me desde o início, sobretudo pela amizade e conselhos.

A todos os professores da universidade, os quais ministraram as disciplinas responsáveis pelo cumprimento da carga horária determinada pelos programas, em especial ao Prof. Dr. Reges Heinrichs, pela colaboração no experimento e ao Prof. Dr. Manoel Garcia Neto, por suas indispensáveis e importantes sugestões.

A minha família por incentivar-me e apoiar-me incondicionalmente...

Ao meu Pai, pela ajuda dada durante a coleta do solo. Acredite, suas dores nas costas valeram a pena!!

As incansáveis horas de oração de minha Mãe e as preocupações de minha Avó...

A minha Tia Anésia Delbem por suportar meus insistentes desabafos.

A minha inseparável amiga Márcia Helena Scabora, por sempre estar ao meu lado e nunca admitir que eu desistisse. Também pelos ensinamentos e ajuda no laboratório.

A minha também amiga e companheira de república Renata Moura, pelo seu carinho e incentivo.

Aos meus colegas de curso, em especial ao Cristiano, Heitor e Fabiana, pelas conversas e companhias nos momentos de ansiedade.

Ao meu fiel amigo e colaborador de experimento Carlos Alberto Crociolli, pelo apoio e conselhos.

Ao meu mais jovem amigo Thiago Augusto Ferrari pelo indispensável apoio no período de coleta do solo, suas bolhas na mão contribuíram para esta conquista.

Aos meus inesquecíveis e importantes amigos da república BO (Ilha Solteira), ex-Marco Antônio (Bassetão), José (Russo), ex-Marcelo (Motoka), ex-Gustavo (Babésia), João (Fusca) e, em especial, ao Danilo (Piqui), pelo auxílio nas análises estatísticas.

A Donato Delbem e família pela oportunidade, carinho e gentil hospitalidade.

Aos meus todos os meus colegas de trabalho à E.E. Prof<sup>a</sup>. Lúcia Perri Barbosa pela compreensão.

A todos os funcionários da UNESP (Câmpus de Araçatuba e Ilha Solteira) e técnicos dos laboratórios sempre dispostos em ajudar

A equipe da seção de Pós-Graduação, Valéria, Diogo e Marina, pelos esclarecimentos.

Ao SIRAM por ceder a área para a implantação do experimento e a empresa Ajinomoto Interamericana por fornecer o fertilizante Ajifer.

E, finalmente, a todas as pessoas que indiretamente, por um gesto, uma palavra, que por um segundo, deram-me atenção, tenham certeza, foi de grande valia e fazem parte desta conquista!!!



## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELA	
LISTA DE FIGURA	
RESUMO	
SUMMARY	
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Caracterização da braquiária	15
2.2 Degradação de pastagens	16
2.3 Fertilidade do solo na degradação	17
2.4 Adubação nitrogenada	19
2.5 Atributos microbiológicos do solo	21
3 MATERIAL E MÉTODO	25
3.1 Caracterização da área experimental	25
3.2 Descrição do solo	26
3.3 Instalação e condução do experimento	26
3.4 Quantificação do carbono da biomassa microbiana	27
3.5 Quantificação do carbono do CO <sub>2</sub> (C-CO <sub>2</sub> ) liberado	28
3.6 Determinação do quociente metabólico	28
3.7 Determinação do quociente microbiano	29
3.8 Porcentagem de colonização micorrízica	29
3.9 Número de esporos de fungos micorrízicos	29
3.10 Produção de forragem	30
3.11 Análise estatística	30
4 RESULTADO E DISCUSSÃO	31
5 CONCLUSÃO	43
6 REFERÊNCIA	44
7 APÊNDICE	56

## LISTA DE TABELA

	Página
<b>Tabela 1</b> - Características químicas do solo, na ocasião da instalação do experimento, nas profundidades 0,0 - 0,10 e 0,10 - 0,20 m	26
<b>Tabela 2</b> - Caracterização química do ajifer L-40	27
<b>Tabela 3</b> - Valores para características químicas do solo, nas camadas de 0,0 - 0,10 e 0,10 - 0,20 m de profundidade, submetidas a fontes e doses de N em <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Xaraés	32
<b>Tabela 4</b> - Regressões para características químicas do solo, em profundidade submetida a doses de adubação nitrogenada em <i>Brachiaria brizantha</i> cv Xaraés	33
<b>Tabela 5</b> - Médias para H+Al, alumínio ( $Al^{3+}$ ) e capacidade de troca catiônica (CTC) submetidas a fontes e doses de N, no solo sob <i>Brachiaria brizantha</i> cv Xaraés, na camada de 0,0-0,10 m de profundidade	34
<b>Tabela 6</b> - Valores para carbono do $CO_2$ liberado ( $C-CO_2$ - $\mu gCO_2$ g solo seco $dia^{-1}$ ), carbono da biomassa microbiana (CBM - $\mu gCg^{-1}$ de solo), quociente metabólico ( $qCO_2$ - $\mu gCg^{-1}$ de solo/ $\mu gCO_2$ g solo seco $dia^{-1}$ ) e quociente microbiano ( $qCmic$ - %) em função de fontes e doses de N em duas profundidades de solo (0,0 - 10 e 0,10 - 0,20 m), em solo sob <i>Brachiaria brizantha</i> cv Xaraés	37

**Tabela 7** – Médias e teste de F para porcentagem de colonização micorrízica (COL- %), número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares (NESP - 100 g solo seco<sup>-1</sup>) e peso da massa da matéria seca da parte aérea (MSPA - kg ha<sup>-1</sup>), em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés 40

**Tabela 8** - Médias para número de esporo (100 g solo seco<sup>-1</sup>) em função das fontes e doses de adubação nitrogenada em solo sob pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, na camada de 0,0 - 0,10 m de profundidade 42

## LISTA DE FIGURA

	<b>Página</b>
<b>Figura 1</b> - Precipitação média mensal e temperatura máxima e mínima durante os meses de agosto de 2005 a julho de 2006. Dados coletados no escritório de desenvolvimento rural da CATI/SAA, Araçatuba, SP	25
<b>Figura 2</b> - Carbono da biomassa microbiana (CBM), quociente metabólico ( $qCO_2$ ) e quociente microbiano ( $qCmic$ ) em função de fontes e doses de N nas profundidades de 0,0 - 0,10 m e 0,10 - 0,20 m, em solo sob pastagem de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Xaraés	38

**FONTES E DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA NA, ATIVIDADE MICROBIANA, COLONIZAÇÃO MICORRÍZICA E FERTILIDADE EM SOLO COM *Brachiaria brizantha*.**

**RESUMO** - No Brasil, as pastagens têm sido a forma mais utilizada para a alimentação de bovinos. Ao longo dos primeiros anos perdem seu potencial produtivo e vigor da rebrota, frequentemente associada à falta de adubação nitrogenada. O objetivo desse trabalho foi verificar o efeito de fontes e doses de adubação nitrogenada, em profundidades, sobre a atividade microbiana, a colonização micorrízica e a fertilidade de solo em uma área de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Xaraés. O delineamento experimental em blocos casualizados e os tratamentos em esquema fatorial 3 x 4, envolvendo três fontes de nitrogênio (uréia, sulfato de amônio e ajifer-L40), quatro doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 400 kg ha<sup>-1</sup>) estudadas em duas profundidades (0-0,10 e 0,10-0,20 m), com três repetições. Por parcela, as amostras compostas, por 5 amostras simples de solo, foram coletadas, peneiradas, homogeneizadas e destinadas às análises. A aplicação crescente de doses de N proporcionou redução para os valores de pH no solo, culminando com a percolação do K<sup>+</sup> e Mg<sup>2+</sup> para as camadas mais profundas do solo e elevando os valores para H+AL e Al<sup>3+</sup>. O uso do sulfato de amônio em doses elevadas provocou redução aos valores de carbono da biomassa microbiana e quociente microbiano e elevação para quociente metabólico, caracterizando uma atividade microbiana ineficiente. A aplicação de N não alterou significativamente a colonização de fungos micorrízicos arbusculares. No entanto, a esporulação se elevou com relação às doses aplicadas. A produção de massa seca da parte aérea foi maior com o ajifer e da uréia, reduzindo em elevadas doses de N.

**Palavras-Chave:** ajifer, arbuscular mycorrhizae; biomassa microbiana, mineralização, sulfato de amônio, uréia.

**SOURCES AND LEVELS OF NITROGEN FERTILIZATION ON THE  
MICROBIAL ACTIVITY, MYCORRHIZAL COLONIZATION AND SOIL  
FERTILITY WHEN COVERED BY *Brachiaria brizantha*.**

**SUMMARY** - Pastures have been the most common method of feeding bovines in Brazil. Throughout the first years these pastures lose their yield potential and regrowth energy. The objective of this study was to verify the effect of sources and doses of nitrogen fertilization, concerning the depths, under microbial activity, percentage of mycorrhizal colonization and soil fertility when covered by *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Xaraés. The randomized blocks design was used and the treatments were under a 3 x 4 factorial scheme, regarding three nitrogen sources (urea, ammonium sulphate, and ajifer-L40) and 4 nitrogen levels (0, 100, 200 and 400 kg ha<sup>-1</sup>), studied at 2 different depths (0-0.10 and 0.10-0.20 m), with 3 replications. In each plot, the soil samples, composed with 5 simple samples, were collected, sieved, homogenized and sent to be analyzed. The increasing doses of N employed caused a decrease on the pH levels in soil with the percolation of K<sup>+</sup> and Mg<sup>2+</sup> to the deepest layers in soil, increasing the levels of H<sup>+</sup>Al and Al<sup>3+</sup>. The usage of ammonium sulfate in high dosages caused a decrease in levels of carbon microbial biomass and an increase in the metabolic quotient, characterizing an ineffective microbial activity. The employment of N did not meaningfully disturb the fungi mycorrhizal arbusculares colonization. However, there was an increase on the sporulation in relation to the employed dosages. The production of dry matter proved to be greater with ajifer and urea and smaller in high dosage of N.

**Keywords:** ajifer; ammonium sulfate; microbial biomass, mycorrhizae; mineralization; urea.

## 1 INTRODUÇÃO

A exploração pecuária no Brasil está baseada no potencial de produção de forragens, visto que a pastagem é economicamente a mais viável. Inicialmente estas pastagens apresentam alta capacidade de suporte, porém, com o passar dos anos, se degradam, possivelmente em decorrência da deficiência de nitrogênio (N), um macronutriente essencial, com suas perdas associadas à volatilização, lixiviação ou imobilização.

O uso de fertilizantes nitrogenados mostra efeito positivo sob a produtividade das gramíneas forrageiras. No entanto, sua incorporação requer cuidados, pois esses apresentam elevadas perdas por volatilização, principalmente em solos com espessa camada de resíduos vegetais ou palha. Constata-se, assim, a necessidade de melhor conhecer as fontes nitrogenadas a serem aplicadas de forma a minimizar estas perdas, ou as formas alternativas, como fertilizante líquido ajifer (subproduto da indústria alimentícia, enriquecido com N), o qual vem demonstrando vantagens por apresentar menor perda por volatilização.

No entanto, estas práticas de recuperação a partir do uso de fertilizantes têm efeito direto sob solo, refletindo em sua biota. Os microrganismos realizam atividades imprescindíveis para a manutenção e sobrevivência das comunidades vegetais e animais, potencializando a produção de forragem. Agem como reguladores naturais da taxa de decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, estruturação e agregação do solo.

Neste sentido, a estimativa dos índices microbiológicos do solo tem sido uma ferramenta importante para determinar os efeitos dos manejos na

recuperação de pastagens sob a ciclagem de nutrientes e decomposição da matéria orgânica. Dentre esses estão os fungos micorrízicos arbusculares que além de contribuírem para a absorção de nutrientes pelas espécies vegetais, melhoram a estabilidade e a agregação do solo. Portanto, sua determinação pode indicar o estado de conservação de um solo ou quanto determinada pastagem está degradada.

Definindo-se como hipótese o aumento da fertilidade do solo por meio da adubação, pode provocar alterações no solo e os índices microbiológicos, baseados em mais de uma variável, podem ser capazes de discriminar o efeito de diferentes sistemas de manejo sobre qualidade do solo, o presente trabalho teve como objetivos verificar o efeito de fontes e doses de adubação nitrogenada, em profundidades, sobre a atividade microbiana, a colonização micorrízica e a fertilidade do solo em uma área de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Xaraés.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Caracterização da braquiária

As pastagens, com definida por Haynes e Williams (1993), são constituintes de sistemas complexos formados pelos componentes solo-planta-animal, as quais estão sujeitas às modificações antrópicas causadas pelo manejo.

Dentre as principais gramíneas destinadas a forragicultura destaca-se o gênero *Brachiaria*, utilizado na cria, recria e engorda dos animais. Essa gramínea ocupa áreas das pastagens nativas que, geralmente, são de baixa produção em rendimento de forragem e de proteína bruta, ocasionando perda de peso animal na estação seca (SOARES FILHO, 1994).

A maioria das espécies do gênero *Brachiaria* é adaptada a solos de baixa fertilidade (RAO et al., 1996). Conseqüentemente, o capim braquiária cresce nas mais variadas condições de solo e clima, ocupando espaço cada vez maior nos cerrados, com vantagens sobre outras espécies, por proporcionar produções satisfatórias de forragem em solos com baixa a média fertilidade (SOARES FILHO, 1994). Estima-se que o Brasil possua cerca de 100 milhões de hectares de pastagens cultivadas, das quais mais de 60 % são cultivadas com espécies desse gênero (RAO et al., 1996).

A *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf., originária de uma região vulcânica da África, onde os solos geralmente apresentam bons níveis de fertilidade e ampla distribuição nas regiões tropicais de ambos os hemisférios do globo (BOGDAN, 1977). Morfologicamente esta gramínea é descrita como

rizomatosa, perene, com folhas eretas e largas, levemente pilosas ou glabras, de coloração verde-escura, com margens ásperas, crescem bem tanto em solos secos ou úmidos, sendo bastante apreciada pelos animais, principalmente os brotos novos que surgem após a queimada (ALCÂNTARA; BUFARAH, 1979).

A *B. brizantha* cv. Xaraés não é um híbrido, trata-se de uma variedade que resultou de um processo de seleção. Essa possui plantas muito vigorosas, que atingem uma altura média de 1,5 m, apresentando folhas mais largas que as de *B. brizantha* cv. Marandu, lanceoladas com pouca pubescência e de coloração verde-escura, sendo indicada para regiões de clima tropical úmido e de cerrados, com estação seca variando entre quatro e cinco meses. Desenvolve-se bem em diferentes tipos de solos, notadamente os de média a alta fertilidade natural e apresenta boa resposta à adubação (COSTA, 2004).

## **2.2 Degradação de pastagens**

Estima-se que a degradação dos ecossistemas de pastagens no Brasil Central esteja em torno de 50 (VIEIRA; KICHEL, 1995) a 80% (PERSON; EVANGELISTA, 2004) do total das áreas cultivadas, representando entre 25 a 40 milhões de hectares (DIAS-FILHO, 2005).

O cultivo destas pastagens implica na derrubada e queimada da vegetação nativa. Obviamente, a conversão da vegetação nativa em pastagens provoca a ruptura do estado do equilíbrio original, cujas modificações recaem, principalmente, sobre um dos componentes do sistema, o solo, em função da nova cobertura vegetal e da presença do animal pastejando (HAYNES; WILIANS, 1993).

A degradação das pastagens pode ser inicialmente caracterizada apenas pela mudança na composição botânica da pastagem, em decorrência do aumento de plantas daninhas, diminuindo a proporção do capim. Por outro lado, caracterizar-se pela diminuição da biomassa vegetal da área, provocada pela degradação do solo, por diversas razões de natureza química (perda dos

nutrientes e acidificação), física (erosão e compactação) ou biológica (perda da matéria orgânica) (DIAS-FILHO, 2004).

As causas da degradação variam com cada situação específica. Normalmente, mais de uma causa está envolvida no processo de degradação, (DIAS-FILHO, 2005). As principais causas da degradação de pastagens em áreas desmatadas, segundo Spain et al. (1996), são: deficiência N após dois a três anos, decorrentes de perda de volatilização e lixiviação nos locais que receberam urina; imobilização em formas estáveis da matéria orgânica formada por resíduos de gramíneas no solo; imobilização de fósforo (P) e enxofre (S), causando deficiência desses nutrientes; falta de adubação de manutenção; aumento da incidência de pragas, doenças e plantas invasoras; dificuldades de associações de leguminosas nas pastagens de gramíneas, super pastoreio e a compactação pelo pisoteio animal.

O processo de degradação de uma pastagem tem como conseqüências a redução da produção e qualidade da forragem; diminuição da cobertura do solo pela pastagem, reduzido número de plantas novas oriundas de ressemeadura natural; aparecimento de espécies invasoras, com processos de competição e erosão pela ação da chuva; grande proporção de invasoras e colonização da área por gramíneas nativas e processos erosivos acelerados (SPAIN; GUALDRÓN, 1991).

### **2.3 Fertilidade do solo na degradação**

Em geral, as pastagens no país têm sido estabelecidas em áreas de solos pobres ou empobrecidos pela agricultura que, quase exauridos em suas reservas naturais em nutrientes, tornam-se impróprios para fins agrícolas e, então, destinados à pecuária (LOBATO et al., 1994).

Em condições de fertilidade natural, os solos de pastagens apresentam-se produtivos nos primeiros anos de seu estabelecimento, reduzindo rapidamente a produção após 4 a 10 anos de uso, sendo esse processo acelerado em solos arenosos (SPAIN et al., 1996). Nesses casos, a ciclagem

de nutrientes é a base da manutenção da capacidade produtiva do ecossistema de pastagens (MONTEIRO; WERNER, 1997).

Nos diversos componentes do sistema onde ocorre ciclagem, existe a ocorrência de perdas de nutrientes, as quais podem estar associadas aos fatores climáticos e à exportação na forma de produtos animal, bem como à imobilização por microrganismos do solo (MONTEIRO; WERNER, 1997).

A deficiência de N no solo parece ser uma das principais causas de degradação das pastagens tropicais. Dentre as várias formas de perdas desse nutriente em pastagens, uma das mais comuns é pela volatilização da amônia, (15 a 25 % do N da urina), sendo que certas condições ambientais (quente e seco) favorecem a perda por esse caminho (HAYNES; WILLIAMS, 1993).

Perdas de N causadas pelos efeitos diretos do gado sob pastejo acarretam uma decomposição irregular de dejetos na pastagem, em função da alta concentração desse nutriente na urina e nas fezes, o que interfere no ciclo interno de N das plantas (DIAS FILHO, 2005). A saída do sistema por meio de produtos animais é considerada pequena, uma vez que entre 60 e 99% do N ingerido é devolvido ao pasto na forma de urina e fezes (HAYNES; WILLIAMS, 1993).

As taxas de mineralização do N em pastagens permanentes não fertilizadas têm sido insuficientes para sustentar o fluxo de nutrientes que atentam às necessidades da forrageira, resultando a cada ano na redução da taxa de crescimento da pastagem, por serem relativamente baixas ou até negativas (imobilização) (NASCIMENTO JUNIOR. et al., 1994). Neste sentido, a mineralização e a qualidade da matéria orgânica do solo (NEILL et al., 1995) ocasionam redução do N ao longo da fase de estabelecimento da pastagem, reduzindo seu estoque no solo, levando ao processo de degradação, com queda na produtividade e invasão por espécies indesejáveis (CANTARUTTI, 1996).

O grande aporte de material orgânico incorporado ao solo pelas plantas e raízes, implica em um maior acúmulo de C pela biomassa microbiana (SANTOS et al., 2004). Verifica-se que em solos de baixa fertilidade, as

espécies de *Brachiaria*, principalmente, originam plantas com baixo teor de nutrientes e, conseqüentemente, resíduos com alta relação C:N e pobres em nutrientes (CANTARUTTI, 1996; NASCIMENTO JUNIOR et al., 1994). Desta forma se a matéria orgânica é deficiente em N, a biomassa microbiana passa a competir com as plantas pelo N mineral disponível no solo, imobilizando-o (CANTARUTTI, 1997). Essa imobilização causa reduções na produtividade de certas pastagens tropicais, sendo apontada como fator importante na degradação de pastagens de braquiária, na América Latina (URQUIAGA et al., 1998).

#### **2.4 Adubação nitrogenada**

Dos nutrientes considerados essenciais ao desenvolvimento das plantas, o N é o que promove a maior produção de matéria seca, sendo responsável pelo aparecimento de folhas e desenvolvimento dos perfilhos, tamanho das folhas e colmos (NABINGER, 1997).

Freqüentemente, na recuperação de pastagens de braquiárias degradadas, a estratégia pode consistir do suprimento dos corretivos e fertilizantes em deficiência, sendo estes simplesmente aplicados na superfície ou pela incorporação destes com preparo superficial ou completo do solo (ZIMMER et al., 1994).

Assim, a aplicação de nutrientes em quantidades e proporções adequadas, particularmente o N, é uma prática fundamental quando se pretende aumentar a produção de forragem. O N do solo, proveniente apenas da mineralização da matéria orgânica, não é suficiente para atender à demanda das gramíneas de alto potencial de produção (GUILHERME et al., 1995). Neste sentido, a literatura relata diversos trabalhos apontando ao aumento na produtividade de pastagens, com a utilização de adubo nitrogenado (SORIA, 2002). Oliveira (2001) mostrou que a recuperação de pastagens degradadas em áreas de cerrado, no Brasil Central, foi possível com a aplicação de N e P ao solo. Sendo assim, a resposta ao uso de fertilizantes

em pastos degradados aumenta durante o processo de recuperação (OLIVEIRA et al., 2003).

As principais formas de N utilizadas em pastagens é a uréia (44 a 46% de N), o sulfato de amônio (32 a 33% de N) e o nitrato de amônio (32 a 33% de N) (MARTHA JUNIOR et al., 2004). A uréia é um das fontes nitrogenadas mais utilizadas e, quando aplicada sobre a palha ou resíduos culturais, apresenta elevadas taxas de perdas de nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3$ ) por volatilização (PRAMMANEE et al., 1989), resultado da ação da urease do solo sobre a palha. Tem se verificado que as perdas de  $N-NH_3$  por volatilização em pastagens, como resultado da aplicação superficial e a lanço do fertilizante, situam-se, freqüentemente, na faixa de 10 a 25% do N aplicado durante a estação de crescimento. Contudo, em condições favoráveis à volatilização, elevada temperatura, ausência de precipitação imediatamente após a adubação e altas taxas de evaporação de água do solo, comum no final do período das chuvas, as perdas podem atingir 80% do N da uréia aplicado (MARTHA JUNIOR et al., 2004).

Aplicando-se sob a forma de sulfato de amônio, as perdas de N são menores, além de o benefício correspondente ao fornecimento de enxofre junto com o N (24% de enxofre adubo), extremamente importante e vantajoso para pastagens estabelecidas nas regiões de Cerrado (SOUSA et al., 2001). No entanto, deve-se atentar à maior acidificação gerada no solo em comparação a uréia (MARTHA JR et al., 2004).

A quantidade de  $N-NH_3$  volatilizada irá depender de fatores como clima, de solo e manejo (fertilizantes, solo e pastagem), bem como da interação sobre eles (MARTHA JUNIOR, 2003). Para pastagens estabelecidas em solos ácidos ou levemente ácidos, as perdas de  $N-NH_3$  por volatilização, decorrentes da aplicação superficial e a lanço de nitrato de amônio e de sulfato de amônio, são geralmente baixas e inferiores a 5 e 10% do N aplicado, respectivamente (PRIMAVESI et al., 2001). Em algumas situações, porém, essas perdas podem ser mais elevadas da ordem de 20% do N aplicado via sulfato de amônio. Esse fato parece ser conseqüência do elevado pH na camada superficial do solo (0 a

0,20 m) em pastagens recebendo níveis elevados de calcário e do efeito alcalinizante de resíduos vegetais sobre a superfície do solo (MARTHA JUNIOR et al., 2004).

No entanto, os principais componentes do N fertilizante em pastagens são a dose, a fonte e a forma de parcelamento do N aplicado. O sucesso das medidas de manejo do N fertilizante implementadas será a manutenção do N aplicado no sistema solo-planta e a redução das perdas do N fertilizante para o ambiente. A resposta das pastagens de gramíneas tropicais ao N fertilizante é linear até doses de 80 a 180 kg ha<sup>-1</sup> ciclo de crescimento (MARTHA JR., 2003; PRIMAVESI et al., 2001).

No sentido de reduzir as perdas de N para o meio ambiente e potencializar o efeito dos adubos sob as plantas, surge como uma possível fonte alternativa de adubação nitrogenada, o fertilizante líquido ajifer (subproduto da indústria alimentícia resultante do processo de fermentação glutâmica, enriquecido com N), com a vantagem de apresentar menor perda por volatilização e, segundo Costa et al. (2003), maior produtividade de massa seca para cana-de-açúcar em relação ao sulfato de amônio e uréia.

## **2.5 Atributos microbiológicos do solo**

O solo é caracterizado como um corpo vivo que desempenha funções-chaves nos diversos ecossistemas terrestres, sendo sua atividade decorrente da presença de organismos que o habitam, das interações que entre eles e as plantas e das transformações bioquímicas que realizam. Os organismos participam de diversas reações e processos que ocorrem no solo, afetando suas propriedades físicas e químicas. Eles são de grande importância para a atividade agrícola, a reciclagem de nutrientes e a qualidade do ambiente (MEURER, 2000).

A matéria orgânica do solo é o produto da acumulação de resíduos de plantas e animais parcialmente decompostos e ressintetizados. Eles realizam a decomposição da matéria orgânica até a mineralização de elementos no solo e,

também, a imobilização temporária de nutrientes na sua própria biomassa, funcionando como importante reservatório e fonte contínua de nutrientes para as plantas (SYLVA; RESCK, 1997). Apesar do processo de imobilização, algumas vezes, ser considerado negativo, em determinadas situações pode ser favorável, visto ser um processo temporário e, portanto, consiste em reservatório potencial de nutrientes para as plantas (PAUL; CLARK, 1996).

A fertilidade natural do solo depende, portanto, da dinâmica de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, os quais são catalizados pela biomassa microbiana do solo (ALCÂNTARA, 1996). Determinadas práticas ou distúrbios que atuam sobre o solo levam a alterações quantitativas e qualitativas na diversidade microbiana (KENNEDY; SMITH, 1995).

Nos sistemas de pastagens sua estimativa sob a avaliação dos efeitos os quais os manejos utilizados para a recuperação de pastagens são uma importante ferramenta na compreensão do processo de ciclagem de nutrientes (JENKINSON; LADD, 1981; POWLSON et al., 1987).

O carbono da biomassa microbiana (CBM) representa a fração ativa e biodegradável da matéria orgânica, correspondendo em média 5% do C orgânico total do solo, sendo considerado um possível indicador de qualidade, porque reflete as tendências de mudanças que estão ocorrendo na mesma a médio e a longo prazo na ciclagem de nutrientes (FEIGL et al., 1998).

A atividade microbiana, determinada por meio da quantificação do carbono do CO<sub>2</sub> (C-CO<sub>2</sub>) liberado, como resultado do metabolismo da maioria dos microrganismos presentes no solo, tem mostrado ser uma determinação sensível. Apesar de ser difícil estabelecer relações entre essas determinações e produtividade das culturas, ambas pode servir como indicadoras da atividade biológica do solo e, conseqüentemente, da fertilidade a longo do tempo (COLOZZI-FILHO et al., 2001). A medição da respiração microbiana é uma forma de estimar o nível de atividade dos microrganismos do solo, a qual é um indicativo da velocidade de decomposição da matéria orgânica do solo (ALEXANDER, 1977).



Uma alta taxa respiratória indicará maior atividade microbiana e uma decomposição mais rápida do material orgânico do solo, com conseqüente liberação de nutrientes para as plantas (MARQUES et al., 2000). Assim, o declínio da atividade microbiana tem grande impacto na fertilidade natural do solo, com grandes efeitos nos ecossistemas naturais (BROOKES, 1995). Ademais, estudar a atividade microbiana possibilita um melhor entendimento dos processos de mineralização (NANNIPIERI, 1984).

Além desses indicadores, o uso de quociente metabólico ( $qCO_2$ ), determinado pela razão entre o C-CO<sub>2</sub> liberado e o CBM (ANDERSON; DOMSCH, 1993), é uma ferramenta fundamental na elucidação de fluxos de entrada de elementos ou energia por meio da biomassa microbiana, além de ser um indicador sensível de sucessões de um ecossistema. O  $qCO_2$  diminui em agroecossistemas mais estáveis (BALOTA et al., 1998), porém, com a substituição da cobertura vegetal ocorre decomposição mais acelerada dos resíduos vegetais, aumentando o quociente metabólico (OCIO; BROOKES, 1990). À medida que a biomassa microbiana se torna mais eficiente, menos C é perdido como CO<sub>2</sub>, pela respiração, e uma fração significativa de C é incorporada ao tecido microbiano, com isto, solos com baixo  $qCO_2$  estão próximos ao estado de equilíbrio (GAMA-RODRIGUES, 1999).

A quantificação da porcentagem da razão entre o CBM e o C orgânico do solo, compreendendo ao quociente microbiano ( $qCmic$ ), o qual permite acompanhar, de forma mais rápida, as perturbações sofridas pelo desequilíbrio ecológico e variações no total de matéria orgânica, ocasionadas pelo manejo do solo, pois reage com maior rapidez do que os parâmetros físico-químicos (CATTELAN; VIDOR, 1992). O CBM, geralmente, compreende de 2 a 4% do C orgânico total do solo (GAMA-RODRIGUES, 1999) e, valores menores que estes indicam perdas de carbono do sistema.

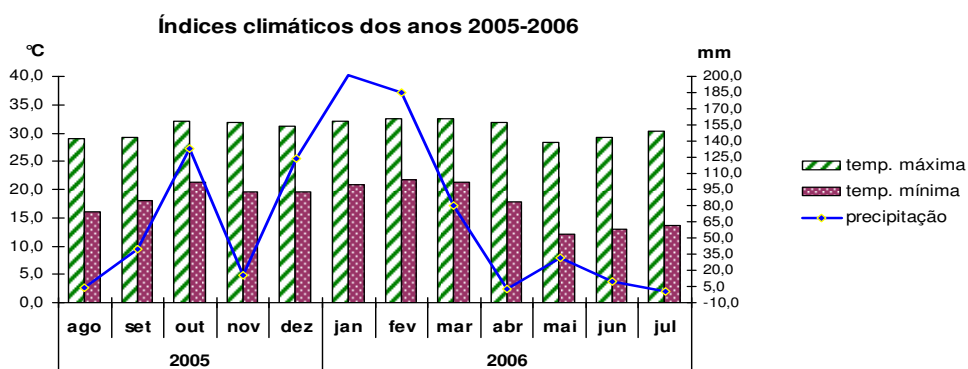
Além da biomassa microbiana, outros microrganismos podem servir como indicadores biológicos de qualidade e equilíbrio de um sistema. Micorriza é uma associação simbiótica não patogênica entre fungos benéficos e específicos do solo e raízes de plantas superiores, sendo de grande importância para o

agroecossistemas, pois, por meio da colonização radicular do micélio externo no solo, possibilitam a ampliação da área de exploração do sistema radicular, facilitando a absorção de P e outros nutrientes pelas plantas (MIRANDA; MIRANDA, 1997). Favorece, também, a retenção de umidade, a agregação e a estabilidade dos solos (SYLVIA, 1992; AUGÉ et al., 2001), mostrando assumir grande importância quando o interesse está no manejo agrícola e ambiental (ABBOTT; GAZEY, 1994).

### 3 MATERIAL E MÉTODO

#### 3.1 Caracterização da área experimental

A área experimental foi conduzida em uma propriedade do Sindicato Rural no município de Araçatuba, localizado na região noroeste do Estado de São Paulo. O período experimental foi compreendido dentre os meses de agosto de 2005 a junho de 2006. O clima da região é caracterizado por estações climáticas bem definidas, inverno seco e uma estação chuvosa. As médias anuais de temperatura e precipitação são, respectivamente, 23,6 °C e 1281 mm, com temperatura média máxima de 30,1 °C e média mínima de 19,1 °C. Os dados climáticos coletados durante o período do estudo estão apresentados na Figura 1.



**FIGURA 1** - Precipitação média mensal e temperatura máxima e mínima durante os meses de agosto de 2005 a julho de 2006. Dados coletados no escritório de desenvolvimento rural da CATI/SAA, Araçatuba, SP.

### 3.2 Descrição do solo

O solo da área foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico (EMBRAPA, 1999) com boa drenagem. Para descrição das características químicas do solo no momento da instalação experimental, efetuou-se a análise química do solo nas profundidades de 0,0 – 0,10 e 0,10 – 0,20 m (Tabela 1). Por parcela, foram coletadas 5 amostras simples para compor uma amostra de solo. As determinações químicas seguiram metodologia proposta por Raij et al. (2001), sendo utilizado o método da resina trocadora de íons para P, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>; pH em CaCl<sub>2</sub>; matéria orgânica por colorimetria; H+Al com solução tampão SMP e Al em KCl.

**Tabela 1** - Características químicas do solo, na ocasião da instalação do experimento, nas profundidades 0,0 - 0,10 e 0,10 - 0,20 m.

Prof. (m)	pH CaCl <sub>2</sub>	MO g dm <sup>-3</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup> .....mmolc dm <sup>-3</sup> .....	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H+Al	Al <sup>3+</sup>	SB	CTC	V %
0,0-0,10	4,5	23	4	6,0	19	8	22	5	17	52	60
0,0-0,20	4,4	20	3	3,3	17	7	25	6	14	39	52

### 3.3 Instalação e condução do experimento

A área experimental consistiu de uma pastagem formada por capim *B. brizantha* cv. Xaraés semeada há 5 anos e encontrando-se em plena produção recebendo anualmente adubação de manutenção. As parcelas foram alocadas, com dimensões de 4 x 3 m e uma faixa de caminamento de 2,0 m entre as mesmas.

Não foi efetuada a calagem, uma vez que a saturação por base estava próxima da recomendação (RAIJ et al., 1996). Em setembro, após a primeira chuva, foi realizado, em todas as parcelas, o corte de uniformização com remoção dos resíduos cortados para, imediatamente, ser aplicado, a lanço, a adubação de manutenção de P (60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare) na forma de

superfosfato simples, enquanto a de potássio não foi efetuado, devido os teores encontrados na análise do solo estavam altos (RAIJ et al., 1996).

Dessa forma, durante o período das chuvas foram realizados cinco cortes, com intervalos de 28 dias, enquanto no período das secas foi realizado um corte, no final do mês de junho, totalizando seis cortes anuais. Após cada corte foi retirada toda massa de forragem das parcelas. As doses de N foram aplicadas em cobertura, parceladas em cinco vezes, sendo a primeira aplicação após o primeiro corte e as demais depois de cada corte.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados e os tratamentos arranjados em esquema fatorial 3 x 4, envolvendo três fontes de nitrogênio (uréia, sulfato de amônio e ajifer-L40), 4 doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 400 kg ha<sup>-1</sup>), avaliados em 2 profundidades (0 - 0,10 e 0,10 - 0,20 m), com 3 repetições. A caracterização química do ajifer, fertilizante líquido resultante do processo de fermentação glutâmica, esta apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2** - Caracterização química do ajifer L-40.

pH	N	MO	Corg	P	K	Ca	Mg	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Cu	Zn	Na	Cl	CE
	g kg <sup>-1</sup>								mg kg <sup>-1</sup>		g kg <sup>-1</sup>		dS m <sup>-1</sup>
4,0	4,1	295	43	1,4	1,5	0	0	72	0	0	0,3	2	71

Para a caracterização química e microbiológica ao final do experimento, em julho de 2006, foi coletada uma amostra composta, por 5 amostras simples de solo, nas duas profundidades, por unidade experimental. Após serem secas ao ar, peneiradas e homogeneizadas, parte de cada amostra foi enviada para a caracterização química, conforme descrito anteriormente. A outra parte foi empregada para as análises microbiológicas.

### 3.4 Quantificação do carbono da biomassa microbiana

Para a quantificação do carbono da biomassa, 20 g de solo de cada parcela foram divididas em 10 g e destinadas à análise de solo fumigada e não

fumigada. Após a fumigação com clorofórmio, o carbono liberado com a morte dos microrganismos é determinado por extração química e digestão. Amostras fumigadas e não fumigadas foram submetidas à extração com  $K_2SO_4$  (0,5 M). Uma alíquota desta solução, em seguida, foi misturada com  $K_2Cr_2O_7$  (0,15 M) para oxidar o carbono, facilitado pelo uso de  $H_2SO_4$  concentrado. O excesso de dicromato foi titulado contra solução de  $[(NH_4)_2 Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O]$ , obtendo-se a quantidade de dicromato utilizado na oxidação e, assim, a quantidade de carbono extraída (VANCE et al., 1987).

### **3.5 Quantificação do carbono do $CO_2$ (C- $CO_2$ ) liberado**

Parte do solo coletado foi empregada para a quantificação do C- $CO_2$  liberado. Alíquotas de 100 g de solo, inicialmente peneirado, foram colocadas em jarros de vidro com tampa de rosca, no centro do qual foi depositado um frasco contendo 10 mL de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup>. Os jarros foram fechados hermeticamente e mantidos em câmara climatizada a 27 °C. O tempo de incubação foi determinado por meio de uma curva resultante de um monitoramento diário, após 48 horas dos jarros fechados. A titulação do NaOH, ao qual foi acrescentado 1 mL de solução saturada de  $BaCl_2$ , foi realizada empregando HCl 0,1 mol L<sup>-1</sup>. O controle foi feito com jarros de vidro, sem solo, contendo frascos com NaOH. A titulação da base livre permite calcular, por subtração, a quantidade de  $CO_2$  que combinou com o NaOH (ANDERSON; DOMSCH, 1982).

### **3.6 Determinação do quociente metabólico**

O quociente metabólico ( $qCO_2$ ) foi determinado pela razão C- $CO_2$  liberado:CBM, conforme Anderson; Domsch (1993).

### **3.7 Determinação do quociente microbiano**

A determinação do quociente microbiano ( $qC_{mic}$ ) foi calculado pela expressão  $(CBM/C\text{-orgânico do solo})/10$ , de acordo com Sparling (1992).

### **3.8 Porcentagem de colonização micorrízica**

Para determinação da porcentagem da colonização micorrízica (COL) por fungos micorrízicos arbusculares (FMA) autóctones, 1 g de raiz de cada tratamento foi cortada no comprimento de 1 cm, lavada em água corrente. Em seguida, clarificada em KOH 10%, acidificadas com HCl 1%, coloridas com azul de tripano 0,05% e preservadas em lactoglicerol (PHILLIPS; HAYMAN, 1970). A verificação da porcentagem de segmentos colonizados realizou-se em placa quadriculada ou em lâmina, onde 100 segmentos por amostra foram observados ao microscópio estereoscópio (40x). Considerou-se infectados os segmentos que apresentavam hifas (externas e internas), vesículas ou arbúsculos.

### **3.9 Número de esporos de fungos micorrízicos**

A outra parte do solo de pastagem e do subsolo amostrado inicialmente nessas áreas foi empregada para determinação do número de esporos de FMA. Para tanto, 100 g de cada amostra de foi homogeneizada e processada segundo uma associação dos métodos de decantação e peneiramento úmido (GERDEMANN; NICOLSON, 1963) e de centrifugação e flutuação em sacarose (JENKINS, 1974). Cada amostra foi misturada em 1 litro de água em um béquer e agitada vigorosamente. Após decantação por alguns segundos para sedimentação das partículas maiores e/ou mais densas que os esporos, o sobrenadante foi vertido sobre duas peneiras, com aberturas de 710 e 50  $\mu\text{m}$ , na seqüência da maior para menor abertura da malha, sendo este procedimento repetido 4 vezes. Com o auxílio de uma pisseta com água

destilada, o material depositado na menor malha foi transferido para tubos de ensaio e centrifugado por 3 minutos a 302,1 g (gravidade). O sobrenadante foi descartado e o precipitado foi ressuspensionado em sacarose 50% para novamente ser centrifugado por 1,5 minuto. Os esporos presentes no sobrenadante foram transferidos para peneira com malha de 50  $\mu\text{m}$  e lavados com água corrente para retirar o excesso de sacarose e recolhidos em béquer. A quantificação dos esporos foi realizada em placas com anéis concêntricos, sob microscópio estereoscópio (40x).

### **3.10 Produção de forragem**

Para a avaliação da produção de forragem realizaram-se cortes a cada 28 dias, de forma manual, numa área amostral de 1,0 m<sup>2</sup> a 0,15 m da superfície do chão. A determinação da massa seca da parte aérea (MSPA) foi obtida por meio da amostragem da forragem retirada do material cortado de cada parcela, a qual foi seca em estufa com ventilação forçada a 65 °C por 72 horas.

### **3.11 Análise Estatística**

Segundo o modelo adotado e para cada uma das variáveis realizou-se a Análise de Variância e as complementações nas comparações de médias de tratamentos por meio do Teste de Scott-Knott (1974). O estudo de regressão na análise de tendência entre as doses de N, empregando o programa SISVAR (FERREIRA, 2000) e realizando, posteriormente, a correlação entre as variáveis por meio do programa SAS (SAS, 1999).



#### 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os teores de pH, MO,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , SB e V% demonstraram diferenças estatísticas com relação às doses de N aplicados na camada superficial do solo (Tabela 3). No entanto, o aumento das doses de N exibiu uma acentuada redução nos valores de  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , SB e V%. Com relação à camada de solo correspondente a 0,10-0,20 m de profundidade observaram-se diferenças significativas para os valores de  $Ca^{2+}$  dentre as fontes de N aplicadas, com os valores mais elevados mostrados por ajifer e a uréia. Nesta mesma camada de solo, os valores de  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$  e SB demonstraram comportamento semelhante ao da camada de 0,0-0,10 m diferindo significativamente com a aplicação de doses de N, juntamente aos valores de  $Al^{3+}$  (Tabela 3).

Para os valores de pH, uma resposta quadrática em função das doses de N (Tabela 4). O aumento da acidez pode ser relacionando à oxidação de elevadas doses de N por bactérias presentes no solo, ocasionando a liberação de  $NO_3^-$  e  $H^+$  e, deste modo acidificando ainda mais o solo (VARGAS; HUNGRIA, 1997). Solos com acúmulo de resíduos orgânicos apresentam reduzido poder tampão, resultando em sua acidificação, como verificado no presente estudo por meio dos baixos valores de pH observados no tratamento sem aplicação de N (BOHNEN et al., 2000).

**Tabela 3** – Valores para características químicas do solo, nas camadas de 0,0 - 0,10 e 0,10 - 0,20 m de profundidade, submetidas a fontes e doses de N em *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés.

	pH	CaCl <sub>2</sub>	MO g dm <sup>-3</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	mmolc dm <sup>-3</sup>		Al <sup>3+</sup>	SB	CTC	V %
								H+Al	0,0 - 0,10				
Fontes	4,33	15,33	2,66	1,08	10,75	4,33	29,75	2,83	16,25	46,00	35,41		
(FN)	4,25	15,91	2,08	1,08	10,91	3,91	29,25	2,58	15,91	45,16	35,50		
SA	4,08	15,25	2,25	1,08	9,58	3,75	29,58	3,08	14,41	44,00	32,16		
Doses	4,33	18,00	2,66	1,33	12,00	5,00	30,00	2,00	18,33	48,33	37,66		
(DN)	4,55	14,55	2,11	1,77	11,66	4,66	25,33	1,77	18,11	43,44	41,33		
200	4,00	13,33	1,88	0,55	8,66	3,11	31,33	3,55	12,44	43,77	28,77		
400	4,00	16,11	2,66	0,66	9,33	3,22	31,44	4,00	13,22	44,66	29,66		
FN	1,75	0,50	0,79	0,00	1,75	1,44	0,07	1,22	2,02	1,83	1,58		
DN	6,00	11,76	1,03	12,33	6,89	11,35	7,15	18,04	15,49	6,88	12,36		
FN x DN	1,75	1,46	1,58	0,30	1,96	0,95	3,50	5,32	1,94	3,48	2,41		
CV%	7,89	11,38	50,05	45,45	18,25	21,65	10,91	27,65	15,36	5,70	15,22		
Fontes	4,16	15,91	4,50	1,33	11,50	4,41	28,50	2,25	17,25	45,75	37,91		
(FN)	4,25	14,91	2,91	1,08	11,16	4,75	26,91	1,91	17,00	43,91	38,75		
SA	3,08	13,75	3,91	1,00	9,66	3,91	28,83	2,33	15,41	44,25	34,83		
Doses	4,00	14,00	2,66	1,33	10,33	3,66	28,33	2,66	15,33	43,66	35,00		
(DN)	4,33	15,66	4,66	1,00	11,88	4,88	28,33	1,55	17,77	46,11	38,22		
200	4,22	14,33	3,33	1,33	10,88	4,88	26,77	1,88	18,22	45,00	40,22		
400	4,11	15,44	4,44	0,88	10,00	4,00	28,88	2,55	14,88	43,77	35,22		
FN	0,73	2,59	1,07	2,55	4,32	2,49	0,49	0,92	1,88	0,63	1,34		
DN	1,63	1,10	1,11	3,33	2,32	4,14	0,29	4,06	4,07	0,66	1,49		
FN x DN	2,36	2,30	1,11	0,98	1,65	2,14	0,37	0,57	0,89	0,21	0,73		
CV%	8,09	15,69	70,89	33,02	15,10	21,09	17,88	36,60	15,14	9,53	16,59		

e : significativo a 5 e 1%, respectivamente; ns : não significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas da mesma letra, na coluna e dentro de cada profundidade, não diferem entre si pelo Teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. SA= Sulfato de Amônio.

**Tabela 4** - Regressões para características químicas do solo, em profundidade, submetida a doses de adubação nitrogenada em *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés.

Variáveis	Regressão	Equação	R <sup>2</sup>
.....0,0-0,10 m.....			
pH	Quadrática	$y = 3E-07x^2 - 0,0012x + 4,423$	0,5146 <sup>*</sup>
MO	Quadrática	$y = 9E-05x^2 - 0,0425x + 17,96$	0,9984 <sup>**</sup>
K <sup>+</sup>	Quadrática	$y = 3E-06x^2 - 0,0034x + 1,5354$	0,4824 <sup>*</sup>
Ca <sup>2+</sup>	Quadrática	$y = 3E-05x^2 - 0,0214x + 12,4$	0,7655 <sup>**</sup>
Mg <sup>2+</sup>	Quadrática	$y = 2E-05x^2 - 0,012x + 5,1865$	0,8500 <sup>**</sup>
SB	Quadrática	$y = 5E-05x^2 - 0,0358x + 19,106$	0,7492 <sup>**</sup>
V%	Quadrática	$y = 4E-05x^2 - 0,0417x + 39,697$	0,5503 <sup>*</sup>
..... 0,10-0,20 m.....			
K <sup>+</sup>	Quadrática	$y = -2E-06x^2 + 1E-06x + 1,2457$	0,4551 <sup>*</sup>
Mg <sup>2+</sup>	Quadrática	$y = -3E-05x^2 + 0,0124x + 3,7358$	0,9394 <sup>**</sup>
Al <sup>3+</sup>	Quadrática	$y = 2E-05x^2 - 0,0091x + 2,5425$	0,8019 <sup>**</sup>
SB	Quadrática	$y = -8E-05x^2 + 0,0307x + 15,377$	0,9968 <sup>**</sup>

A redução dos valores de K<sup>+</sup> e Mg<sup>2+</sup> podem ser relacionadas à percolação do ânion nitrato NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, liberado pela ação das bactérias, pelo perfil do solo e facilitado pela acidificação da camada superficial do solo pelo arraste dos cátions para manter a eletronegatividade. Os íons H<sup>+</sup>, permanecendo nas camadas mais superficiais, acidificam ainda mais o meio, culminando com elevação do Al<sup>3+</sup> por ocupar os sítios de troca (CTC), pois este é fortemente atraído por partículas com carga negativa (BOHNEN et al., 2000).

Os valores de soma de bases e V% apresentaram o mesmo comportamento em relação aos elementos K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>. Fato esperado, visto que a soma de bases corresponde à soma das quantidades de bases trocáveis alcalinas, enquanto V% expressa a razão entre soma de bases e a CTC do solo (MEURER et al., 2000).

Nessa condição de acidificação, os valores de pH correlacionaram-se positivamente com K<sup>+</sup> (0,355<sup>\*\*</sup>), Ca<sup>2+</sup> (0,761<sup>\*\*</sup>), Mg<sup>2+</sup> (0,770<sup>\*\*</sup>), SB (0,815<sup>\*\*</sup>) e V% (0,886<sup>\*\*</sup>) e negativamente com H+Al (-0,636<sup>\*\*</sup>) e Al<sup>3+</sup> (-0,801<sup>\*\*</sup>). Estas correlações sugerem que a diminuição do pH ocorreu simultaneamente com a

diminuição dos valores de  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , SB e V%, ao contrário do H+Al e  $Al^{3+}$ , que se elevam.

Observou-se, também, que com a aplicação de  $400 \text{ kg ha}^{-1}$  de N os teores de H+Al e  $Al^{3+}$  apresentaram valores mais elevados a partir do uso do ajifer e o sulfato de amônio, respectivamente, na camada superficial do solo (Tabela 5). O aumento da quantidade de N aplicado sob a forma de sulfato de amônio proporcionou redução nos valores da CTC do solo.

Bohnen et al. (2000) relatam que dada reação de nitrificação do sulfato de amônio e atividade adsorviva de  $NH_4^+$  pelas raízes das plantas liberam  $H^+$ , acidificando o solo que, juntamente ao ânion  $SO_4^{2-}$ , elevam o teor de  $Al^{3+}$ . Nestas condições de pH, diversos íons são percolados pelo perfil do solo para manter a eletronegatividade reduz a CTC, pois esta acompanha a variação do pH devido às cargas dependentes dele.

**Tabela 5** - Médias para H+Al, alumínio ( $Al^{3+}$ ) e capacidade de troca catiônica (CTC) submetidas a fontes e doses de N, no solo sob *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, na camada de 0,0 - 0,10 m de profundidade.

Variáveis	Fontes	Doses de N								Equação	R <sup>2</sup>
		0		100		200		400			
.....kg ha <sup>1</sup> .....											
H+Al (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Ajifer	30,00	aB	24,00	aB	28,00	aB	37,00	aA	$y = 0,0002x^2 - 0,048x + 29,20$	0,9139**
	Uréia	30,00	aA	26,00	aA	34,00	aA	27,00	bA	$y = 0,0031x + 29,8$	0,0223 <sup>NS</sup>
	SA	30,00	aA	26,00	aA	32,00	aA	30,33	bA	$y = 0,0048x + 28,734$	0,1060 <sup>NS</sup>
$Al^{3+}$ (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Ajifer	2,00	aB	1,33	aB	3,00	aB	5,00	aA	$y = 2E-05x^2 + 0,0005x + 1,77$	0,9172**
	Uréia	2,00	aB	2,33	aB	4,00	aA	2,00	bB	$y = 4E-05x^2 + 0,0166x + 1,74$	0,7106**
	SA	2,00	aB	1,66	aB	3,66	aA	5,00	aA	$y = 7E-06x^2 + 0,0056x + 1,73$	0,8818**
CTC	Ajifer	48,33	aA	43,66	aB	42,00	aB	50,00	aA	$y = 0,0002x^2 - 0,0666x + 48,39$	0,9989**
	Uréia	48,33	aA	43,33	aA	45,00	aA	43,66	bA	$y = -0,0086x + 46,66$	0,4109 <sup>NS</sup>
	SA	48,33	aA	43,33	aB	44,00	aB	40,33	bB	$y = 3E-05x^2 - 0,0313x + 47,72$	0,8651**

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo Teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. \* e \*\*: significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Para as variáveis microbiológicas, verificaram diferenças significativas para todas variáveis, com exceção do C-CO<sub>2</sub> liberado na camada superficial do solo, tanto dentre as fontes de N quanto entre as doses aplicadas (Tabela 6). O uso do sulfato de amônio e de elevadas doses de N reduziram significativamente os valores de CBM e  $qC_{mic}$  nas duas camadas de solo. No entanto, na camada superficial de solo, estes valores foram superiores, justificados pelo grande aporte de material orgânico incorporado ao solo via liteira, que implicam em uma maior imobilização de CBM, a qual contribuiu para maiores taxas de CO<sub>2</sub> (SANTOS et al., 2004).

Embora não diferindo significativamente os teores para C-CO<sub>2</sub> liberado exibiram elevadas taxas, indicando elevada atividade microbiana (Tabela 6). Como no presente trabalho, Marques et al. (2000), ao estudar o efeito de N utilizando-se (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> como fonte de adubação em *Zea mays*, também observaram poucas alterações na quantificação de CO<sub>2</sub> liberado. No entanto, os autores consideraram as elevadas taxas de CO<sub>2</sub> liberado como um indicativo de alta atividade biológica e, desse modo, disponibilizando rapidamente para as plantas os nutrientes contidos nos resíduos orgânicos.

Elevadas taxas de liberação de CO<sub>2</sub> encontra-se positivamente relacionado com o maior teor de biomassa microbiana (CATTELAN; VIDOR, 1990). Neste sentido, a atividade microbiana deve ter sido estimulada pela maior disponibilidade de CBM e os resultados do presente trabalho são corroborados pelos dos autores citados. Todavia, elevados valores de respiração podem indicar estresse ambiental, pois a rápida liberação de nutrientes possa a longo prazo, significar perdas de carbono orgânico do sistema (D'ANDRÉA et al., 2002).

Valores elevados de CBM implicam em maior imobilização temporária de nutrientes e, conseqüentemente, menor perda de nutrientes no sistema solo-planta (MERCANTE et al., 2004). Desta forma, a biomassa microbiana representa o atributo biológico mais sensível à ação antrópica (CARTER, 1986). Neste sentido, o uso do sulfato de amônio e as doses elevadas de N, atuam negativamente, proporcionando redução dos valores de CBM revelando

que a biomassa deixou de imobilizar carbono em sua biomassa. A aplicação de doses de N proporcionou redução de 994,33  $\mu\text{g C g}^{-1}$  solo seco, tratamento que não recebeu adubação, para 475,55 e 607,22  $\mu\text{g C g}^{-1}$  solo seco com as aplicações de 200 e 400 ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), respectivamente (Figura 2). Esses resultados foram próximos aos relatados por D'Andréa et al. (2002), que encontraram 666,2  $\mu\text{g C g}^{-1}$  solo seco de CBM em pastagens de *Brachiaria* sp.

O  $q\text{CO}_2$ , por expressar a taxa respiratória por unidade de CBM, demonstrou diferenças significativas em função das fontes e doses de N na camada 0,0 - 0,10 m de profundidade (Tabela 5). No entanto, os valores mais elevados foram encontrados para sulfato de amônio, enquanto que para as doses mais elevadas de N (200 e 400  $\text{kg ha}^{-1}$ ), esses valores permaneceram elevados, apresentando-se de forma crescente a partir do tratamento que não recebeu adubação (Figura 2).

A biomassa microbiana tem degradado mais rapidamente os compostos orgânicos a partir do uso do sulfato de amônio, sobretudo em doses elevadas de N, liberando mais carbono como  $\text{CO}_2$  para a atmosfera. Mudanças no solo, decorrentes de práticas de manejo inadequado, podem levar a um declínio no estoque de matéria orgânica, colaborando para o aumento de  $\text{CO}_2$  liberado na atmosfera (LAL, 1997). Diante disto, pode-se inferir que ao longo dos anos a ciclagem de nutrientes poderá ser comprometida, implicando em drásticas perdas de carbono do solo e levando a uma queda da fertilidade do solo.

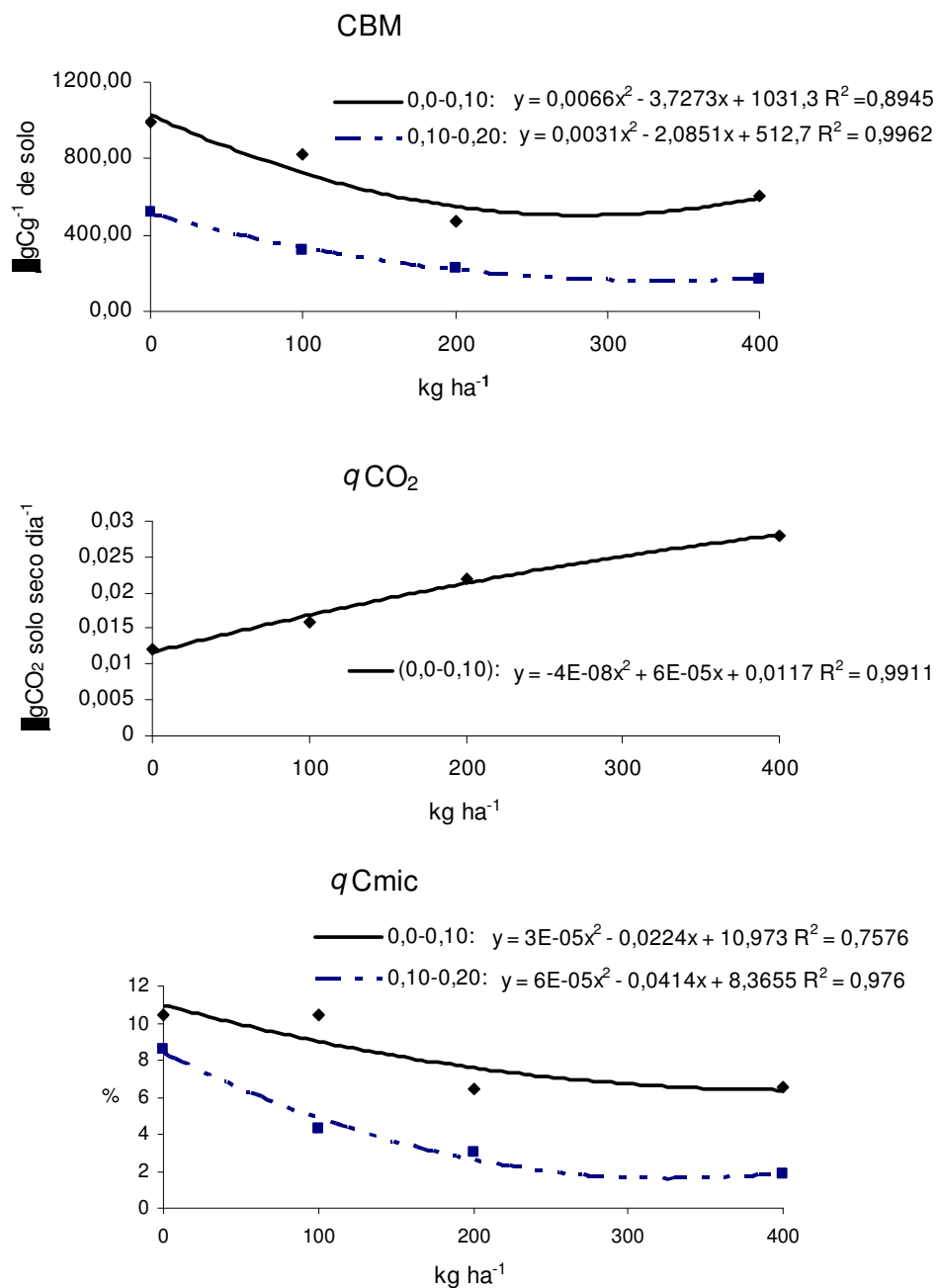
Os índices expressos pelo  $q\text{Cmic}$ , podem indicar valores mais elevados de carbono no solo, enquanto valores mais reduzidos indicam uma perda de carbono no solo, ao longo do tempo (MERCANTE et al., 2004). Os valores de  $q\text{Cmic}$ , embora não diferindo estatisticamente, apresentaram uma tendência de menores índices para o sulfato de amônio, ao contrário do ajifer (Tabela 6).

**Tabela 6** - Valores para carbono do CO<sub>2</sub> liberado (C-CO<sub>2</sub> - µgCO<sub>2</sub> g solo seco dia<sup>-1</sup>), carbono da biomassa microbiana (CBM - µgCg<sup>-1</sup> de solo), quociente metabólico (qCO<sub>2</sub> - µgCg<sup>-1</sup> de solo/µgCO<sub>2</sub> g solo seco dia<sup>-1</sup>) e quociente microbiano (qCmic - %) em função de fontes e doses de N em duas profundidades de solo (0,0 – 0,10 e 0,10 - 0,20 m), em solo sob *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés.

		C - CO <sub>2</sub> liberado	CBM	qCO <sub>2</sub>	qCmic
.....0,0-0,10 m.....					
Fontes (FN)	Ajifer	12,34	728,66 a	0,019 b	8,57 a
	Uréia	12,16	841,25 a	0,015 b	9,53 a
	Sulfato amônio	12,28	605,16 b	0,024 a	7,36 a
Doses (DN)	0	13,00	994,33 a	0,012 b	10,42 a
	100	12,34	823,00 a	0,016 b	10,48 a
	200	12,13	475,55 b	0,022 a	6,48 b
	400	11,57	607,22 b	0,028 a	6,57 b
FN		0,04 <sup>ns</sup>	6,52 <sup>**</sup>	4,44 <sup>*</sup>	3,49 <sup>*</sup>
DN		1,30 <sup>ns</sup>	18,51 <sup>**</sup>	7,85 <sup>**</sup>	11,47 <sup>**</sup>
FN x DN		1,01 <sup>ns</sup>	2,08 <sup>ns</sup>	1,43 <sup>ns</sup>	1,26 <sup>ns</sup>
CV (%)		12,60	22,09	36,81	23,66
.....0,10-0,20 m.....					
Fontes (FN)	Ajifer	6,33	389,58	0,026	5,35
	Uréia	6,20	278,08	0,031	3,99
	Sulfato amônio	5,95	262,91	0,062	4,00
Doses (DN)	0	5,55	517,33 a	0,011	8,59 a
	100	6,11	322,77 b	0,024	4,26 b
	200	6,77	228,66 b	0,062	3,07 b
	400	6,22	172,00 b	0,061	1,88 b
FN		0,27 <sup>ns</sup>	2,49 <sup>ns</sup>	1,95 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>
DN		1,40 <sup>ns</sup>	8,95 <sup>**</sup>	2,59 <sup>ns</sup>	5,74 <sup>**</sup>
FN x DN		0,32 <sup>ns</sup>	1,05 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>
CV (%)		20,60	48,93	120,29	82,19

<sup>\*</sup> e <sup>\*\*</sup>: significativo a 5 e 1%, respectivamente; <sup>ns</sup>: não significativo. Médias seguidas de mesma letra, na coluna e dentro de cada profundidade, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Analisando os valores, apresentados por qCmic com relação aos doses de N aplicado, observou-se drástica diminuição com a aplicação das doses 200 e 400 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 2).



**FIGURA 2** - Carbono da biomassa microbiana (CBM), quociente metabólico ( $qCO_2$ ) e quociente microbiano ( $qCmic$ ) em função de fontes e doses de N nas profundidades de 0,0 - 0,10 m e 0,10 - 0,20 m, em solo sob pastagem *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés.



A biomassa microbiana compreende de 2 a 4 % do carbono orgânico total do solo e, desta forma, os valores menores que esses indicam perdas de carbono do sistema (GAMA-RODRIGUES, 1999). Deste modo, os decréscimos de 9,50 para 4,22 % apresentados pelo  $qC_{mic}$  em doses elevadas de N, provavelmente ao longo dos anos os efeitos tendem a se agravar.

Os valores apresentados para CBM correlacionaram positivamente como  $C-CO_2$  (0,604\*\*) e  $q_{Mic}$  (0,779\*\*) e negativamente com  $qCO_2$  (-0,523\*\*). A partir da análise  $qCO_2$  observou-se a população microbiana esta consumindo mais carbono do que o mantendo no solo por meio de sua biomassa como demonstrado pela CBM e  $qC_{mic}$ , induzido principalmente com aplicação de elevadas doses de N.

Os valores apresentados para COL não demonstraram diferenças significativas para as duas profundidades estudadas (Tabela 7). Para a variável NESP foi detectada interação entre as fontes e doses de N na camada de 0,0-0,10 m. Enquanto na camada 0,10-0,20 m de profundidade verificou diferenças significativas com a aplicação de doses de N.

A disponibilidade de nutrientes no solo pode determinar a importância de presença de inóculos e fungos micorrizicos arbusculares (ZANGARO et al., 2000). Verifica-se em solos com elevada fertilidade perda sobre a efetividade das associações micorrízicas (JEFFRIES; DODD, 1994). Neste caso a aplicação de N não inibiu ou estimulou a colonização de FMAs, embora os valores na camada 0,0-0,10 m tenham sido superiores, justificados pela densa associação das plantas em sistemas de pastagens a micorrização onde há maior concentração de raízes (BAREA et al., 1989).

Os baixos valores apresentados para COL podem estar relacionados à época em que a coleta foi realizada, a abundância na COL em áreas pastagens contínuas no cerrado mais elevada no período das chuvas em relação a seca, em media os valores podem atingir até 69 e 43%, respectivamente (MIRANDA et al., 2005).

**Tabela 7** – Médias e teste de F para porcentagem de colonização micorrízica (COL- %), número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares (NESP - 100 g solo seco<sup>-1</sup>) e peso da massa da matéria seca da parte aérea (MSPA - kg ha<sup>-1</sup>), em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés.

		COL	NESP	MSPA	
..... 0,0-0,10 m.....					
Fontes (FN)	Ajifer	38,07	364,33	1116,16	a
	Uréia	38,79	388,50	1260,33	a
	SA	39,92	423,16	1072,25	b
Doses (DN)	0	40,66	359,33	1380,66	a
	100	38,90	434,77	1298,22	a
	200	37,20	357,11	864,55	c
	400	38,95	416,77	1054,22	b
FN		0,80 <sup>ns</sup>	1,92 <sup>ns</sup>	4,73	
DN		1,38 <sup>ns</sup>	2,60 <sup>ns</sup>	20,25	**
FN x DN		1,52 <sup>ns</sup>	4,32 <sup>**</sup>	1,18	<sup>ns</sup>
CV (%)		9,25	18,82	13,63	
.....0,10-0,20 m.....					
Fontes (FN)	Ajifer	34,00	211,41	-	
	Uréia	35,57	155,75	-	
	SA	35,75	175,50	-	
Doses (FN)	0	34,16	255,33	a	-
	100	36,92	146,22	b	-
	200	37,64	160,66	b	-
	400	31,71	161,33	b	-
FN		0,29 <sup>ns</sup>	3,29 <sup>ns</sup>	-	
DN		1,74 <sup>ns</sup>	7,79 <sup>**</sup>	-	
FN x DN		0,15 <sup>ns</sup>	0,75 <sup>ns</sup>	-	
CV%		17,60	29,78	-	

\* e \*\*: significativo a 5 e 1%, respectivamente; <sup>ns</sup>: não significativo. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

As plantas de braquiária MG-4 não micorrizadas e que não receberam N em cobertura apresentaram um acúmulo crescente de P, K<sup>+</sup> e Ca<sup>2+</sup> na MSPA apenas em função das doses de P com relação às micorrizadas, desta forma verificaram que os FMA têm acesso a outras fontes de N além da mineral (SANTOS et al., 2002).

O efeito do N sobre os fungos micorrízicos está relacionado à disponibilidade de P, estudos sobre os efeitos da interação na colonização têm mostrado que em alta disponibilidade de P e baixo teor de N, há um aumento da colonização, enquanto que em alta disponibilidade de P e alto teor de N, ocorre uma redução da colonização (SANTOS et al., 2001).

A produção de MSPA demonstrou valores superiores com a aplicação do ajifer e uréia que diferiram estatisticamente do sulfato de amônio (Tabela 7). Observou-se uma resposta quadrática com relação às doses de N aplicada, sendo verificado no tratamento que não recebeu aplicação de N, o maior valor para MSPA, equivalente a 1380,66 kg ha<sup>-1</sup>. A produtividade de MSPA para *B. brizantha* corresponde em média a 1494 kg ha<sup>-1</sup>, produzindo 614,3kg ha<sup>-1</sup> durante o inverno e 2.375kg ha<sup>-1</sup> durante o verão (BOTREL et al., 2002).

Esta resposta negativa a aplicação de N pode estar relacionados à necessidade de recuperação das estruturas da planta forrageira, como a coroa e o sistema radicular (OLIVEIRA, 2001) e, também, a melhor eficiência do uso do nitrogênio pela pastagem (OLIVEIRA; CORSI, 2001), que pode ser atribuída um efeito inibitório do N sobre os fungos micorrízicos indígenas. Santos et al. (2001) verificaram queda na produção de MSPA em braquiária MG-4 micorrizadas quando tratadas com adubos nitrogenados.

Nos ecossistemas não perturbados, os fungos formam uma rede micelial permanente e, as plantas são ligadas por uma rede comum de hifas (HODGE, 2000). Essa rede pode ser importante na transferência de carbono entre as plantas vizinhas (GRAVES et al., 1997), no transporte de P (MALCOVÁ et al., 1999) e de outros nutrientes (JEFFRIES; DODD, 1994). Neste caso, a pastagem extraía e acumulava N mineralizado da matéria orgânica do solo, indicando que, provavelmente, o sistema de produção em pastagens foi capaz de suprir N para manter a produção utilizando a ciclagem de nutrientes, por meio da mineralização de matéria orgânica, até atingir um ponto de equilíbrio (OLIVEIRA et al., 2005).

A ocorrência de colonização micorrízica em condições de campo é regulada em função dos benefícios que proporcionam as plantas (FITTER;

MERRYWEATHER, 1992). O total do número de esporos demonstrou diferenças significativas dentre as fontes sob a aplicação de 400 kg ha<sup>-1</sup> de N (Tabela 8). O uso da uréia e do sulfato de amônio apresentou em seus valores um acréscimo de ordem quadrática.

**Tabela 8** - Médias para número de esporo (100 g solo seco<sup>-1</sup>) em função das fontes e doses de adubação nitrogenada em solo sob pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, na camada de 0,0 - 0,10 m de profundidade.

Fontes	Doses de N								Equação	R <sup>2</sup>
	0		100		200		400			
Ajifer	359,33	aB	523,33	aA	297,00	aB	277,66	bB	$y = -0,0013x^2 + 0,1643x + 403,08$	0,3736
Uréia	359,33	aB	371,33	bA	396,00	aB	427,33	aA	$y = -3E-06x^2 + 0,1763x + 357,8$	0,9895**
SA	359,33	aB	409,66	aB	378,33	aB	545,33	aA	$y = -3E-06x^2 + 0,1763x + 357,8$	0,9895**

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo Teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. \* e \*\*: significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Essa elevação pode ocorrer em virtude do maior estresse decorrente dos elevados níveis de N no solo. O cultivo de pastagens com braquiária (*Brachiaria dictyoneura*) puras e contínuas ao longo dos anos tende a uma redução e estabilização no número de esporos no solo (DODD et al., 1990).

A quantidade de número de esporos presentes no solo apresentou correlação positiva aos valores demonstrados pelo Al<sup>3+</sup> (0,275\*). Em solo de cerrado onde a saturação de alumínio é bastante elevada no horizonte A (0,0-0,20 m) os esporos de fungos micorrízicos verifica-se uma maior densidade e variedades (CORREIA et al. 2004).

## 5 CONCLUSÃO

A aplicação de sulfato de amônio nas doses elevadas provoca acentuada acidificação do solo, assim como, determina efeitos negativos sob as variáveis microbiológicas, implicando na redução da biomassa microbiana e maior perdas de C do solo pela respiração microbiana.

A aplicação de  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  demonstra ser a dose de N mais adequada, considerando que as doses mais elevadas determinam redução na produção de massa seca da pastagem e de carbono do solo.

O aumento da fertilidade do solo por meio da aplicação de N não é um fator determinante para colonização micorrízica. No entanto, a esporulação é sensivelmente estimulada em elevadas doses.

## 6 REFERÊNCIA

ABBOTT, L.K.; GAZEY, C. An ecological view of the formation of VA mycorrhizas. **Plant and Soil**, The Hague, v.159, n.1, p.69-78, 1994.

ALCANTARA, P.B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas**. São Paulo: Nobel, 1979. p.27-28.

ALCANTARA, R.M.C.M. **Propriedades químicas e bioquímicas e suas inter-relações em solos sob vegetação de mata e campo adjacentes**. 1995. 84 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

ALEXANDER, M. **Introduction to soil microbiology**. 2.ed. New York:J. Wiley, 1977. 472p.

ANDERSON, T.H.; DOMSCH, K.H. Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v.21, n.4, p.471-479, 1982.

ANDERSON, J.P.E.; DOMSH, K.H. The metabolic quotient ( $q_{CO_2}$ ) as a specific activity parameter to assess the effects of environment conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v.25, n.3, p.393-395, 1993.

AUGÉ, R.M.; STODOLA, A.J.W.; TIMS, J.E.; SAXTON, A.M. Moisture retention properties of a mycorrhizal soil. **Plant and Soil**, The Hague, v.230, n.1, p.87-97, 2001.

BALOTA, E.L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D.S.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.22, p.641-649, 1998.

BAREA, J.M.; AZCÓN, R.; AZCÓN-AGUILAR, C. Time-course of N<sub>2</sub> (<sup>15</sup>N) fixation in the field by clover growing alone or in mixture with ryegrass to improve pasture productivity, and inoculated with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. **New Phytologist**, Lancaster University: Lancaster, v.112, n.3, p.399-404, 1989.

BOGDAN, A.V. **Tropical pastures and fodder plants**. Londres:Longman, 1977. 457.p.

BOHNEN, H.; MEURER, E.J.; BISSANI, C.A. Solos ácidos e solos afetados por sais. In: MEURER, E.J. (Ed.). **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre:Genesis, 2000. p.109-126.

BOTREL, M.A.; ALVIM, M.J.; FERREIRA, R.P.; XAVIER, D.F. Potencial forrageiro de gramíneas em condições de baixas temperaturas e altitude elevada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.393-398, 2002.

BROOKES, P.C. The use of microbial parameters in soil pollution by heavy metals. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.19, n.4, p.269-279, 1995.

CANTARUTTI, R.B. **Dinâmica de nitrogênio em pastagens de *Brachiaria humidicola* em monocultivo e consorciada com *Desmodium ovalifolium* cv. Itabela no sul da Bahia**. 1996. 83 f. Tese (Doutorado em Ciência do solo) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

CARTER, M.R. Microbial biomass as an index for tillage induced changes in soil biological properties. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v.7, p.29-40, 1986.

CATTELAN, A.J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, p.133-142, 1990.

CATTELAN, A.J.; VIDOR, C. Sistemas de culturas e a população microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, n.2, p.125-132, 1992.

COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D.S.; BALOTA, E.L. Atividade microbiana em solos cultivados em sistema plantio direto. **Informativo Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, p.84-91, 2001.

CORREIA, C.R.M.A.; REATTO, A.; MARTINS, E.S.; SILVA, E.M.; CALDAS, L.S.; FAGG, J.F. **Micorriza Arbuscular**: um indicador da fertilidade dos solos e da distribuição de árvores no Bioma Cerrado. Planaltina, DF:Embrapa Cerrados, 2004. 38p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento/Embrapa Cerrados).

COSTA, M.C.G.; VITTI, G.C.; CANTARELLA, H. Volatilização de N-NH<sub>3</sub> de fontes nitrogenadas em cana-de-açúcar colhida sem despalha a fogo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.27, n.4, p.631-637, 2003.

COSTA, N.L. **Germoplasma forrageiro para a produção de pastagens-Xaraés**, 2004. CPAFRO/EMBRAPA:Rondônia, 2004. Disponível em: <http://www.cpafro.embrapa.br/embrapa/bases/autores.htm>. Acesso em: 19 nov. 2007.

D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; SIQUEIRA, J.O.; CARNEIRO, M.A.C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de



manejo na região do cerrado no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v.26, n.4, p.913-924, 2002.

DIAS-FILHO, M.C. Competição e sucessão vegetal em pastagens. In: PEREIRA, O.G.; OBEID, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JUNIOR, D. (Eds.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2. , 2004, Viçosa, 2004. **Anais...** Viçosa: UFV/DZO, 2004, p.251-287.

DIAS-FILHO, M.C. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 2. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 173p.

DODD, J.C.; ARIAS, I.; KOOMEN, I.; HAYMAN, D.S. The management of populations of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in acid-infertile soils of a savanna ecosystem. II. The effects of precrops on the spore populations of native and introduced VAMfungi. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.122, n. 2, p.241-247, 1990.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro:Embrapa Solos, 1999. 171p.

FEIGL, B.J.; SPARLING, G.P.; ROSS, D.J.; CERRI, C.C. Soil microbial biomass in Amazonian soils: evaluation of methods and estimates of pool sizes. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v.27, n.11, p.1467-1472,1998.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.

FITTER, A.H.; MERRYWEATHER, J.W. Why are some plants more mycorrhizal than other? An Ecology enquiry. In: READ, D.J.; LEWIS, D.H.; FITTER, A.H.

ALEXANDER, I.J. (Ed.). **Mycorrhizas in ecosystems**. Wallingford: CAB International, 1992. p.26-36.

GAMA-RODRIGUES, E.F. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo** : Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Genesis, 1999. 491p.

GERDEMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. Spores of micorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transaction of British Mycology Society**, Cambridge, v.46, p.234-244, 1963.

GRAVES, J.P.; WATKINS, N.K.; FITTER, A.H.; ROBINSON, D.; SERIMGLOUR, C. Intraespecific transfer of carbon between plants linked by a common mycorrhizal network. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.192, n.2, p.153-157, 1997.

GUILHERME, L.R.G.; VALE, F.R.; GUEDES, G.A.A. **Fertilidade do solo**: dinâmica e disponibilidade de nutrientes. Lavras: Esal; Faepe, 1995. 171p.

HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H. Nutrient cycling and soil fertility in grazed pasture ecosystem. **Advances in Agronomy**, New York, v.49, n. 9, p.119-199, 1993.

HODGE, A. Microbial ecology of the arbuscular mycorrhiza. **FEMS Microbiology Ecology**, Amsterdam, v.32, n.2, p.91-96, 2000.

JEFFRIES, P.; DODD, J.C. Functional ecology of micorrhizal fungi in sustainable soil-plant systems. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON MICORRHIZAS, 4., 1994, Granada. **Proceedings...** Brussels: European Commission, 1994. p.497-501.

JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, Washington, v.48, n.9, p.692, 1974.

JENKINSON, D.S.; LADD, J.N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. **Soil Biology & Biochemistry**, New York, v.5, p.415-417, 1981.

KENNEDY, A.C.; SMITH, K.L. Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soils. **Plant and Soil**, The Hague, v.170, n. 1, p.75-86, 1995.

LAL, R. Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO<sub>2</sub> enrichment. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v.43, n. 1-2, p.81-107, 1997.

LOBATO, E.; KORNELIUS, E.; SANZONOWICS, C. Adubação fosfatada em pastagens. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Ed.) **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, 1994. p.155-187.

MALCOVÁ, R.; VOSÁTKA, M; ALBRECHTOVÁ, J. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi and simulated acid rain on the growth and coexistence of the grasses *Calamagrostes villosa* and *Deschampsia flexuosa*. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.207, n. 1, p.45-57, 1999.

MARQUES, T.C.L.L.S.; VASCONCELLOS, C.A.; PEREIRA FILHO, I.; FRANÇA, G.E.; CRUZ, J.C. Envolvimento de dióxido de carbono e mineralização de nitrogênio em latossolo vermelho escuro com diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p.581-589, 2000.

MARTHA JUNIOR, G.B. **Produção de forragem e transformações do nitrogênio do fertilizante em pastagem irrigada de capim-Tanzânia**. 2003, 149 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, Piracicaba, 2003.

MARTHA JUNIOR, G.B.; VILELA, L.; BARONI, L.G.; SOUSA, D.M.G.; BARCELLOS, A.O. Manejo da adubação nitrogenada em pastagens. In: PEDREIRA, C.G.S.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds.). Fertilidade do solo para

pastagens produtivas. Piracicaba, 2004. **Anais...** Piracicaba:ESALQ, 2004. p.156-215.

MERCANTE, F.M.; FABRICIO, A.C.; MACHADO, L.A.Z.; SILVA, W.M. **Parâmetros microbiológicos como indicadores de qualidade do solo sob sistemas integrados de produção agropecuária.** Dourados: Embrapa Agropecuária do Oeste, 2004. 27p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

MEURER, E.J. Introdução à Ciência do solo. In: MEURER, E.J. (Ed.). **Fundamentos da química do solo.** Porto Alegre:UFRGS, 2000. p.11-18.

MIRANDA, J.C.C.; MIRANDA, L.N. Micorriza Arbuscular. In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. (Eds.). **Biologia dos solos de cerrado.** Platina-DF:EMBRAPA, 1997. p.69-123.

MIRANDA, J.C.C.; VILELA, L; MIRANDA, L.N. Dinâmica e contribuição da micorriza arbuscular em sistemas de produção com rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.10, p.1005-1014, 2005.

MONTEIRO, F.A.; WERNER, J.C. Ciclagem de nutrientes em pastagem. In: PEIXOTO, V.; RODRIGUES, L.R.A.; REIS, R.A. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 1997. p.55-84.

NABINGER, C. Princípios de exploração intensiva de pastagens. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds.). **Produção de bovinos a pasto.** Piracicaba: FEALQ, 1997. p.15-95.

NANNIPIERI, P. Microbial biomass and activity measurements in soil: ecological significance. In: KLUG, M.J.; REDDY, C.A. **Current perspectives in microbial ecology.** Washington: American Society for Microbiology, 1984. p.515-521.

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; QUEIROZ, D.S.; SANTOS, M.V.F. Degradação das pastagens e critérios para avaliação. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:ESALQ, 1994. p.107-151

NEILL, C.; PICOLLO, M.C.; STEUDLER, P.A.; CERRI, C.C. Nitrogen dynamics in soils of forests and active pastures in the Western Brazilian Amazon basin. **Soil Biology & Biochemistry**, New York, v.27, n. 9, p.1167-1175, 1995.

OCIO, J.A.; BROOKES, P.C. An evaluation of methods for measuring the microbial biomass in soils following recent additions of wheat straw and characterization of the biomass that develops. **Soil Biology and Biochemistry**, New York, v.22, p.685-694, 1990.

OLIVEIRA, P.P.A. **Manejo da calagem e da fertilização nitrogenada na recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria* sp. em solos arenosos**. 2001, 110 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura/ Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

OLIVEIRA, P.P.A.; CORSI, M. Eficiência da fertilização nitrogenada e sulfatada em pastagens. In: WORKSHOP SOBRE MANEJO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS E SULFATADOS NA AGRICULTURA, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2001. 36p. CD-ROM.

OLIVEIRA, P.P.A.; TRIVELIN, P.C.O.; OLIVEIRA, W.S. Eficiência da fertilização nitrogenada com uréia ( $^{15}\text{N}$ ) em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu associada ao parcelamento de superfosfato simples e cloreto de potássio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.613-620, 2003.

OLIVEIRA, P.P.A.; TRIVELIN, P.C.O.; OLIVEIRA, W.S.; CORSI, M. Fertilização com N e S na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em neossolo quartzarênico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, p.1121-1129, 2005.

PAUL, E.A.; CLARK, F.E. **Soil microbiology and biochemistry**. California: Academic Press, 1996. 340p

PERSON, A.J.; EVANGELISTA, A.R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.28, p.655-661, 2004.

PHILLIPS, J.M.; HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicles-arbusculares mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Transaction of British Mycological Society**, Cambridge, v. 55, p.158-161, 1970.

POWLSON, D.D.; BROOKES, P.C.; CHRISTENSEN, B.T. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v.19, n. 2, p.159-164, 1987.

PRAMMANEE, P.; SAFFIGNA, P.G.; WOOD, A.W. Loss of nitrogen from urea and ammonium sulfate applied to sugar cane crop residues. In: AUSTRALIAN SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS, 11., 1989, Mackay. **Proceedings...** Mackay:Watson Ferguson, 1989. p.76-84.

PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; PRIMAVESI, A.C.; CANTARELLA, H. **Adubação com uréia em pastagens de *Cynodon dactylon* cv. Coast cross sob manejo rotacionado: eficiência em perdas**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. 42p. (Circular Técnica, 30).

RAIJ, B.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.

RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RAO, I.M.; KERRIDGE, P.C.; MACEDO, M.C.M. Nutritional requirements of *Brachiaria* and adaptation to acid soils. In: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. *Brachiaria: biology, agronomy and improvement*. Cali:CIAT/EMBRAPA-CNPGC, 1996. p.53-71.

SANTOS, I.P.A.; PINTO, J.C.; SIQUEIRA, J.O.; MORAIS, A.R.; SANTOS, C.L. Influência do Fósforo, Micorriza e Nitrogênio no Conteúdo de Minerais de *Brachiaria brizantha* e *Arachis pintoi* Consorciados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.605-616, 2002.

SANTOS, I.P.A.; PINTO, J.C.; SIQUEIRA, J.O.; MORAIS, A.R.; CURI N.; EVANGELISTA, A.R. Resposta a fósforo, micorriza e nitrogênio de braquiarião e amendoim forrageiro consorciados.1. rendimento de matéria seca da parte aérea e da raiz. **Ciências Agrotécnica**, Lavras, v.25, n.5, p.1206-1215, 2001.

SANTOS, V.B.; CASTILHOS, D.D.; CASTILHOS, R.M.V.; PAULETTO, E.A.; GOMES, A.S.; SILVA, D.G. Biomassa, atividade microbiana e teores de carbono e nitrogênio totais de um planossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.10, n.3, p.333-338, 2004.

SAS – Statistical Analysis System Institute. **SAS/STAT Procedure guide personal computers**. 9. ed. Cary, NC. Inst, 1999. 334p.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. A cluster analyses method form grouping means in the analyses de variance. **Biometrics**, Washington, v.30, n.3, p.507-512, 1974.

SOARES FILHO, C.V. Recomendações de espécies e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.25-29.

SPARLING, G.P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. **Australian Journal of Soil Research**, Austrália, v.30, n. 2, p.195-207, 1992.

SORIA, L.G.T. **Produtividade do capim-tanzania (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia) em função da lamina de irrigação e de adubação nitrogenada**. 2002. 182 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

SOUSA, D.M.G.; VILELA, L.; LOBATO, E.; Soares, W.V. **Uso de gesso, calcário e adubos para pastagens no cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 22p. (Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 12).

SPAIN, J.M.; GUALDRÓN, R. Degradación e rehabilitación de pasturas. In: LASCANO, C.; SPAIN, J.M. (Eds.). **Establecimiento y renovación de pasturas**. Xali: CIAT, 1991. p.426p.

SPAIN, J.M.; AYARZA, M.A.; VILELA, L. Crop pasture rotations in the brazilian cerrados. In: PERREIRA, R.C.; NASSER, C.B. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE CERRADO, 8., INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996. Planaltina. **Anais...** Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 1996. p.39-45.

SYLVIA, D.M. Quantification of external hyphae of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. In: NORRIS, J.R.; READ, D.J.; VARMA, A.K. (Eds.) **Methods in mycobiology**: techniques for the study of mycorrhiza. New York: Academic Press, 1992. p.53-66.

SYLVA, J.E.; RESCK, D.V.S. Matéria orgânica do solo. In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos solos dos Cerrados**. Planaltina:EMBRAPA-CPAC, 1997. p.467-516.

URQUIAGA, S.; CADISCH, G.; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M.; GILLER, K.E. Influence of decomposition of roots of tropical forage species on the availability



of soil nitrogen. **Soil Biology and Biochemistry**, New York, v.30, n.14, p.2099-2106, 1998.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v.19, n. 6, p.703-707, 1987.

VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. p.47-53.

VIEIRA, J.M.; KICHEL, A.N. Estabelecimento e recuperação de pastagens de *Panicum maximum*. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DE PASTEGENS, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p.147-196.

ZANGARO, W.; BONONI, V.L.R.; TRUFEN, S.B. Mycorrhizal dependency inoculum potential and habitat preference of native woody species in South Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, New York, v.16, n. 4, p.603-622, 2000.

ZIMMER, A.H.; MACEDO, M.C.M.; BARCELLOS, A.O.; HICKEL, A.N. Estabelecimento e recuperação de pastagens de *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 11, 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.153-208.

## 7 APÊNDICE

### Apêndice - Correlação entre as variáveis estudadas.

	CBM	C-CO <sub>2</sub>	qCO <sub>2</sub>	qCmic	COL	ESP	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V
CBM	-	0,604*	-0,523*	0,779*	0,3013	0,451*	0,212 <sup>NS</sup>	0,151 <sup>NS</sup>	-	0,182 <sup>NS</sup>	0,193 <sup>NS</sup>	0,036 <sup>NS</sup>	0,077 <sup>NS</sup>	0,015 <sup>NS</sup>	0,147 <sup>NS</sup>	0,163 <sup>NS</sup>	0,030 <sup>NS</sup>
C-CO <sub>2</sub>	-	-	0,199 <sup>NS</sup>	0,349*	0,260*	0,760**	0,068 <sup>NS</sup>	0,192 <sup>NS</sup>	-	0,170 <sup>NS</sup>	0,027 <sup>NS</sup>	-0,081 <sup>NS</sup>	0,144 <sup>NS</sup>	0,180 <sup>NS</sup>	0,018 <sup>NS</sup>	0,135 <sup>NS</sup>	-0,122 <sup>NS</sup>
qCO <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-0,239	-	-	0,242 <sup>NS</sup>	-	-0,239	-0,066 <sup>NS</sup>	0,042 <sup>NS</sup>	0,080 <sup>NS</sup>	0,053 <sup>NS</sup>	-	-0,000 <sup>NS</sup>
qCmic	-	-	-	0,466**	0,132 <sup>NS</sup>	0,253*	0,106 <sup>NS</sup>	0,150 <sup>NS</sup>	0,070 <sup>NS</sup>	0,085 <sup>NS</sup>	0,066 <sup>NS</sup>	-	-0,288	-	0,006 <sup>NS</sup>	0,297*	0,164 <sup>NS</sup>
COL	-	-	-	-	-	0,168 <sup>NS</sup>	0,009 <sup>NS</sup>	0,039 <sup>NS</sup>	0,042 <sup>NS</sup>	0,084 <sup>NS</sup>	0,007 <sup>NS</sup>	-0,006 <sup>NS</sup>	0,099 <sup>NS</sup>	0,139 <sup>NS</sup>	0,148 <sup>NS</sup>	0,094 <sup>NS</sup>	-0,095 <sup>NS</sup>
ESP	-	-	-	-	-	-	-	0,151 <sup>NS</sup>	0,191 <sup>NS</sup>	0,155 <sup>NS</sup>	0,094 <sup>NS</sup>	-0,214 <sup>NS</sup>	0,121 <sup>NS</sup>	0,275	0,148 <sup>NS</sup>	0,038 <sup>NS</sup>	-0,186 <sup>NS</sup>
pH	-	-	-	-	-	-	0,194 <sup>NS</sup>	-	0,191 <sup>NS</sup>	0,355**	0,761**	0,770**	-0,636**	-0,801**	0,815**	0,177 <sup>NS</sup>	0,886**
MO	-	-	-	-	-	-	-	0,175 <sup>NS</sup>	0,172 <sup>NS</sup>	0,522**	0,224 <sup>NS</sup>	0,044 <sup>NS</sup>	0,715**	0,066 <sup>NS</sup>	0,229 <sup>NS</sup>	0,861**	-0,302**
P	-	-	-	-	-	-	-	-	0,506*	0,195 <sup>NS</sup>	0,052 <sup>NS</sup>	-0,121 <sup>NS</sup>	0,513*	0,019 <sup>NS</sup>	0,030 <sup>NS</sup>	0,540**	-0,265
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,432**	0,404**	0,168 <sup>NS</sup>	-0,324**	0,589**	0,512*	0,257
Ca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,712**	-0,326**	-0,710**	0,912**	0,194 <sup>NS</sup>	0,766**
Mg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,404**	-0,669**	0,835**	0,070 <sup>NS</sup>	0,754**
H+Al	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,498**	-0,315**	0,836**	-0,801**
Al	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,743**	0,077 <sup>NS</sup>	-0,780**
SB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,256*	0,803**
CTC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,352**
V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

e : significativa a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente; <sup>NS</sup> : não significativo.

CBM: carbono da biomassa microbiana; C-CO<sub>2</sub>: carbono do CO<sub>2</sub> liberado; qCO<sub>2</sub>: quociente metabólico; qCmic: quociente microbiano; COL: colonização micorrizica arbuscular; ESP: número de esporo; MO: matéria orgânica; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; Al: alumínio; SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca catiônica; V: saturação de bases.