

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ODONTOLOGIA E CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DE ARAÇATUBA

DOSES E FONTES DE FERTILIZANTES
NITROGENADOS E SEUS EFEITOS NOS ATRIBUTOS
QUÍMICOS DO SOLO, PRODUÇÃO E ESTADO
NUTRICIONAL DA *Brachiaria brizantha* cv. XARAÉS

Carlos Alberto Crocioli
Engenheiro Agrônomo

ARAÇATUBA – SP

2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ODONTOLOGIA E CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DE ARAÇATUBA

DOSES E FONTES DE FERTILIZANTES
NITROGENADOS E SEUS EFEITOS NOS ATRIBUTOS
QUÍMICOS DO SOLO, PRODUÇÃO E ESTADO
NUTRICIONAL DA *Brachiaria brizantha* cv. XARAÉS

Carlos Alberto Crocioli

ORIENTADOR: Prof. Dr. Reges Heinrichs

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Cecílio Viegas Soares Filho

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia – Unesp, campus 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

C937d Crociolli, Carlos Alberto
Doses e fontes de fertilizantes nitrogenados e seus efeitos nos atributos químicos do solo, produção e estado nutricional da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés / Carlos Alberto Crociolli. – Araçatuba : [s.n.], 2008
70 f. : il. ; tab.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia e Curso de Medicina Veterinária, 2008
Orientador: Prof. Dr. Reges Heinrichs
Co-orientador: Prof. Dr. Cecílio Viegas Soares Filho

1. Adubação 2. Fertilidade do solo 3. Nitrogênio 4. Pastagem
5. Uréia

CDD 633.2



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Araçatuba



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **DOSES E FONTES DE FERTILIZANTES NITROGENADOS E SEUS EFEITOS NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO, PRODUÇÃO E ESTADO NUTRICIONAL DA *Brachiaria brizantha* cv. XARAÉS**

AUTOR: CARLOS ALBERTO CROCIOLLI

ORIENTADOR: Dr. REGES HEINRICHS

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

Dr. ADÔNIS MOREIRA

Drª. SILVIA HELENA VENTUROLI PERRI

Dr. REGES HEINRICHS

DATA DA REALIZAÇÃO: 07 de maio de 2008.

Presidente da Comissão Examinadora
Dr. REGES HEINRICHS
- Orientador -

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

CARLOS ALBERTO CROCIOLLI – nascido na cidade de Dracena-SP, à 19 de abril de 1963. Ingressou no curso de Graduação em Agronomia da Fundação Faculdade de Agronomia “Luiz Meneghel” de Bandeirantes-PR no ano de 1981, colando grau em 27 de julho de 1985, participou de viagem intercambiária de estudos para New South Wales, Sidney, Austrália em 1989, concluiu o Curso de Formação Continuada em Georreferenciamento de Imóveis Rurais na Faculdades Integradas de Araraquara em 20 de fevereiro de 2004. Em março de 2005 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, do Curso de Medicina Veterinária da FOA – UNESP, campus Araçatuba-SP. Em abril de 2005, tornou-se Professor do Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza”, unidade 052 Prof^a Carmelina Barbosa. Concluiu o Curso de Pós-Graduação “*Lato Sensu*” – Especialização/MBA em Gestão Ambiental, na Área de Administração no Centro de Ensino Superior de Tupi Paulista-SP em 15 de dezembro de 2005. Em fevereiro de 2008, tornou-se Coordenador e Professor na FUNDEC – Fundação Dracenense de Educação e Cultura, de Dracena.

À minha amada e querida esposa Maria Heliete Belotto Crociolli, minhas três amadas filhas, Giulianne Carla, Laís Cristina e Maria Isabela Crociolli, aos meus pais queridos, Nelson Crociolli e Deolinda Novaes Crociolli (*in memorium*), querido irmão Cláudio Eduardo Crociolli e querida irmã Gisele Rosa Crociolli Mahlow, e familiares

DEDICO.

E a todas as pessoas que possam desfrutar com este estudo

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por agraciar minha vida com este estudo, fortalecer-me durante todas as etapas desta caminhada...

À Virgem Maria, mãe querida...

À minha esposa e filhas pela paciência que tiveram por suportar os momentos de pouca convivência que passamos, pelo apoio, amor, dedicação e carinho que vocês desprenderam...

Ao meu Pai e amigo, Nelson, mesmo que com pequenos gestos sempre acreditou e que fosse capaz...

Ao meu irmão Cláudio e esposa Regina, pela força, logo no início dos estudos compramos um carro usado em sociedade, pelo qual foi companheiro de locomoção das minhas viagens acadêmicas.

À minha irmã Gisele e esposo Gustavo, mesmo distantes, seus telefonemas foram de palavras animadoras.

Aos meus sobrinhos, Gustavo, Bruno, Joice, Natália, Beatriz, Rafael, Letícia, Heitor e Vitor, mesmo que pequeninos não sabendo ao certo o significado de Pós-Graduação, suas juventudes foram sempre motivo de entusiasmo.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” campus de Araçatuba, por sua organização e conhecimento inesgotável, o meu agradecimento especial.

Ao amigo e Orientador que Deus em sua sabedoria infinita nos aproximou, Prof. Dr. Reges Heinrichs, por acreditar, pela paciência, apoio, compreensão, pois nada disso seria possível...

Ao amigo Prof. Dr. Cecílio V. Soares Filho pela co-orientação que sempre contribuiu e incansavelmente zelou pelo experimento...

A todos os professores da UNESP Araçatuba, os quais estiveram trocando conhecimentos e que com suas experiências acadêmicas e pessoais, foram capazes de transformar os nossos encontros didáticos em mais amenos.

Aos funcionários da biblioteca (UNESP Araçatuba) em especial a bibliotecária Isabel Pereira de Matos.

Ao Coordenador da Pós-Graduação Prof. Dr. Marcelo Vasconcelos Meireles.

Ao Prof. MSc. Gelci Carlos Lupatini, por suas palavras e orientações...

À todos os professores e funcionários da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” campus de Dracena, em especial ao Prof. Dr. Paulo Alexandre Monteiro de Figueiredo.

À amiga Flávia Cristina Delbem, por suas orientações e demonstração de esperança, e eficiência nas coletas à campo.

À Professora de Inglês Malú, valeu...

Ao Diretor da Escola Técnica Estadual do Centro Paula Souza – Prof^a Carmelina Barbosa de Dracena, Prof. MSc Paulo Eduardo Gargantini, que sempre foi incentivador, e à todos os funcionários amigos e Professores colegas de trabalho, pela compreensão e companheirismo.

À Valéria, Diogo e Marina, responsáveis pela secção de Pós-Graduação desta universidade, pelos esclarecimentos e paciência.

Ao Departamento Agrícola da Ajinomoto – unidade de Valparaíso,SP, pelo apoio técnico e financeiro e a Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão – FUNEP.

Aos amigos Simone e Luís, que sempre estiveram atentos à empresa Multi Cores tornando assim possível as minhas ausências.

E, finalmente, a todos que contribuíram de alguma maneira também poderá sentir-se honrado fazendo parte desta conquista

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	12
1 Referências.....	16
CAPÍTULO 2 - DOSES E FONTES DE FERTILIZANTES NITROGENADOS NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E NA PRODUÇÃO DE FORRAGEM DA <i>Brachiaria brizantha</i> cv. XARAÉS.....	18
1 Introdução.....	21
2 Material e métodos.....	23
3 Resultados e discussão.....	27
3.1 Atributos químicos do solo.....	27
3.2 Produção de matéria seca e acumulada.....	39
4 Conclusão.....	41
5 Referências.....	42
CAPÍTULO 3 - DOSES E FONTES DE FERTILIZANTES NITROGENADOS NOS TEORES DE PROTEÍNA BRUTA, MACRONUTRIENTES E ANÁLISE ECONÔMICA DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DA <i>Brachiaria brizantha</i> cv. XARAÉS.....	45
1 Introdução.....	48
2 Material e métodos.....	51
3 Resultados e discussão.....	56
3.1 Teor de macronutrientes na parte aérea do capim.....	56
3.2 Teor de Proteína Bruta na parte aérea do capim.....	62
3.3 Análise econômica da adubação nitrogenada.....	63
4 Conclusão.....	67
5 Referências.....	68

**DOSES E FONTES DE FERTILIZANTES NITROGENADOS E SEUS
EFEITOS NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO, PRODUÇÃO E ESTADO
NUTRICIONAL DA *Brachiaria brizantha* cv. XARAÉS**

RESUMO – Para atender uma demanda crescente de alimentos no Brasil, onde a área destinada para agricultura e pecuária é cada vez mais degradada por falta de manejo e investimentos. A produção de massa e a qualidade nutricional das plantas forrageiras tropicais são marcadas pela quantidade de nitrogênio aplicado desde que os outros nutrientes do solo estejam equilibrados e que ainda, não se limitem pela deficiência hídrica e térmica. Uma das formas do manejo adequado na adubação nitrogenada é a associação de dose e fonte de nitrogênio que incremente a produtividade, o custo benefício satisfatório e não causarem danos ao ambiente. O manejo da adubação nitrogenada em pastagens tem grande importância para a produção e manutenção da pecuária brasileira. O objetivo do presente trabalho foi de avaliar os efeitos de doses e fontes de fertilizantes nitrogenados (ajifer[®] L40, uréia e sulfato de amônio) sobre a produção de massa de matéria seca, teores de macronutrientes e proteína bruta na parte aérea e os atributos químicos do solo nas plantas do capim *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. O experimento foi realizado em área pertencente ao Sindicato Rural de Araçatuba, SP, durante o período de outubro de 2005 a abril de 2006 em um Latossolo Vermelho Amarelo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 3 repetições e os tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 x 3, envolvendo quatro doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹) parceladas em cinco aplicações, a primeira após o corte de uniformização e as quatro posteriores após cada corte e três fontes nitrogenada. Os maiores efeitos nos atributos químico do solo em função da adubação nitrogenada no capim Xaraés foram observados na camada superficial do solo. A produção de massa de matéria seca do capim Xaraés foi semelhante para as três fontes nitrogenadas. As fontes nitrogenadas ajifer[®] L40 e sulfato de amônio

apresentaram comportamento semelhante, proporcionando maior acidez na camada superficial do solo em relação a fonte uréia. A utilização dos fertilizantes ajifer[®] L40, sulfato de amônio e uréia não alterou a concentração de sódio e a condutividade elétrica no solo. Os teores de proteína bruta na forragem foram diretamente proporcionais com o aumento das doses de nitrogênio. O ajifer[®] L40 e o sulfato de amônio podem ser utilizados como fonte de enxofre na adubação. A eficiência de utilização do nitrogênio aplicado pelo capim Xaraés, em ordem decrescente foi sulfato de amônio (47,5), ajifer[®] L40 (46,6) e uréia (41,9). Na avaliação econômica das fontes nitrogenadas, os retornos foram na seguinte ordem decrescente: ajifer[®] L40, uréia e sulfato de amônio.

Palavras-Chave: ajifer[®] L40, fertilidade do solo, nitrogênio, pastagem, sulfato de amônio, uréia

**SOURCES AND RATES THE FERTILIZER NITROGEN AND EFFECTS IN
THE CHEMICAL ATTRIBUTES OF THE SOIL, PRODUCTION AND
NUTRITIONAL OF *Brachiaria brizantha* cv. XARAÉS**

SUMMARY - To take care of an increasing food demand in the Country, where the area destined for cattle-raising agriculture and is each time more degraded due to management and investments. The production and the nutritional quality of the tropical forage plants is marked by the amount of applied nitrogen since that the other nutrients of the ground are balanced and that still, is not limited for the hidrica and thermal deficiency. One of the forms of the management adjusted in the nitrogen fertilization is the association of rates and nitrogen source that develops the productivity, the cost satisfactory benefit and not to cause damages to the environment. The management of the nitrogen fertilization in pastures has great importance for the production and maintenance of the cattle-raising brazilian. The objective of this work was to evaluating nitrogen effect of rates and sources (ajifer[®] L40, urea and ammonium sulfate) on the production of dry matter, macronutrients and protein in the aerial part and the chemical attributes of the grass *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. The experimental design was in randomized blocks with 3 replicates and the treatments arranged in factorial 4 x 3, involving four rate of nitrogen (0, 100, 200 and 400 kg ha⁻¹ year⁻¹) parceled out in five applications, the first one after the cut of uniformezation and the last four after each cut and three sources (ajifer[®] L40, urea, and ammonium sulfate). The largest effects in the attributes chemical of the soil in function of the fertilizer nitrogen in the Xaraés grass were observed in the superficial layer of the soil. The production of dry matter was similar for the three nitrogen sources. The sources nitrogen ajifer[®] L40 and ammonium sulfate presented similar behavior, providing larger acidity in the superficial layer of the soil in relation to source urea. The use of the fertilizers ajifer[®] L40, ammonium sulfate and urea didn't alter the concentration of sodium and the electric conductivity in the soil. The rates concentration of protein in the

forage was directly proportional with the increase of the sources of nitrogen. The ajifer[®] L40 and the ammonium sulfate can be used as source of sulfur in the fertilizer. The efficiency of using the applied nitrogen for the Xaraés grass, in decreasing order was ammonium sulfate (47,5), ajifer[®] L40 (46,6) and urea (41,9). In the economical evaluation of the sources nitrogen, the returns were in the following decreasing order: ajifer[®] L40, urea and ammonium sulfate

Key words: ajifer[®] L40, ammonium sulfate, nitrogen, pasture, soil fertility, urea

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

A cultivar de *Brachiaria brizantha*, originalmente coletada em Burundi, África. Planta cespitosa, com altura de até 1,5 m; folhas lanceoladas e longas, verde escuras, com poucos pelos. Colmos enraízam nos nós. Recomenda-se adubação anual com 75 kg de nitrogênio ha⁻¹. Produz anualmente cerca de 25 t ha⁻¹ de massa seca, com teores médios de cerca de 10 % de proteína nas folhas. Setenta e cinco por cento da produção de massa se dá na época chuvosa. As folhas representam 70 % da massa total na estação chuvosa, caindo para 24 % na estação seca, apresentando alta velocidade de rebrota (EMBRAPA, 2004).

A produtividade animal em pastagem resulta da interação entre os estádios de crescimento da planta forrageira, condições do meio, utilização da forragem produzida e conversão em produto animal (HODGSON, 1990). O manejo, com base nas características da planta e nas condições ambientais, tem resultado em grande desenvolvimento do setor pecuário em alguns países de clima temperado. Segundo Silva e Pedreira (1997), são poucos os trabalhos com forrageiras tropicais que dão sustentação suficiente, para que o planejamento de estratégias eficientes de desfolhação possa ser elaborado, combinando utilização eficiente da forragem produzida com elevada produtividade e sustentabilidade.

A produção das plantas forrageiras tropicais é modulada pela adubação nitrogenada, desde que haja equilíbrio entre os outros nutrientes, em níveis elevados e recomenda-se a sua aplicação de maneira imediata após cada pastejo ou corte, durante a estação de crescimento, melhorando dessa maneira

a eficiência de sua utilização (CAMARGO et al. 2001). E ainda, a produtividade e a perenidade da pastagem decorrem de sua capacidade de reconstituição de nova área foliar, após condições de corte ou de pastejo. Esta capacidade está intrinsecamente associada às condições ambientais, como temperatura, luminosidade, umidade e fertilidade do solo, bem como às características genéticas da planta forrageira, ao manejo da pastagem e à idade fisiológica da planta. As condições do ambiente, associadas ao estado nutricional das plantas e à idade de crescimento, são determinantes no processo de formação e manutenção dos tecidos vegetais e, conseqüentemente, da formação da área foliar.

Segundo Nabinger (1997), entre os fatores limitantes ao aumento do índice de área foliar (IAF), a deficiência de água e de nitrogênio (N) são os mais comuns e promovem a redução da taxa fotossintética das folhas, da interceptação de luz e, conseqüentemente, da área foliar do vegetal.

Entre outros fatores, a adubação nitrogenada é importante para determinar o ritmo de crescimento e a qualidade das gramíneas forrageiras. No entanto, é preciso conhecer a dose adequada de aplicação desse nutriente. Diante desse conhecimento, se evitam perdas e aumenta-se a eficiência desse nutriente na produtividade das gramíneas e, conseqüentemente, na produção animal.

Quando o pecuarista decide pela aplicação de fertilizantes e corretivos no solo com a finalidade de elevar a produtividade das pastagens, têm como principal preocupação o retorno econômico dessa prática. Entretanto, realizar o manejo de pastagens consiste na tomada de decisões técnicas capazes de manter o equilíbrio entre dois fatores conflitantes de produção: a exigência nutricional do animal sob pastejo e a exigência fisiológica da planta forrageira para alcançar e manter elevada produtividade, e ainda, de uma ampla inter-relação de fatores ligados ao clima, solo, animal e capacidade administrativa do empresário.

O nitrogênio (N) é o principal componente do protoplasma, depois da água. A proteína protoplasmática tem função catalítica além de orientar o

metabolismo celular. Atua ainda em diversos processos metabólicos fazendo parte da constituição de hormônios, e interfere diretamente no processo fotossintético além da sua participação da molécula da clorofila (SALLISBUR; ROSSI, 1969). No Brasil, o consumo de nitrogênio é de 1.177.000 t ano⁻¹ (ANDA, 1995). Por ser um dos nutrientes mais consumido e de custo mais elevado nas condições brasileiras, são necessários estudos que possibilitem seu uso de forma mais eficiente. Devido à sua importância econômica, existem poucas informações científicas de resposta da produção animal e da pastagem frente a doses de nitrogênio em experimentos com pastejo, bem como o estudo da eficiência no uso do nitrogênio. Entre os trabalhos produzidos sob lotação contínua em pastagem de gramíneas de inverno, destacam-se os de Restle et al. (1993) e Lupatini et al. (1998), que utilizaram doses crescentes de nitrogênio até 300 kg ha⁻¹, observando respostas lineares tanto na produção de matéria seca como no ganho de peso por hectare.

Os fertilizantes nitrogenados devido ao seu preço e ao rápido aumento na produção de matéria seca da planta forrageira exigem intensificação e tecnificação na exploração das pastagens. Embora as plantas forrageiras tropicais sejam capazes de responder a doses de até 1.800 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹ (VICENTE-CHANDLER et al. 1964), a adubação nitrogenada de pastagens pode apresentar resultados econômicos duvidosos se 70% da forragem disponível forem perdidas ou se a recuperação do nitrogênio aplicado for ao redor de 20% em vez de 80% obtidos quando as condições são favoráveis.

A dose de nitrogênio pode influenciar o manejo das plantas forrageiras, morte das folhas velhas, suculência, níveis de reservas e rebrota, crescimento do sistema radicular, competição entre plantas e valor nutritivo da planta forrageira. O aumento do teor de N no solo por meio de fertilização é uma das formas de incrementar a produtividade nas pastagens, principalmente quando a forrageira responde à aplicação desse nutriente. Vários trabalhos relatam a importância da adubação nitrogenada na morfogênese e no perfilamento de plantas forrageiras (ALEXANDRINO, 2000; GARCEZ NETO et al. 2002; PEARSE e WILMAN, 1984).

O presente trabalho consistiu na hipótese que a alta produção de forragem de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés é função de doses de nitrogênio e que pode ser oriundo de fontes tradicionais ou alternativas (ajifer[®] L40).

1 REFERENCIAS

- ALEXANDRINO, E. **Crescimento e características químicas e morfológicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a cortes e diferentes doses de nitrogênio.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 70p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- ANDA. **Anuário Estatístico Setor de Fertilizantes.** São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas: São Paulo, 151p 1995.
- CAMARGO, A. C.; NOVO, A. L. M.; NOVAES, N. J.; et al. Produção de leite a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 285-319.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Gado de Corte. **Cultivar de *Brachiaria brizantha*.** Campo Grande, 2004. Disponível em:<http://www.cnpqg.embrapa.br/produtoseseservicos/pdf/xaraes.pdf>. Acesso em: 03 de fev. 2008.
- DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3., Jaboticabal, 1977. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1997, p.1-62.
- GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO J.R.D.; REGAZZI, A.J. Avaliação de características morfológicas de *Panicum maximum* cv. Mombaça em resposta à adubação nitrogenada e alturas de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2002. Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. p.104-106.

HODGSON, J. **Grazing management:** science into practice. New York: Longman Scientific and Technical, 1990. 203p.

LUPATINI, G.C.; RESTLE, J.; CERETTA, M. et al. Avaliação da mistura de aveia preta e azevém sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. I - Produção e qualidade de forragem. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.33, n.11, p.1939-1943, 1998.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1997. p.213-251.

PEARSE, P.J.; WILMAN, D. Effects of applied nitrogen on grass leaf initiation, development and death in field swards. **J. Agric. Sci.**, v.103, n.2, p.405-413, 1984.

RESTLE, J.; LUPATINI, G.C.; VALENTE, A.V. et al. Avaliação da mistura de aveia preta (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*) sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. I - Produção animal. In: REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p.71

SALLISBURY, F.B.; ROSS, C. **Plant physiology**. Belmont: Wadsworth. 1969.

VICENTE-CHANDLER, J.; CARO-COSTAS, R.; EARSON, R.W.; et al. The intensive management of tropical forages in Puerto Rico, **Puerto Rico AES Bull.** 187, 1964.

CAPÍTULO 2 – DOSES E FONTES DE FERTILIZANTES NITROGENADOS NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E NA PRODUÇÃO DE FORRAGEM DA *Brachiaria brizantha* cv. XARAÉS

RESUMO: O Brasil é um país que possui ampla extensão territorial e com clima favorável para o crescimento de gramíneas. Tendo em vista este aspecto, o objetivo do presente trabalho foi de avaliar os efeitos de doses e fontes nitrogenadas sobre a produção de massa de matéria seca de forragem e os atributos químicos do solo nas plantas do capim *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. O experimento foi realizado em área pertencente ao Sindicato Rural de Araçatuba, SP, durante o período de outubro de 2005 a abril de 2006 em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 3 repetições e os tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 x 3, envolvendo quatro doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹) parceladas em cinco aplicações, a primeira após o corte de uniformização e as quatro posteriores após cada corte e três fontes (ajifer[®] L40, uréia, e sulfato de amônio). Os maiores efeitos nos atributos químico do solo em função da adubação nitrogenada no capim Xaraés foram observados na camada superficial do solo. As fontes nitrogenadas ajifer[®] L40 e sulfato de amônio apresentaram comportamento semelhante, proporcionando maior acidez na camada superficial do solo em relação a fonte uréia. A utilização dos fertilizantes ajifer[®] L40, sulfato de amônio e uréia não alterou a concentração de sódio e a condutividade elétrica no solo. produção de massa de matéria seca do capim Xaraés foi semelhante para as três fontes nitrogenadas.

Palavras-Chave: ajifer[®] L40, forrageira, nutrição de plantas, pastagem, sulfato de amônio, uréia

**SOURCES AND RATES THE FERTILIZER NITROGEN IN CHEMICAL
ATTRIBUTES OF THE SOIL AND FORAGE PRODUCTION IN *Brachiaria
brizantha* cv. XARAÉS**

ABSTRACT: Brazil is a country that owns wide territorial extension and a climate for the growth of herbaceous plants. The objective of this work was evaluating the effects of rates and sources nitrogen on the yields of dry matter and the chemical attributes of the soil in the plants of the grass *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. The experiment was carried in an area belonging to the Rural Syndicate of Araçatuba, SP, during the period October 2005 to April of 2006 in a Oxisol. The experimental design was in randomized blocks with 3 replicates and the treatments arranged in factorial 4 x 3, involving four rates of nitrogen (0, 100, 200 and 400 kg ha⁻¹ year⁻¹) parceled out in five applications, the first one after the cut of uniformization and the last four after each cut and three sources (ajifer[®] L40, urea, and ammonium sulfate). The largest effects in the attributes chemical of the soil in function of the fertilizer nitrogen in the grass Xaraés were observed in the superficial layer of the soil. The sources nitrogen ajifer[®] L40 and ammonium sulfate presented similar behavior, providing larger acidity in the superficial layer of the soil in relation to source urea. The use of the fertilizers ajifer[®] L40, ammonium sulfate and urea didn't alter the concentration of sodium and the electric conductivity in the soil. The production of mass of dry matter of the grass Xaraés was the same for the three sources nitrogen.

Key words: ajifer[®] L40, ammonium sulfate, forage, plants nutrition, pasture, urea

1 INTRODUÇÃO

No Brasil tropical, as gramíneas do gênero *Brachiaria* ocupam mais de 70% da área de pastagens cultivadas, devido à sua adaptação às mais variadas condições de solo e clima e vem ocupando espaços cada vez maiores na região dos Cerrados, com vantagens sobre outras espécies, por propiciar produções satisfatórias de forragem em solo com baixa fertilidade (SOARES FILHO, 1994).

No ano 1996, iniciou o trabalho de avaliação e seleção de alguns acessos do Banco de Germoplasma de *Brachiaria* do CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), realizando ensaios e seleção destes materiais em diversos locais do Brasil. O primeiro resultado desta seleção foi o cultivar Xaraés de *Brachiaria brizantha*. Uma das características mais importante deste cultivar é a boa produção de forragem, resistência à seca, rápida rebrota após o pastejo e tolera solos mal drenados (EMBRAPA, 2004).

O nitrogênio é considerado, dentre os fatores de produção, como um dos nutrientes mais importantes e de alta contribuição, pois constitui o principal nutriente para a manutenção da produtividade das gramíneas forrageiras. Apesar de esse elemento ser abundante na atmosfera na forma de N_2 , na maioria dos solos encontra-se em pequenas quantidades. O nitrogênio participa ativamente na síntese de compostos orgânicos que formam a estrutura do vegetal, tais como: aminoácidos, aminos, amidas, vitaminas, pigmentos, aminoácidos, proteínas, ácidos nucléicos e molécula de clorofila (MALAVOLTA, 1980; MENGEL e KIRKBY, 2001). Além disso, é responsável

pelo aparecimento e desenvolvimento dos perfilhos, tamanho das folhas e dos colmos (NABINGER, 1997).

O manejo adequado do N na agricultura é fundamental para que não haja prejuízos na relação custo/benefício, no ambiente (acidificação do solo, liberação de gases do efeito estufa, eutrofização de lagoas e açudes), na nutrição de plantas e de animais (COSTA et al., 2003), e à saúde humana através da contaminação de mananciais hídricos por nitratos. Considerando que o N é o elemento mais utilizado, extraído e exportado pelas culturas, sendo o mais empregado na adubação e com intensa dinâmica no solo, envolvendo processos de adição e de perda, reforça-se a necessidade de estudos que viabilizam o manejo adequado da adubação nitrogenada nos diferentes sistemas de cultivo.

O presente experimento teve por objetivos avaliar os efeitos de doses e fontes nitrogenadas (uréia, sulfato de amônio e do fertilizante líquido ajifer[®] L40) sobre a produção de massa de matéria seca do capim Xaraés e os atributos químicos do solo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado com o capim *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés semeada há 5 anos em área do Sindicato Rural no município de Araçatuba, localizado na região da Alta Noroeste do Estado de São Paulo, situada a 21^o08' de latitude Sul, 50^o25' de longitude Oeste e a 415 metros de altitude.

O clima local, conforme a classificação de Koppen é do tipo Aw, caracterizado pelas estações de clima quente de inverno seco, sendo que os meses de novembro a março apresentam o maior índice pluviométrico. As médias anuais de temperatura, precipitação e umidade relativa são respectivamente, 23,6°C, 1281 mm e 64,8%, com temperatura média máxima de 30,1°C e média mínima de 19,1°C.

O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (EMBRAPA, 1999), com boa drenagem. Na Tabela 1 estão apresentados os atributos físicos e químicos do solo das amostras coletadas nas profundidades de 0 - 10 cm, 10 - 20 cm e 20 - 40 cm, por ocasião da instalação do experimento. No final do experimento (30/05/2006) foram coletadas 5 amostras simples em cada profundidade, homogeneizadas, secas à sombra e em seguida analisadas. As determinações foram segundo descrição de Raij et al. (2001). As análises granulométricas foram realizadas após a coleta de amostras de terra, utilizando-se o método da sedimentação (EMBRAPA, 1997).

Em setembro/2005, após a primeira chuva, foi realizado o corte de uniformização em todas as parcelas com remoção dos resíduos cortados. As parcelas foram alocadas, com dimensões de 4 x 3 m e faixa de caminhamento de 2,0 m entre as mesmas.

Em cada parcela foi descartado 0,5 m de bordadura, permanecendo a área útil de 8,75 m² (3,5 x 2,5 m), na qual foram avaliadas as produções de matéria verde e seca da pastagem através do corte da forrageira, à 15 cm do solo. A forragem foi amostrada em 1 m² dentro da área útil de cada parcela, imediatamente após foi pesada para obtenção da produção de matéria verde e homogeneizada para em seguida retirar uma subamostra composta que foi novamente pesada e levada à estufa de ar forçado para secagem a 65°C até peso constante.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições e os tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 x 3, envolvendo quatro doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹) parceladas em cinco aplicações, a primeira após o corte de uniformização e as quatro posteriores após cada corte e três fontes de nitrogênio (ajifer[®] L40, uréia, e sulfato de amônio), perfazendo um total de 10 tratamentos, que são as seguintes: 1) controle, 0 kg ha⁻¹ de N; 2) 100 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L40; 3) 200 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L40; 4) 400 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L40; 5) 100 kg ha⁻¹ de N via uréia; 6) 200 kg ha⁻¹ de N via uréia; 7) 400 kg ha⁻¹ de N via uréia; 8) 100 kg ha⁻¹ de N via sulfato de amônio; 9) 200 kg ha⁻¹ de N via sulfato de amônio; 10) 400 kg ha⁻¹ de N via sulfato de amônio.

Tabela 1 - Atributos físicos químico do solo nas profundidades 0 - 10 cm, 10 - 20 cm e 20 - 40 cm, na ocasião da instalação do experimento. Araçatuba, SP, Ano agrícola 2005/2006

Atributos	Profundidade (cm)		
	0 - 10	10 - 20	20 - 40
pH (CaCl ₂)	4,5	4,4	4,1
M.O. (g dm ⁻³)	23	20	13
P (mg dm ⁻³)	4	3	1
S-SO ₄ ⁻² (mg dm ⁻³)	11	11	23
K ⁺ (mmol _c dm ⁻³)	6	3,3	1,5
Ca ⁺² (mmol _c dm ⁻³)	19	17	12
Mg ⁺² (mmol _c dm ⁻³)	8	7	6
Al ⁺³ (mmol _c dm ⁻³)	5	6	8
H + Al ⁺³ (mmol _c dm ⁻³)	22	25	22
S (mmol _c dm ⁻³)	33	27,3	19,3
T (mmol _c dm ⁻³)	55	52,3	41,5
V (%)	60	52	47
m (%)	13	18	29
B (mg dm ⁻³)	0,84	0,84	0,74
Cu ⁺² (mg dm ⁻³)	0,8	0,8	0,7
Fe ⁺² (mg dm ⁻³)	62	44	16
Mn ⁺² (mg dm ⁻³)	14,3	12,2	4,9
Zn ⁺² (mg dm ⁻³)	1,7	0,7	0,5
Na ⁺ (mg dm ⁻³)	9,2	11,5	9,2
Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)	0,14	0,1	0,11
Argila (%)	18	16	20
Silte (%)	4	8	4
Areia (%)	78	76	76

P, Ca⁺², Mg⁺², e K⁺: Resina;

S-SO₄⁻²: NH₄O Ac 0,5N em HOAc 0,25N;

B: BaCl₂.2H₂O 0,125% microondas;

Cu⁺², Fe⁺², Mn⁺² e Zn⁺²: DTPA TEA pH 7,3;

O ajifer[®] L40 é um fertilizante líquido obtido a partir da fabricação do aminoácido essencial lisina. A lisina é produzida através da fermentação de uma solução esterilizada de açúcar (sacarose) ao qual são adicionados nutrientes (P, K⁺, Mg⁺², Mn⁺², Fe⁺²) para servir de substrato ao microorganismo aeróbico específico, proveniente de cultura pura, que promove a fermentação. O pH ótimo do substrato é conseguido pela adição de amônia (NH₃) ao meio de

forma a tamponar o sistema, visando a eficiência da fermentação e como fonte do nutriente (VITTI e HEINRICHS, 2007). O caldo resultante, após a remoção da lisina, passa por evaporadores que podem ser ajustados para produzir do ajifer[®] L40 com os atributos apresentadas na Tabela 2.

Imediatamente depois do corte de uniformização foi aplicada à lanço a adubação de manutenção de fósforo (60 kg de P₂O₅ ha⁻¹) na forma de superfosfato simples, enquanto a de potássio não foi efetuado, pois os teores no solo encontravam-se com valores altos (RAIJ et al. 1996).

Os resultados foram avaliados pelo programa SAS (SAS,1999) e submetidos à análise de variância, as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade e regressões (PIMENTEL-GOMES e GARCIA, 2000).

Tabela 2 - Variáveis de caracterização do ajifer[®] L40

Variáveis	Unidade	ajifer [®] L40
pH		4,0
Nitrogênio total	%	4,1
Umidade, a 65 ^o C	%	70,0
Matéria orgânica	%	29,5
Carbono orgânico	%	4,3
Fósforo (P ₂ O ₅)	%	0,14
Potássio (K ₂ O)	%	0,15
Cálcio	%	0
Magnésio	%	0
Enxofre (S)	%	0,72
Cobre	mg kg ⁻¹	0
Zinco	mg kg ⁻¹	0
Sódio	%	0,03
Cloreto	%	0,2
Condutividade elétrica	dS m ⁻¹	71
Densidade	g cm ⁻³	1,1

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

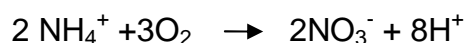
3.1 Atributos químicos do solo

Nas Tabelas 3 a 10 estão apresentados os atributos químicos do solo nas camadas 0 - 10 cm, 10 - 20 cm e 20 - 40 cm de profundidade, após um ano com a aplicação dos tratamentos numa pastagem de capim Xaraés. Observou-se que na camada superficial do solo (0 -10 cm) houve interação entre fontes e doses de nitrogênio nos teores de P, K⁺, Ca⁺², Mg⁺², H + Al⁺³, Al⁺³, soma de bases (SB), saturação por base (V%), saturação por alumínio (m%), S-SO₄⁻² e condutividade elétrica. Enquanto na camada de 10 - 20 cm de profundidade a interação ocorreu somente nas concentrações de K⁺, Al⁺³, saturação por alumínio, S-SO₄⁻² e condutividade elétrica e finalmente na camada de 20 - 40 cm de profundidade as interações foram verificadas nos teores de P, K⁺, S-SO₄⁻², Na⁺ e condutividade elétrica, ou seja, houve efeito diferenciado na concentração dos elementos no solo em função das doses e fontes de fertilizantes nitrogenados utilizados no experimento. Estes resultados demonstram que em sistema pastoril os maiores efeitos da adubação nitrogenada são observados na camada superficial do solo, uma vez que estes não são incorporados. Exceto o fósforo na camada 20 - 40 cm, os demais elementos que apresentaram variação em função dos tratamentos em profundidade foram os que são facilmente lixiviados.

Em relação ao pH, como já era esperado, observou-se que houve redução no índice com a utilização de ajifer[®] L40 e sulfato de amônio, em relação a fonte uréia. O mesmo efeito também foi verificado com o aumento da dose aplicada. Estes resultados são justificados devido a liberação de H⁺ no

solo pela oxidação do nitrogênio introduzido pelas fontes utilizadas no estudo. No ajifer[®] L40, aproximadamente 15% do nitrogênio está na forma orgânica e 85% está em solução na forma de NH_4^+ . A relação N/S do ajifer[®] L40 e do sulfato de amônio é muito semelhante o que é confirmado pelos resultados do experimento.

Abaixo está apresentada a reação de nitrificação que ocorre no solo, liberando H^+ no sistema, quando da utilização de uma fonte nitrogenada amoniacal.



Em camadas abaixo de 10 cm este efeito de acidificação não foi observado (Tabela 3).

O teor de matéria orgânica não apresentou variação no solo em função da dose ou fonte de nitrogênio utilizada (Tabela 3).

Em todos os tratamentos, os teores de fósforo no solo estão baixos, sendo os menores valores encontrados nas parcelas sem aplicação de nitrogênio. Este resultado pode ser atribuído pelo efeito de acidificação do meio, devido a adubação nitrogenada (Tabela 4), o que contribui com a solubilidade do P-lábil e não lábil, bem como a presença do nutriente no ajifer[®] L40 (0,14% P_2O_5).

O potássio na camada superior do solo foi encontrado em maior concentração no tratamento sem aplicação de nitrogênio (Tabela 4). Isso se deve a menor produção de massa de matéria seca no tratamento controle e maior produção no tratamento de dose 400 kg ha^{-1} de nitrogênio, uma vez que as plantas forrageiras são grandes extratoras do nutriente. Na Tabela 1 pode ser observado que o teor inicial de potássio foi de $6 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e reduziu após um ciclo da cultura para $1,9 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Na comparação entre as fontes é possível observar que os menores teores no solo foram nos tratamentos com ajifer[®] L40 e sulfato de amônio, um reflexo da diminuição do pH e conseqüentemente a redução da disponibilidade do nutriente.

Tabela 3 - Valores de pH e matéria orgânica do solo nas três camadas de profundidade após seis cortes da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses e fontes de nitrogênio, Araçatuba, SP, 2005/2006

Fontes de nitrogênio	Doses de nitrogênio (kg ha ⁻¹)				Médias
	0	100	200	400	
pH (CaCl ₂)					
0 - 10 cm					
ajifer® L40	4,5	4,4	4,1	3,8	4,2b
sulfato de amônio	4,5	4,1	4,1	3,8	4,1b
uréia	4,5	4,6	4,5	4,2	4,5a
Médias	4,5A	4,4AB	4,2B	3,9C	
CV:4%		DMSdoses:0,21		DMSfontes:0,16	
10 - 20 cm					
ajifer® L40	4,3	4,3	4,2	4,0	4,2
sulfato de amônio	4,3	4,2	4,3	4,1	4,2
uréia	4,3	4,4	4,4	4,3	4,4
Médias	4,3	4,3	4,3	4,1	
CV:4%		DMSdoses:0,23		DMSfontes:0,18	
20 - 40 cm					
ajifer® L40	4,3	4,4	4,3	4,2	4,3
sulfato de amônio	4,3	4,2	4,3	4,2	4,2
uréia	4,3	4,4	4,4	4,4	4,4
Médias	4,3	4,3	4,3	4,3	
CV:4%		DMSdoses:0,19		DMSfontes:0,15	
matéria orgânica (g dm ⁻³)					
0 - 10 cm					
ajifer® L40	20,0	19,6	24,3	23,3	21,8
sulfato de amônio	20,0	20,0	21,3	20,6	20,5
uréia	20,0	20,0	23,3	22,0	21,3
Médias	20,0	19,9	23,0	22,0	
CV:13%		DMSdoses:3,66		DMSfontes:2,87	
10 - 20 cm					
ajifer® L40	14,3	14,6	16,3	14,6	15,0
sulfato de amônio	14,3	13,3	14,0	14,3	14,0
uréia	14,3	15,0	16,3	16,6	15,5
Médias	14,3	14,3	15,5	15,2	
CV:11%		DMSdoses:2,15		DMSfontes:1,68	
20 - 40 cm					
ajifer® L40	10,0	10,0	10,0	10,3	10,1
sulfato de amônio	10,0	8,3	9,6	8,6	9,1
uréia	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Médias	10,0	9,4	9,9	9,6	
CV:13%		DMSdoses:1,60		DMSfontes:1,25	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Tabela 4 - Valores de fósforo e potássio do solo nas três camadas de profundidade após seis cortes da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses e fontes de nitrogênio, Araçatuba, SP, 2005/2006

Fontes de nitrogênio	Doses de nitrogênio (kg ha ⁻¹)				Médias
	0	100	200	400	
Fósforo (mg dm ⁻³)					
.....0 - 10 cm					
ajifer® L40	2,6B	6,0A	7,3Aa	5,0AB	5,2
sulfato de amônio	2,6B	6,6A	4,0Bb	3,0B	4,0
uréia	2,6B	7,0A	4,3Bb	2,6B	4,1
Médias	2,6	6,5	5,2	3,5	
	CV:19%	DMSdoses:1,16		DMSfontes:0,91	
.....10 - 20 cm					
ajifer® L40	3,6	2,6	3,3	3,0	3,1
sulfato de amônio	3,6	2,0	2,0	4,0	2,9
uréia	3,6	2,6	3,6	4,3	3,5
Médias	3,6A	2,4B	3,0AB	3,7A	
	CV:20%	DMSdoses:0,86		DMSfontes:0,67	
.....20 - 40 cm					
ajifer® L40	1,6	1,6b	2,0	1,3b	1,6
sulfato de amônio	1,6B	2,0Bab	3,01A	2,6ABa	2,3
uréia	1,6B	3,0Aa	2,0AB	1,6Bab	2,0
Médias	1,6	2,2	2,3	1,9	
	CV:20%	DMSdoses:0,24		DMSfontes:0,43	
Potássio (mmolc dm ⁻³)					
.....0 - 10 cm					
ajifer® L40	1,9A	1,7AB	0,7Bb	1,0B	1,3
sulfato de amônio	1,9A	1,1B	1,6Bab	1,1B	1,3
uréia	1,9A	1,6AB	1,4ABa	1,2B	1,5
Médias	1,9	1,5	1,0	1,1	
	CV:13%	DMSdoses:0,24		DMSfontes:0,19	
.....10 - 20 cm					
ajifer® L40	0,8B	1,3Aa	0,4Cb	0,5Bcb	0,5
sulfato de amônio	0,8A	0,6ABb	0,6ABab	0,4Bb	0,6
uréia	0,8B	0,7Bb	0,9Ba	1,2Aa	0,9
Médias	0,8	0,9	0,6	0,7	
	CV:15%	DMSdoses:0,15		DMSfontes:0,12	
.....20 - 40 cm					
ajifer® L40	0,4C	0,9Aa	0,2Cb	0,7Ba	0,6
sulfato de amônio	0,4A	0,3ABa	0,4Aa	0,2Bb	0,3
uréia	0,4B	0,6AB	0,4ABb	0,7Aa	0,5
Médias	0,4	0,6	0,4	0,5	
	CV:15%	DMSdoses:0,09		DMSfontes:0,07	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

O cálcio e o magnésio no solo apresentaram comportamento semelhante, os maiores teores nos tratamentos sem adubação nitrogenada e entre as fontes, corroboram o verificado no potássio, a menor disponibilidade na camada superficial do solo quando da aplicação de ajifer[®] L40 e sulfato de amônio (Tabela 5), também justificado pela redução do pH do solo. A maior concentração de $H + Al^{+3}$ e Al^{+3} (Tabela 6) foi com aplicação de ajifer[®] L40 ou de sulfato de amônio.

Na análise de interações é evidente o efeito da fonte de fertilizante utilizada sobre o aumento do Al^{+3} . A maior concentração de Al^{+3} na camada de 0 – 10 cm nos tratamentos com aplicação de ajifer[®] L40 e sulfato de amônio, confirmam os resultados obtidos nos índices pH. Essa acidez na camada superficial do solo é devido a forma de aplicação dos fertilizantes em sistemas pastoris, ou seja, por não serem incorporados ao solo e devido as características dos dois fertilizantes em liberar íons H^+ para solução do solo.

Na Tabela 7 estão os valores de soma de bases e capacidade de troca de cátions (CTC) enquanto na Tabela 8 estão os resultados da saturação por base e saturação por alumínio. A soma de base e a saturação por base foram afetadas pelo aumento da dose de nitrogênio aplicada via ajifer[®] L40 e sulfato de amônio, o que não ocorreu com a utilização da uréia. Estes resultados são um reflexo do que ocorreu com os teores de potássio, cálcio e magnésio. Na capacidade de troca de cátions e no caso da soma de bases e da saturação por base na camada abaixo de 10 cm não houve efeito dos tratamentos.

O aumento do teor de enxofre no solo foi diretamente proporcional à dose de ajifer[®] L40 e sulfato de amônio aplicado e inversamente quando da utilização da uréia (Tabela 9). Evidenciando que os dois fertilizantes (ajifer[®] L40 e sulfato de amônio) são uma boa alternativa para aumentar a concentração do nutriente no solo, inclusive em camadas mais profundas. Característica importante em sistemas de manejo intensivo de pastejo, devido a maior produção de forragem e conseqüentemente há maior exportação de nutrientes

Tabela 5 - Valores de cálcio e magnésio do solo nas três camadas de profundidade após seis cortes da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses e fontes de nitrogênio, Araçatuba, SP, 2005/2006

Fontes de nitrogênio	Doses de nitrogênio (kg ha ⁻¹)				Médias
	0	100	200	400	
Cálcio (mmol _c dm ⁻³)					
----- 0 - 10 cm -----					
ajifer® L40	11,0AB	13,6Aa	10,3ABb	7,3Bb	10,5
sulfato de amônio	11,0A	9,6ABb	10,0ABb	7,0Bb	9,4
uréia	11,0	14,6a	14,6a	12,0a	13,0
Médias	11,0	12,6	11,6	8,7	
CV:12%		DMSdoses:1,74		DMSfontes:1,36	
----- 10 - 20 cm -----					
ajifer® L40	10,6	10,6	11,3	9,3	10,5
sulfato de amônio	10,6	9,0	10,3	9,6	9,9
uréia	10,6	11,3	12,0	12,3	11,5
Médias	10,6	10,3	11,2	10,4	
CV:17%		DMSdoses:2,45		DMSfontes:1,92	
----- 20 - 40 cm -----					
ajifer® L40	8,3	10,6	11,3	10,6	10,2
sulfato de amônio	8,3	10,0	13,0	11,0	10,5
uréia	8,3	10,5	9,3	9,6	9,5
Médias	8,3	10,4	11,2	10,4	
CV:15%		DMSdoses:1,95		DMSfontes:1,53	
Magnésio (mmol _c dm ⁻³)					
----- 0 - 10 cm -----					
ajifer® L40	5,6A	5,0AB	3,0BCb	2,3Cb	4,0
sulfato de amônio	5,6A	3,6AB	4,0ABab	2,3Bb	3,9
uréia	5,6	5,6	6,0a	5,0a	5,6
Médias	5,6	4,7	4,3	3,2	
CV:16%		DMSdoses:0,94		DMSfontes:0,74	
----- 10 - 20 cm -----					
ajifer® L40	4,6	4,3	4,0	3,0	4,0
sulfato de amônio	4,6	3,6	4,3	3,3	4,0
uréia	4,6	4,6	5,3	4,3	4,7
Médias	4,6A	4,2AB	4,5AB	3,5B	
CV:18%		DMSdoses:1,04		DMSfontes:0,81	
----- 20 - 40 cm -----					
ajifer® L40	3,3	4,6	4,6	4,6	4,3
sulfato de amônio	3,3	3,3	4,3	4,3	3,8
uréia	3,3	4,6	4,6	4,3	4,2
Médias	3,3B	4,2A	4,5A	4,4A	
CV:16%		DMSdoses:0,37		DMSfontes:0,68	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Tabela 6 - Valores de acidez potencial ($H + Al^{+3}$) e alumínio (Al^{+3}) do solo nas três camadas de profundidade após seis cortes da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses e fontes de nitrogênio, Araçatuba, SP, 2005/2006

Fontes de nitrogênio	Doses de nitrogênio ($kg\ ha^{-1}$)				Médias
	0	100	200	400	
$H + Al^{+3}$ ($mmol_c\ dm^{-3}$)					
..... 0 - 10 cm					
ajifer® L40	24,0C	31,0BC	36,6AB	44,0Aa	33,9
sulfato de amônio	24,0C	35,3B	34,3B	42,3Aa	34,0
uréia	24,0	25,0	31,0	31,0b	27,7
Médias	24,0	30,4	34,0	39,1	
CV:11%		DMSdoses:4,69		DMSfontes:3,68	
..... 10 - 20 cm					
ajifer® L40	26,0	27,0	32,3	26,0	27,8
sulfato de amônio	26,0	29,0	29,0	28,6	28,1
uréia	26,0	27,0	28,0	27,0	27,0
Médias	26,0	27,6	29,7	27,2	
CV:15%		DMSdoses:5,48		DMSfontes:4,29	
..... 20 - 40 cm					
ajifer® L40	25,3	25,0	26,0	23,0	24,8
sulfato de amônio	25,3	22,6	24,0	20,0	23,0
uréia	25,3	25,0	27,0	21,6	24,7
Médias	25,3	24,2	25,6	21,5	
CV:14%		DMSdoses:4,31		DMSfontes:3,38	
Al^{+3} ($mmol_c\ dm^{-3}$)					
..... 0 - 10 cm					
ajifer® L40	1,0B	1,6Bb	3,3Aa	3,6Aa	2,4
sulfato de amônio	1,0C	3,3ABa	3,3BCa	4,6Aa	3,0
uréia	1,0	1,6b	1,3b	1,6b	1,4
Médias	1,0	2,2	2,5	3,3	
CV:23%		DMSdoses:0,69		DMSfontes:0,54	
..... 10 - 20 cm					
ajifer® L40	2,3B	2,3B	3,0AB	4,0Aa	2,9
sulfato de amônio	2,3AB	3,3A	1,6B	3,3Aa	2,6
uréia	2,3	2,0	1,6	2,0b	2,0
Médias	2,3	2,5	2,1	3,1	
CV:18%		DMSdoses:0,62		DMSfontes:0,48	
..... 20 - 40 cm					
ajifer® L40	2,6	2,0	2,6	2,6	2,5
sulfato de amônio	2,6	2,6	2,0	2,0	2,3
uréia	2,6	2,0	2,3	2,3	2,3
Médias	2,6	2,2	2,3	2,3	
CV:17%		DMSdoses:0,53		DMSfontes:0,41	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Tabela 7 - Valores de soma de bases (SB) e capacidade de troca de cátions (CTC) do solo nas três camadas de profundidade após seis cortes da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses e fontes de nitrogênio, Araçatuba, SP, 2005/2006

Fontes de nitrogênio	Doses de nitrogênio (kg ha ⁻¹)				Médias
	0	100	200	400	
SB (mmol _c dm ⁻³)					
..... 0 - 10 cm					
ajifer® L40	18,6AB	20,3Aa	14,3Bb	10,6Bb	16,0
sulfato de amônio	18,6A	14,3ABb	15,0ABb	10,3Bb	14,5
uréia	18,6	22,3a	22,3a	18,0a	20,3
Médias	18,6	19,0	17,2	13,0	
CV:10%		DMSdoses:2,42		DMSfontes:1,39	
..... 10 - 20 cm					
ajifer® L40	16,3	16,0	16,0	13,3	15,4
sulfato de amônio	16,3	13,6	15,6	13,3	14,7
uréia	16,3	17,0	18,3	17,6	17,3
Médias	16,3	15,5	16,6	14,7	
CV:16%		DMSdoses:3,33		DMSfontes:2,61	
..... 20 - 40 cm					
ajifer® L40	12,0	16,3	16,0	16,3	15,2
sulfato de amônio	12,0	13,3	18,0	15,3	14,6
uréia	12,0	16,3	14,3	15,0	14,4
Médias	12,0B	15,3A	16,1A	15,5A	
CV:13%		DMSdoses:2,44		DMSfontes:1,91	
CTC (mmol _c dm ⁻³)					
..... 0 - 10 cm					
ajifer® L40	42,6	51,3	51,0	54,6	49,9
sulfato de amônio	42,6	49,6	49,3	52,6	48,5
uréia	42,6	47,3	53,3	49,0	48,1
Médias	42,6B	49,4A	51,2A	52,1A	
CV:7%		DMSdoses:4,70		DMSfontes:3,68	
..... 10 - 20 cm					
ajifer® L40	42,3	43,0	48,3	39,3	43,2
sulfato de amônio	42,3	42,6	44,6	42,0	42,9
uréia	42,3	44,0	46,3	44,6	44,3
Médias	42,3B	43,2AB	46,4A	42,0B	
CV:7%		DMSdoses:3,98		DMSfontes:3,11	
..... 20 - 40 cm					
ajifer® L40	37,3	41,3	42,0	39,3	40,0
sulfato de amônio	37,3	36,0	42,0	36,3	37,6
uréia	37,3	41,3	41,3	36,6	39,1
Médias	37,3B	39,5AB	41,7A	37,1B	
CV:8%		DMSdoses:3,94		DMSfontes:3,09	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Tabela 8 - Valores de saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m) do solo nas três camadas de profundidade após seis cortes da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses e fontes de nitrogênio, Araçatuba, SP, 2005/2006

Fontes de nitrogênio	Doses de nitrogênio (kg ha ⁻¹)				Médias
	0	100	200	400	
V (%)					
----- 0 - 10 cm -----					
ajifer® L40	43,6A	40,0Aa	28,0Bb	19,3Bb	32,7
sulfato de amônio	43,6A	29,0Bb	30,3Bb	20,3Bb	30,7
uréia	43,6	47,0a	41,6a	37,0a	42,3
Médias	43,6	38,6	33,3	25,4	
	CV:10%	DMSdoses:4,68		DMSfontes:3,67	
----- 10 - 20 cm -----					
ajifer® L40	39,0	38,0	33,0	32,6	35,6
sulfato de amônio	39,0	31,6	34,6	32,6	34,5
uréia	39,0	38,3	39,6	40,0	39,2
Médias	39,0	36,0	35,7	35,1	
	CV:19%	DMSdoses:8,95		DMSfontes:7,01	
----- 20 - 40 cm -----					
ajifer® L40	32,6	39,3	38,6	41,0	37,9
sulfato de amônio	32,6	38,3	42,6	43,6	39,3
uréia	32,6	39,3	34,6	40,6	36,8
Médias	32,6B	39,0AB	38,6AB	41,7A	
	CV:13%	DMSdoses:6,68		DMSfontes:5,23	
m (%)					
----- 0 - 10 cm -----					
ajifer® L40	5,3B	8,0Bb	19,6Aa	25,6Aa	14,6
sulfato de amônio	5,3C	19,0Ba	17,0Bb	31,0Aa	18,0
uréia	5,3	7,0b	5,3b	8,3b	6,5
Médias	5,3	11,3	14,0	21,6	
	CV:25%	DMSdoses:4,43		DMSfontes:3,47	
----- 10 - 20 cm -----					
ajifer® L40	12,6B	12,6B	16,0AB	24,6Aa	16,5
sulfato de amônio	12,6B	20,3AB	10,3B	21,0Aa	16,0
uréia	12,6	10,6	8,3	10,0b	10,4
Médias	12,6	14,5	11,5	13,1	
	CV:25%	DMSdoses:4,84		DMSfontes:3,79	
----- 20 - 40 cm -----					
ajifer® L40	18,3	11,3	14,3	14,3	14,5
sulfato de amônio	18,3	16,6	10,0	11,3	14,0
uréia	18,3	11,0	14,0	13,6	14,2
Médias	18,3A	13,1B	12,7B	13,1B	
	CV:23%	DMSdoses:4,35		DMSfontes:3,41	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

e entre eles, o enxofre que muitas vezes não está presente em formulações de fertilizantes que apresentam alta concentração de nutrientes.

Na camada sub-superficial (10 - 20 cm) ocorreu um aumento do teor de sulfato com a maior dose nitrogenada aplicada, isso se deve ao fato da lixiviação do $S-SO_4^{-2}$, proveniente dos fertilizantes ajifer[®] L40 e sulfato de amônio (Tabela 9).

A toxicidade, normalmente, é provocada pelos íons cloreto, sódio e boro, entretanto, muitos outros micronutrientes são tóxicos para as plantas.

Segundo Tisdale et al. (1985), 5 mg dm^{-3} de sódio (Na^+) são representativos na solução dos solos de regiões temperadas. Mass e Hoffman (1977), citados por Weber e Sarruge (1985ab), estudando fontes e doses de sódio de 0,69, 138, 207 e 276 mg dm^{-3} , no crescimento da cultivares de cana-de-açúcar, sob a forma de sulfato e cloreto, constataram que acima de 200 mg dm^{-3} , independente da forma, concentrações de Na^+ afetaram negativamente a acumulação de matéria seca das raízes, colmos e lâminas foliares.

Os teores de Na^+ encontrados no solo após a condução de um ano do experimento foram muito baixos, variando de 0,13 a $0,38 \text{ mg dm}^{-3}$ (Tabela 9). Observou-se uma tendência de obter os maiores valores no tratamento sem adubação nitrogenada, no entanto nem sempre foi estatisticamente significativa. Estes resultados podem ser atribuídos a maior produção de massa de matéria seca nos tratamentos com aplicação de nitrogênio e conseqüentemente houve maior absorção de elementos e porque o Na^+ é acompanhante do nitrato, assim com o aumento da dose de N há uma elevação da concentração nas raízes (GRIFFITH e WALTERS, 1966) e nem sempre na parte aérea, sendo isso dependente da espécie.

Tabela 9 - Valores de enxofre (S-SO₄⁻²) e sódio (Na⁺) do solo nas três camadas de profundidade após seis cortes da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses e fontes de nitrogênio, Araçatuba, SP, 2005/2006

Fontes de nitrogênio	Doses de nitrogênio (kg ha ⁻¹)				Médias
	0	100	200	400	
S-SO ₄ ⁻² (mg dm ⁻³)					
..... 0 - 10 cm					
ajifer® L40	18,3B	16,0B	21,3ABa	28,3Aa	19,0
sulfato de amônio	18,3AB	14,6B	18,0ABa	26,6Aa	18,5
uréia	18,3	15,6	12,0b	11,3b	14,3
Médias	18,3	15,4	17,1	18,2	
CV:11%		DMSdoses:2,49		DMSfontes:1,95	
..... 10 - 20 cm					
ajifer® L40	16,0C	20,6BCab	25,3ABa	28,3Aa	22,5
sulfato de amônio	16,0B	24,0Aa	26,0Aa	26,6Aa	23,1
uréia	16,0A	15,0ABc	12,6ABb	9,0Bb	13,1
Médias	16,0	19,8	21,3	21,3	
CV:11%		DMSdoses:2,90		DMSfontes:2,27	
..... 20 - 40 cm					
ajifer® L40	27,0B	25,0Bab	52,0Aa	60,6Aa	41,1
sulfato de amônio	27,0B	43,6Ba	42,6Ba	66,3Aa	44,9
uréia	27,0	24,0b	17,0b	16,3b	21,0
Médias	27,0	30,8	37,2	47,7	
CV:17%		DMSdoses:8,30		DMSfontes:6,50	
Na ⁺ (mg dm ⁻³)					
..... 0 - 10 cm					
ajifer® L40	0,24	0,20	0,28	0,13	0,21
sulfato de amônio	0,34	0,23	0,21	0,16	0,21
uréia	0,24	0,21	0,31	0,23	0,24
Médias	0,24A	0,21AB	0,26A	0,18B	
CV:18%		DMSdoses:0,05		DMSfontes:0,04	
..... 10 - 20 cm					
ajifer® L40	0,34	0,22	0,26	0,16	0,24b
sulfato de amônio	0,34	0,19	0,23	0,22	0,25ab
uréia	0,34	0,23	0,33	0,27	0,29 ^a
Médias	0,34A	0,21C	0,28B	0,22C	
CV:25%		DMSdoses:4,84		DMSfontes:3,79	
..... 20 - 40 cm					
ajifer® L40	0,38A	0,21Bab	0,34A	0,16B	0,27
sulfato de amônio	0,38A	0,20Bb	0,35A	0,25B	0,29
uréia	0,38A	0,30ABa	0,37A	0,21AB	0,32
Médias	0,38	0,24	0,35	0,21	
CV:23%		DMSdoses:4,35		DMSfontes:3,41	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Medidas da condutividade elétrica são freqüentemente utilizadas para avaliar a concentração de sais solúveis no solo. De acordo com Richard's (1954), 2 dS m⁻¹ caracterizam solos salinos. Nesses casos, ocorrem desequilíbrios nutricionais e principalmente pelas dificuldades na absorção de água e nutrientes devido ao aumento da pressão da solução do solo (ALLISON, 1964; FAGERIA, 1984, MARSCHNER, 1995). Epstein et al. (1976) relataram que os valores de condutividade elétrica até 1,5 dS m⁻¹ são tolerados pela maioria das culturas. Os resultados apresentados na Tabela 10 evidenciam que a condutividade elétrica foi muito baixa, ficando muito distantes dos valores citados pela literatura como críticos para o desenvolvimento das culturas. Comparando-se as fontes nitrogenadas, observou-se que o ajifer[®] L40 e sulfato de amônio apresentaram comportamento semelhante na profundidade de 20 - 40 cm (Tabela 10).

Tabela 10 - Condutividade elétrica do solo nas três camadas de profundidade após seis cortes da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses e fontes de nitrogênio, Araçatuba, SP, 2005/2006

Fontes de nitrogênio	Doses de nitrogênio (kg ha ⁻¹)				Médias
	0	100	200	400	
Condutividade Elétrica (dS m ⁻¹)					
..... 0 - 10 cm					
ajifer® L40	0,18	0,18b	0,20	0,21	0,19
sulfato de amônio	0,18B	0,27Aa	0,17B	0,19B	0,20
uréia	0,18B	0,25Aab	0,15B	0,21AB	0,20
Médias	0,18	0,24	0,17	0,21	
	CV:12%	DMSdoses:0,03		DMSfontes:0,02	
..... 10 - 20 cm					
ajifer® L40	0,15	0,17	0,21a	0,22	0,19
sulfato de amônio	0,15AB	0,21a	0,12Bb	0,18AB	0,17
uréia	0,15	0,16	0,17ab	0,15	0,16
Médias	0,15	0,18	0,17	0,18	
	CV:14%	DMSdoses:0,03		DMSfontes:0,02	
..... 20 - 40 cm					
ajifer® L40	0,14B	0,17B	0,23ABa	0,30Aa	0,21
sulfato de amônio	0,14B	0,22B	0,22Ba	0,35Aa	0,23
uréia	0,14	0,14	0,12b	0,13b	0,13
Médias	0,14	0,18	0,19	0,26	
	CV:19%	DMSdoses:0,05		DMSfontes:0,03	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

3.2 Produção de matéria seca e acumulada.

As forrageiras constituem, freqüentemente, a principal fonte de nutrientes (energia, proteína, minerais e vitaminas) para os bovinos e às vezes, o único alimento oferecido, quer sob a forma de pasto, verde picado, silagem ou feno.

Para assegurar a persistência e a produtividade da pastagem, associadas a produção de alimento em qualidade e quantidade, é necessário o uso e manipulação de técnicas e estratégias, o conhecimento sobre o animal e, principalmente, o manejo da forrageira em questão.

A concentração de elementos na planta está relacionada com o solo, a adubação, o clima, a época, a variedade e as práticas culturais. Considerando os demais fatores constantes, os atributos químicos e físicos dos solos e a

adubação influenciam diretamente a composição das plantas e conseqüentemente a produção.

Na Figura 1 está apresentada a regressão da produção média de massa de matéria seca em função das doses de nitrogênio aplicadas nas três fontes em estudo, evidenciando que o fornecimento do nutriente pode ser mediante a utilização de diversas fontes, tradicionais ou alternativas.

As doses estimadas aplicando-se a derivação nos dados da equação quadrática encontrou-se 395,90 kg ha⁻¹ de N, para produção máxima de 27.307 kg ha⁻¹ de massa de matéria seca de capim Xaraés.

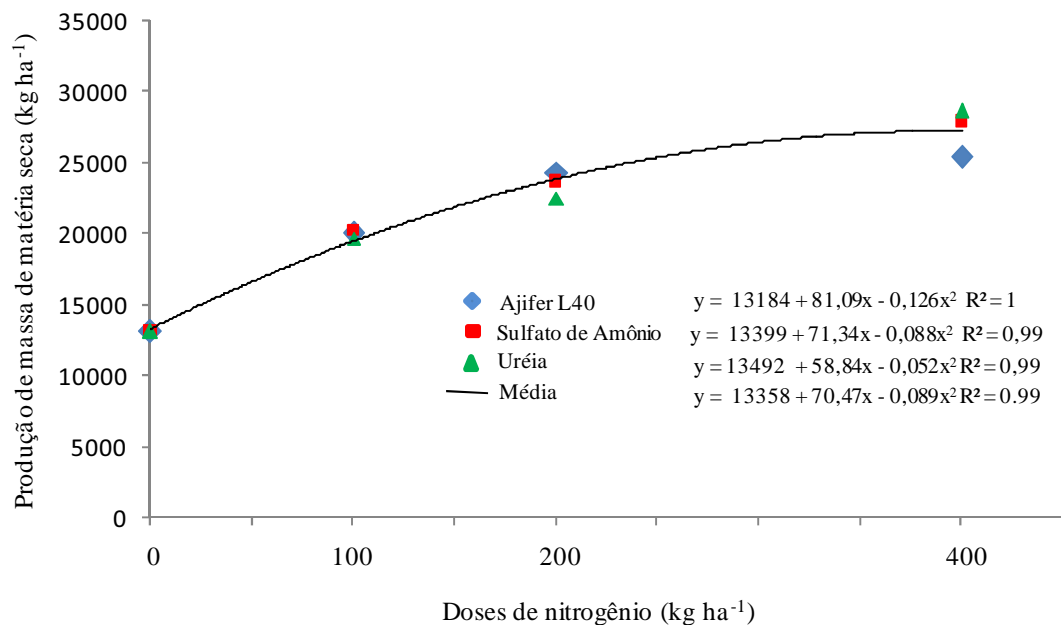


Figura 1 - Fontes de nitrogênio e produção de massa de matéria seca acumulada de seis cortes de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés.

4 CONCLUSÃO

Os maiores efeitos nos atributos químico do solo em função da adubação nitrogenada no capim Xaraés foram observados na camada superficial do solo;

As fontes nitrogenadas ajifer[®] L40 e sulfato de amônio apresentaram comportamento semelhante, proporcionando maior acidez na camada superficial do solo em relação a fonte uréia;

A utilização dos fertilizantes ajifer[®] L40, sulfato de amônio e uréia não alterou a concentração de sódio e a condutividade elétrica no solo;

A produção de massa de matéria seca do capim Xaraés foi semelhante para as três fontes nitrogenadas.

5 REFERÊNCIAS

- ALLISON, L.E. **Salinity in relation irrigation**. Advances in agronomy, v.16, p.139-178, 1964.
- COSTA, M.C.G.; VITTI, G.C.; CANTARELLA, H. Volatilização de N-NH₃ de fontes nitrogenadas em cana-de-açúcar colhida sem despalha a fogo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.631-637, 2003.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de solos. Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed., Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de solos. Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 171p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Germoplasma Forrageiro para a Formação de Pastagens**. Centro Agroflorestral de Rondônia – CPAFRO, 2004. Disponível em: <http://www.cpafro.embrapa.br/embrapa/bases/xaraes.htm>. Acesso em: 15 de fev. 2008.
- EPSTEIN, E.; TAYLOR, J.M.; CHANEY, R.L. Effects of sewage sludge and sludge compost applied to soil physical and chemical properties. **J. of Environmental Quality**, v.5, n.4, p.422-426, 1976.
- FAGERIA, N.K. Salinidade dos solos e sua influência na cultura do arroz. In: **Adubação e nutrição Mineral da cultura do arroz**. Embrapa/Goiânia, 1984. p.302-330.

- GRIFFITH, O.; WALTERS, R.J.K. The sodium and potassium content of some grass genera, species and varieties. **J. Agric Sci**, Cambridge, v.67, 81-89, 1966.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press. 1995. 889p.
- MASS, E.V.; HOFFMAN, J.G. Crop salt tolerance-current assessment. **Journal of the Irrigation and drainage division**, ASCE. IR, New York, 2(103): 115-134, 1977.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 5.ed. Bem: International Potash Institute, 2001. 849p.
- NABINGER, C. . Princípios de exploração intensiva de pastagens. In: Aristeu Mendes Peixoto; José Carlos de Moura; Vidal Pedroso de Faria. (ed.). **Produção de bovinos a pasto**. Piracicaba: FEALQ, 1997, p. 15-95.
- PIMENTEL-GOMES, F., GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**. Piracicaba: FEALQ, 2000. 309p.
- RAIJ, B. V.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.
- RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Boletim Técnico 100**, 2nd ed. Campinas: IAC, 1996. 285p.
- RICHARD'S, L.A. **Diagnosis improvements of saline and alkaline soil**. Washington: Department of Agriculture. 1954. 160p.
- SAS – Statistical Analysis System Institute. **SAS/STAT Procedure guide personal computers**. 9. Cary, NC. Inst, 1999. 334p.
- SOARES FILHO, C. V. Recomendações de espécies e variedades de Brachiaria para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM — BRACHIARIA, 11., Piracicaba, SP, 1994. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.25- 29.

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. **Soil Fertility and fertilizers**. 4 ed., New York: Macmillan Publ, 1985. 743p.

VITTI, G.C.; HEINRICHS, R. Formas tradicionais e alternativas de obtenção e utilização do nitrogênio e do enxofre: uma visão holística In: YAMADA,T.; ABDALLA, S.R.S.; VITTI, G.C. (Eds) **Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira**. Piracicaba, IPNI, 2007, 109-160p.

WEBER, H.; SARRUGE, J.R. Fontes e doses de sódio: I. No crescimento de cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) **STAB Tecnologia e Pesquisa**, 1985a. p.22-26.

WEBER, H.; SARRUGE, J.R. Fontes e doses de sódio: II. Na concentração de nutrientes em diferentes cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **STAB Tecnologia e Pesquisa**, 1985b. p.26-38.

**CAPÍTULO 3 – DOSES E FONTES DE FERTILIZANTES NITROGENADOS
NOS TEORES DE PROTEÍNA BRUTA, MACRONUTRIENTES E ANÁLISE
ECONÔMICA DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DA *Brachiaria brizantha* cv.
XARAÉS**

RESUMO: O nitrogênio é considerado, dentre os fatores de produção, como um dos nutrientes mais importantes e de alta contribuição, pois constitui o principal nutriente para a manutenção da produtividade das gramíneas forrageiras. O objetivo do presente experimento foi o de avaliar os efeitos de doses e fontes nitrogenadas (ajifer[®] L40, uréia, e sulfato de amônio) sobre os teores de macronutrientes e de proteína bruta na parte aérea do capim *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. O experimento foi conduzido em área pertencente ao Sindicato Rural de Araçatuba, SP, durante o período de outubro de 2005 a abril de 2006 em um Latossolo Vermelho Amarelo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 3 repetições e os tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 x 3, envolvendo quatro doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹) parceladas em cinco aplicações. Os teores de proteína bruta na forragem foi diretamente proporcional com o aumento das doses de nitrogênio. O ajifer[®] L40 e o sulfato de amônio podem ser utilizados como fonte de enxofre na adubação. A eficiência de utilização do nitrogênio aplicado pelo capim Xaraés, em ordem decrescente foi sulfato de amônio (47,5), ajifer[®] L40 (46,6) e uréia (41,9). Na avaliação econômica das fontes nitrogenadas, os retornos foram na seguinte ordem decrescente: ajifer[®] L40, uréia e sulfato de amônio.

Palavras-Chave: adubação, ajifer[®] L40, forrageira, nitrogênio, sulfato de amônio, uréia

RATES AND SOURCES THE FERTILIZER NITROGEN IN THE TENORS OF CONCENTRATION OF PROTEIN, MACRO NUTRIENTS AND ECONOMICAL ANALYSIS OF THE SYSTEM OF PRODUCTION OF *Brachiaria brizantha* cv. XARAÉS

ABSTRACT: The nitrogen is considered, among the production factors, as the one of the most important nutrients with high contribution, because it constitutes the main nutritious for the fertilizer of the productivity of the grass. The objective of the present work was evaluate the effects of rates and sources nitrogen (ajifer[®] L40, urea, and ammonium sulfate) on the macro nutrients rates and protein in the whole shoot of the grass *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. The experiment was carried in an area belonging to the Rural Syndicate of Araçatuba, SP, during the period of October to 2005 April 2006 in a Oxisoil. The experimental design was in randomized blocks with three replicates and the treatments arranged in factorial 4 x 3, involving four rates of nitrogen (0, 100, 200 and 400 kg kg ha⁻¹ year⁻¹) parceled out in five applications. The rates concentration of protein in the forage was directly proportional with the increase of the sources of nitrogen. The ajifer[®] L40 and the ammonium sulfate can be used as source of sulfur in the fertilizer. The efficiency of using the applied nitrogen for the Xaraés grass, in decreasing order was ammonium sulfate (47,5), ajifer[®] L40 (46,6) and urea (41,9). In the economical evaluation of the sources nitrogen, the returns were in the following decreasing order: ajifer[®] L40, urea and ammonium sulfate.

Key words: ajifer[®] L40, ammonium sulfate, fertilizer, forage, nitrogen, urea

1 INTRODUÇÃO

A importância das pastagens na produção de bovinos no Brasil é inquestionável. Estima-se que 75% da superfície utilizada pela agricultura seja ocupadas por pastagens, o que corresponde a aproximadamente 20% da área total do país. Além do aspecto físico, as plantas forrageiras são importantes pelo papel que desempenham na alimentação de bovinos, uma vez que 88% da carne produzida no país é oriunda de rebanhos mantidos exclusivamente a pasto (PENATI et al. 1999).

Nos ecossistemas de pastagens, a exploração das plantas forrageiras e de animais em pastejo é conflitante, uma vez que a comunidade de plantas necessita manter sua área foliar com elevada eficiência fotossintética e os animais precisam ser alimentados com forragem de boa qualidade. É importante compreender a inter-relação entre os componentes do sistema de pastagens, incluindo, necessariamente, as características estruturais do dossel forrageiro, que são condicionadores e determinantes nas respostas de plantas e de animais, dentro do sistema de produção. Dessa forma, torna-se relevante o conhecimento da dinâmica de produção das gramíneas forrageiras, por meio de avaliações das características estruturais, por possibilitarem o estudo do crescimento vegetal (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

No ano 1996, iniciou o trabalho de avaliação e seleção de alguns acessos do Banco de Germoplasma de *Brachiaria* do CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), realizando ensaios e seleção destes materiais em diversos locais do Brasil. O primeiro resultado desta seleção foi o cultivar Xaraés de *Brachiaria brizantha*. Uma das características mais

importante deste cultivar é a boa produção de massa de matéria seca, resistência à seca, rápida rebrota após o pastejo e tolera melhores os solos mal drenados. É uma forrageira de exigência de média à alta fertilidade, por isso que é de suma importância, manter os níveis ideais de fertilidade do solo, para obter resultados satisfatórios (EMBRAPA, 2004).

Segundo Mertens (1994), o desempenho animal é função do consumo de nutrientes digestíveis e metabolizáveis e que, da variação existente no consumo de matéria seca (MS) ou da energia digestível, considerando que 60 a 90 % esta relacionado ao consumo de MS, enquanto que apenas 40 a 10 % esta relacionado às diferenças na digestibilidade. Assim, a estimativa do consumo de MS e do valor nutritivo da dieta ingerida pelos bovinos em pastejo constitui os principais fatores limitantes para prever o desempenho/produção animal, bem como fazer previsões sobre a relação custo/benefício das estratégias e tecnologias disponíveis.

O nitrogênio é um elemento essencial para o crescimento das plantas, sendo exigido em grandes quantidades para possibilitar o crescimento das plantas. Sintomas de deficiência do nutriente são caracterizados pelo amarelecimento das folhas mais velhas, reduzindo a taxa fotossintética, proporcionando o crescimento reduzido das plantas há o aumento do teor de proteína a partir da produção de carboidratos (HAVLIN et al. 2005).

O potencial de produção de uma planta forrageira é determinado geneticamente. Entretanto, para que este potencial seja alcançado, as condições adequadas do meio e o manejo devem ser observados. Entre estas condições, nas regiões tropicais, a baixa disponibilidade de nutrientes é, seguramente, um dos fatores que mais interferem na produtividade e na qualidade da forrageira. Assim, o fornecimento de nutrientes em quantidades e proporções adequadas, particularmente, o nitrogênio assume importância fundamental no processo produtivo de pastagens, pois o nitrogênio do solo, proveniente da mineralização da matéria orgânica, não é suficiente para atender à demanda de gramíneas com alto potencial produtivo. Os efeitos da adubação nitrogenada e das épocas de avaliação sobre a população de

perfilhos podem, no entanto, constituir os principais fatores determinantes da produção de biomassa, juntamente com o rendimento por perfilho (NELSON et al. 1977). Ademais, o perfilhamento da planta forrageira é uma resposta das plantas à fertilidade do solo, associada à época, à frequência e ao intervalo entre cortes (CORSI e NASCIMENTO JR., 1994).

Parte do nitrogênio introduzido no sistema de produção agrícola é freqüentemente perdida, o que reduz a eficiência de uso do nitrogênio e conseqüentemente, diminui a lucratividade dos empreendimentos de pecuária baseados na alimentação do gado com plantas forrageiras. Em pastagens tropicais, a volatilização de amônia (NH_3) é uma das principais vias de perda, principalmente quando a uréia é aplicada a lanço e em cobertura no final do período das chuvas (MARTHA JR., 1999; PRIMAVESI et al. 2001). A incorporação da uréia ao solo reduz as perdas de N por volatilização (ERNST e MASSEY, 1960; HARGROVE, 1988), no entanto, essa prática para pastagens pode ser prejudicial, reduzindo a produtividade por danos causados no sistema radicular da plantas, diminuindo o vigor de rebrota subseqüente das pastagens (CORSI e NUSSIO, 1993; CORSI et al. 2001).

O manejo adequado do N na agricultura é fundamental para que não haja prejuízos na relação custo/benefício, no ambiente (acidificação do solo, liberação de gases do efeito estufa, eutrofização de lagoas e açudes), na nutrição de plantas e de animais (COSTA, et al. 2003), e à saúde humana através da contaminação de mananciais hídricos por nitratos. Considerando que o N é o elemento mais utilizado, extraído e exportado pelas culturas, sendo o mais empregado na adubação e, considerando que sua dinâmica no solo é muito intensa, envolvendo processos de adição e de perda, reforça-se a necessidade de estudos que viabilizam o manejo adequado da adubação nitrogenada nos diferentes sistemas de cultivo.

Os objetivos do presente experimento foi o de avaliar os efeitos de doses dos fertilizantes nitrogenados ajifer[®] L40, uréia, e sulfato de amônio na produção, nos teores de macronutrientes e nos teores de proteína bruta da parte aérea do capim Xaraés associada a viabilidade econômica da adubação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado com o capim *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés semeada há 5 anos em área do Sindicato Rural no município de Araçatuba, localizado na região da Alta Noroeste do Estado de São Paulo, situada a 21^o08'de latitude Sul, 50^o25'de longitude Oeste e a 415 metros de altitude.

O clima local, conforme a classificação de Koppen é do tipo Aw, caracterizado pelas estações de clima quente de inverno seco, sendo que os meses de novembro a março apresentam o maior índice pluviométrico. Na Figura 1, estão apresentados os valores de precipitação e temperatura no período do experimento, enquanto as médias anuais de temperatura, precipitação e umidade relativa são respectivamente, 23,6°C, 1281 mm e 64,8%, com temperatura média máxima de 30,1°C e média mínima de 19,1°C. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (EMBRAPA, 1999) com boa drenagem. Os resultados da análise do solo coletado no início do experimento estão compilados na Tabela 1. No final do experimento (30/05/2006) foram coletadas 5 amostras simples em cada profundidade, homogeneizadas, secas à sombra e em seguida analisadas. As análises granulométricas foram realizadas após a coleta de amostras de terra, utilizando-se a método da sedimentação (EMBRAPA, 1997). As determinações foram segundo descrição de Raj et al. (2001).

Tabela 1 - Atributos físicos químico do solo nas profundidades 0 - 10 cm, 10 - 20 cm e 20 - 40 cm, na ocasião da instalação do experimento. Araçatuba, SP, Ano agrícola 2005/2006

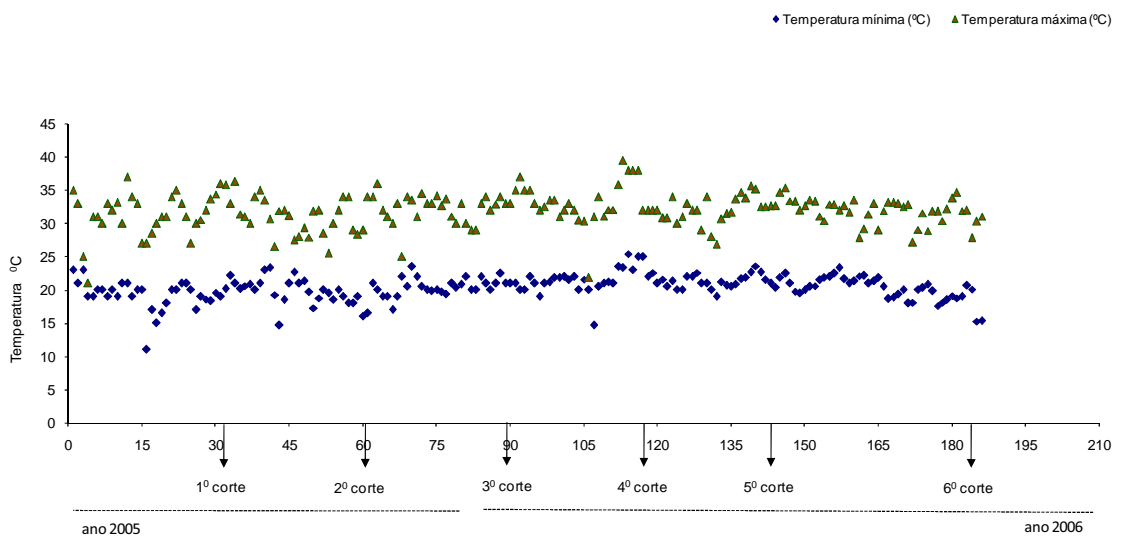
Atributos	Profundidade (cm)		
	0 - 10	10 - 20	20 - 40
pH (CaCl ₂)	4,5	4,4	4,1
M.O. (g dm ⁻³)	23	20	13
P (mg dm ⁻³)	4	3	1
S-SO ₄ ⁻² (mg dm ⁻³)	11	11	23
K ⁺ (mmol _c dm ⁻³)	6	3,3	1,5
Ca ⁺² (mmol _c dm ⁻³)	19	17	12
Mg ⁺² (mmol _c dm ⁻³)	8	7	6
Al ⁺³ (mmol _c dm ⁻³)	5	6	8
H + Al ⁺³ (mmol _c dm ⁻³)	22	25	22
S (mmol _c dm ⁻³)	33	27,3	19,3
T (mmol _c dm ⁻³)	55	52,3	41,5
V (%)	60	52	47
m (%)	13	18	29
B (mg dm ⁻³)	0,84	0,84	0,74
Cu ⁺² (mg dm ⁻³)	0,8	0,8	0,7
Fe ⁺² (mg dm ⁻³)	62	44	16
Mn ⁺² (mg dm ⁻³)	14,3	12,2	4,9
Zn ⁺² (mg dm ⁻³)	1,7	0,7	0,5
Na ⁺ (mg dm ⁻³)	9,2	11,5	9,2
Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)	0,14	0,1	0,11
Argila (%)	18	16	20
Silte (%)	4	8	4
Areia (%)	78	76	76

P, Ca⁺², Mg⁺², e K⁺: Resina;
 S-SO₄⁻²: NH₄O Ac 0,5N em HOAc 0,25N;
 B: BaCl₂.2H₂O 0,125% microondas;
 Cu⁺², Fe⁺², Mn⁺² e Zn⁺²: DTPA TEA pH 7,3;

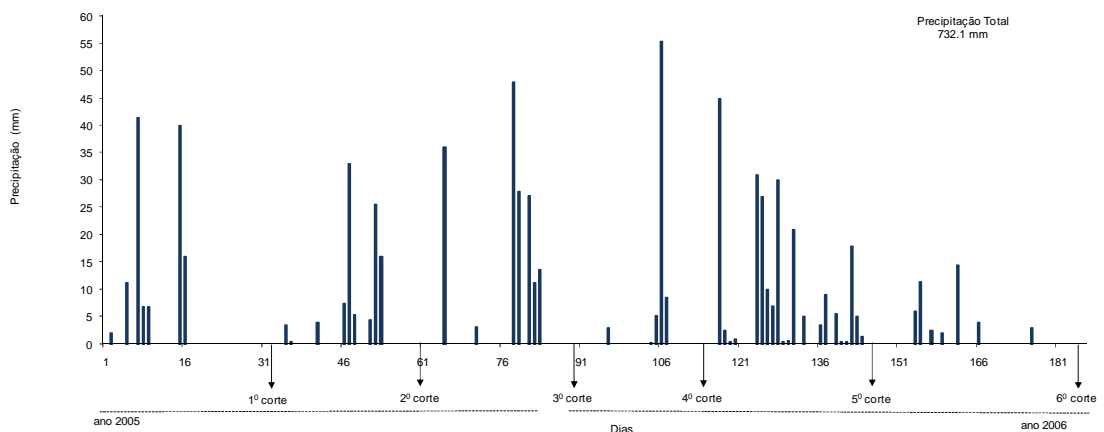
Em setembro, após a primeira chuva, foi realizado o corte de uniformização em todas as parcelas com remoção dos resíduos cortados. As parcelas foram alocadas, com dimensões de 4 x 3 m e uma faixa de caminhamento de 2,0 m entre as mesmas.

Em cada parcela foi descartado 0,5 m de bordadura, permanecendo a área útil de 8,75 m² (3,5 x 2,5 m), na qual foram avaliadas as produções de matéria verde e seca da pastagem através do corte da forrageira a 15 cm do solo. A forragem foi amostrada em 1 m² dentro da área útil de cada parcela,

imediatamente após foi pesada para obtenção da produção de matéria verde e homogeneizada para em seguida retirar uma subamostra composta que foi novamente pesada e levada à estufa de ar forçado para secagem a 65°C até peso constante.



(a)



(b)

Figura 1 – Temperatura mensal máxima e mínima (a) e Precipitação (b) durante a realização do experimento, Araçatuba, SP.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições e os tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 x 3, envolvendo quatro doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹) parceladas em cinco aplicações, a primeira após o corte de uniformização e as quatro posteriores após cada corte e três fontes de nitrogênio (ajifer[®] L40, uréia, e sulfato de amônio), perfazendo um total de 10 tratamentos, que são as seguintes: 1) controle, 0 kg ha⁻¹ de N; 2) 100 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L40; 3) 200 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L40; 4) 400 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L40; 5) 100 kg ha⁻¹ de N via uréia; 6) 200 kg ha⁻¹ de N via uréia; 7) 400 kg ha⁻¹ de N via uréia; 8) 100 kg ha⁻¹ de N via sulfato de amônio; 9) 200 kg ha⁻¹ de N via sulfato de amônio; 10) 400 kg ha⁻¹ de N via sulfato de amônio.

O ajifer[®] L40 é um fertilizante líquido obtido a partir da fabricação do aminoácido essencial lisina. A lisina é produzida através da fermentação de uma solução esterilizada de açúcar (sacarose) ao qual são adicionados nutrientes (P, K⁺, Mg⁺², Mn⁺², Fe⁺²) para servir de substrato ao microorganismo aeróbico específico, proveniente de cultura pura, que promove a fermentação. O pH ótimo do substrato é conseguido pela adição de amônia (NH₃) ao meio de forma a tamponar o sistema, visando a eficiência da fermentação e como fonte do nutriente (VITTI e HEINRICHS, 2007). O caldo resultante, após a remoção da lisina, passa por evaporadores que podem ser ajustados para produzir do ajifer[®] L40 com as características apresentadas na Tabela 2.

Para avaliar o estado nutricional das plantas foi realizada análise laboratorial da parte aérea da forrageira e determinados os teores de N (proteína bruta), P, K⁺, Ca⁺², Mg⁺², e S no segundo e no quinto corte e para avaliar o efeito residual no sexto corte.

Durante o período das chuvas foram realizados cinco cortes; 16/11/2005, 14/12/2005, 11/01/2006, 08/02/2006, 08/03/2006, com intervalos de 28 dias enquanto que no período das secas foi realizado um corte no final do mês de abril, 19/04/2006, totalizando seis cortes anuais.

As doses de nitrogênio foram aplicadas em cobertura parceladas em cinco vezes. A primeira aplicação foi após o corte de uniformização e as demais depois de cada corte até a quarta amostragem.

Imediatamente depois do corte de uniformização foi aplicada à lanço a adubação de manutenção de fósforo (60 kg de P_2O_5 ha^{-1}) na forma de superfosfato simples, enquanto a de potássio não foi efetuado, pois os teores no solo encontravam-se com valores altos (RAIJ et al. 1996).

Os resultados foram avaliados através do programa SAS (SAS,1999) e submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade e regressões (PIMENTEL-GOMES e GARCIA, 2000).

Tabela 2 – Variáveis de caracterização do ajifer® L40

Variáveis	Unidade	ajifer® L40
pH		4,0
Nitrogênio total	%	4,1
Umidade, a 65 ⁰ C	%	70,0
Matéria orgânica	%	29,5
Carbono orgânico	%	4,3
Fósforo (P_2O_5)	%	0,14
Potássio (K_2O)	%	0,15
Cálcio	%	0
Magnésio	%	0
Enxofre (S)	%	0,72
Cobre	mg kg^{-1}	0
Zinco	mg kg^{-1}	0
Sódio	%	0,03
Cloreto	%	0,2
Condutividade elétrica	dS m^{-1}	71
Densidade	g cm^{-3}	1,1

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Teor de macronutrientes na parte aérea do capim

As forrageiras constituem, freqüentemente, a principal fonte de nutrientes (energia, proteína, minerais e vitaminas) para os bovinos e às vezes, o único alimento oferecido, quer sob a forma de pasto, verde picado, silagem ou feno.

Para assegurar a persistência e a produtividade da pastagem, associadas à produção de alimento em qualidade e quantidade, são necessárias o uso e manipulação de técnicas e estratégias, o conhecimento sobre o animal e, principalmente, o manejo da forrageira em questão.

A concentração de elementos na planta está relacionada com o solo, a adubação, o clima, a época, a variedade e as práticas culturais. Considerando os demais fatores constantes, os atributos físicos e químicos dos solos e a adubação influenciam diretamente a composição das plantas e conseqüentemente a produção.

Na Tabela 3, estão apresentados os resultados de produção de matéria de matéria seca de cada corte e a produção acumulada dos seis cortes. Na média das fontes nitrogenadas houve efeito significativo somente no primeiro corte, se destacando o ajifer[®] L40, no entanto, na produção acumulada não houve diferenças entre as fontes utilizadas. Avaliando-se as médias das doses, observou-se um incremento na produção de massa de matéria seca do capim Xaraés com o aumento da dose de nitrogênio aplicada em todos os cortes e na produção acumulada. A maior produção de massa de matéria seca total foi obtida na dose de 400 kg ha⁻¹ de N.

Tabela 3 - Produção de massa de matéria seca (kg ha⁻¹) de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida à doses e fontes de nitrogênio. Araçatuba, SP

Fontes de nitrogênio	Doses de nitrogênio (kg ha ⁻¹)				Médias
	0	100	200	400	
1º corte					
ajifer® L40	1628B	2835ABa	3672Aa	3453A	2897
sulfato de amônio	1628B	1523Bb	2392ABb	3498A	2260
uréia	1628B	1974Bab	1947Bb	2885A	2108
Médias	1628	2111	2671	3279	
CV: 17%		DMS doses: 558		DMS fontes: 437	
2º corte					
ajifer® L40	2862	4616	5107	5759	4586
sulfato de amônio	2862	4083	4612	7096	4663
uréia	2862	4101	5639	6624	4806
Médias	2862C	4267B	5120B	6493A	
CV: 15%		DMS doses: 949		DMS fontes: 743	
3º corte					
ajifer® L40	1753	3453	4018	4334	3389
sulfato de amônio	1753	3273	5097	4154	3569
uréia	1753	3548	4089	4558	3487
Médias	1753C	3425B	4349A	4402A	
CV: 18%		DMS doses: 831		DMS fontes: 651	
4º corte					
ajifer® L40	2107	2848	3243	3370	2892
sulfato de amônio	2107	3752	3297	4510	3416
uréia	2107	3478	3071	4532	3297
Médias	2107C	3204B	3360B	4137A	
CV: 16%		DMS doses: 674		DMS fontes: 528	
5º corte					
ajifer® L40	2491B	3594ABab	4923A	3869AB	3719
sulfato de amônio	2491B	4668Aa	4233A	4948A	4085
uréia	2491B	2554Bb	4744A	4971A	3690
Médias	2491	3606	4596	4634	
CV: 15%		DMS doses: 794		DMS fontes: 622	
6º corte					
ajifer® L40	2337C	2700BC	3385AB	4664A	3271
sulfato de amônio	2337	2938	4073	3718	3266
uréia	2337B	4026AB	3032B	5118A	3628
Médias	2337	3221	3497	4500	
CV: 18%		DMS doses: 828		DMS fontes: 649	
Produção acumulada de 6 cortes					
ajifer® L40	13179	20047	24350	25451	20757
sulfato de amônio	13179	20239	23707	27925	21263
uréia	13179	19683	22524	28690	21019
Médias	13179C	19990B	23527B	27335A	
CV: 13%		DMS doses: 3596		DMS fontes: 2817	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

No estudo de interações entre doses e fontes nitrogenadas verificou-se significância no primeiro, no quinto e no sexto corte e na produção acumulada (Tabela 3). No primeiro corte o ajifer[®] L40 apresentou maior produção em relação às demais fontes na dose de 200 kg ha⁻¹ de N. Por sua vez, no quinto corte, apresentou maior produção na dose 100 kg ha⁻¹ de N nas fontes de sulfato de amônio e ajifer[®] L40 que não diferiram.

Comparando-se a produção de massa de matéria seca (Tabela 3) e os teores de N (Tabela 4) na parte aérea do capim Xaraés, observa-se que, independente do corte analisado, ocorre uma relação entre as duas variáveis até atingir o valor em torno de 16,5 g kg⁻¹ de N na biomassa, esses valores estão de acordo com os citados por Raij et al. (1996) que consideram a faixa adequada de 13 a 20 g kg⁻¹ de nitrogênio.

Nas Tabelas 4, 5 e 6 estão os teores de macronutrientes (g kg⁻¹) na massa de matéria seca da parte aérea do segundo, quinto e sexto corte do capim Xaraés. Os teores de N no tratamento sem adubação com o nutriente foram abaixo dos considerados adequados, enquanto com a aplicação do mesmo os valores estão adequados (RAIJ et al. 1996). Os teores de K⁺ em todos os tratamentos foram maiores que os valores críticos descritos por Raij et al. (1996). Os demais nutrientes estão dentro da faixa considerada adequada. No segundo corte os maiores teores de N do capim Xaraés foram encontrados nas doses de 200 e 400 kg ha⁻¹ de N que não diferiram entre si. Por sua vez, no quinto corte o tratamento com 400 kg ha⁻¹ de N apresentou a maior média. Em relação às fontes de N não houve diferenças entre si nos dois cortes avaliados. O teor de fósforo nas plantas não diferiu nas doses de N nem tampouco entre as fontes. O teor de cálcio na parte aérea não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos aplicados para o segundo e quinto corte. Quanto ao teor de magnésio, no segundo corte apresentou teores significativamente mais elevados ($P < 0,05$) nas doses de 100, 200 e 400 kg ha⁻¹ de N, o que pode ser atribuído ao maior teor de clorofila proporcionado pela adubação nitrogenada, uma vez que as moléculas de clorofila são porfirinas magnesianas, as quais representam cerca de 10% do teor de magnésio na

folha (MALAVOLTA, 1980 e HOPKINS, 1995). Entre as fontes as maiores médias foram encontradas no sulfato de amônio e uréia. No quinto corte se destacou o teor de magnésio na dose de 200 kg ha⁻¹ de N, enquanto entre as fontes foi a uréia. O teor de enxofre variou em função da dose de nitrogênio somente no tratamento com sulfato de amônio.

Entre as fontes, o ajifer[®] L40 e o sulfato de amônio apresentaram valores superiores a uréia. O teor de enxofre na massa de matéria seca seguiu a seguinte ordem decrescente: sulfato de amônio, ajifer[®] L40 e uréia. Isto se deve ao alto teor de enxofre que as fontes de fertilizantes ajifer[®] L40 e sulfato de amônio possuem na sua composição. Os teores de N, Mg⁺² e S aumentaram com a elevação da dose de nitrogênio aplicada, isso se deve ao fato que o nitrogênio proporciona o aumento de desenvolvimento vegetativo, inclusive do sistema radicular, com o qual há um maior volume de solo explorado e um aumento na absorção de nutrientes.

Tabela 4 - Teor de macronutrientes (g kg^{-1}) na parte aérea do segundo corte da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. Araçatuba, SP

Fontes de nitrogênio	Doses de nitrogênio (kg ha^{-1})				Médias
	0	100	200	400	
N					
ajifer® L40	11,1	13,4	15,0	17,8	14,3
sulfato de amônio	11,1	13,4	16,7	14,2	13,9
uréia	11,1	13,1	16,4	16,2	14,2
Médias	11,1B	13,3B	16,0A	16,1A	
CV: 13%		DMS doses: 0,46		DMS fontes: 0,36	
P					
ajifer® L40	2,2	2,6	2,8	2,2	2,4
sulfato de amônio	2,2	2,4	2,2	2,3	2,3
uréia	2,2	2,5	2,1	2,4	2,3
Médias	2,2	2,5	2,4	2,3	
CV: 13%		DMS doses: 11,16		DMS fontes: 8,74	
K					
ajifer® L40	36,6	42,9	45,8	47,0	43,0
sulfato de amônio	36,6	35,4	35,0	47,2	41,7
uréia	36,6	42,4	43,7	44,3	38,6
Médias	36,6	40,2	41,5	46,1	
CV: 20%		DMS doses: 11,16		DMS fontes: 8,74	
Ca					
ajifer® L40	3,0	2,9	3,3	3,1	3,1
sulfato de amônio	3,0	3,5	3,3	3,2	3,2
uréia	3,0	3,0	3,0	3,1	3,0
Médias	3,0	3,1	3,2	3,1	
CV: 13%		DMS doses: 0,54		DMS fontes: 0,42	
Mg					
ajifer® L40	1,7	1,8	2,3	2,2	2,0b
sulfato de amônio	1,7	2,8	2,7	2,5	2,4 ^a
uréia	1,7	2,5	2,1	2,9	2,3ab
Médias	1,7B	2,4A	2,3A	2,5A	
CV: 18%		DMS doses: 0,53		DMS fontes: 0,42	
S					
ajifer® L40	1,3	1,7	2,0	2,2ab	1,8
sulfato de amônio	1,3B	1,7B	2,1AB	2,7Aa	2,0
uréia	1,3	1,4	1,4	1,5b	1,4
Médias	1,3	1,6	1,8	2,1	
CV: 16%		DMS doses: 0,37		DMS fontes: 0,29	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Tabela 5 - Teor de macronutrientes (g kg^{-1}) na parte aérea do quinto corte da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. Araçatuba, SP

Fontes de nitrogênio	Doses de nitrogênio (kg ha^{-1})				Médias
	0	100	200	400	
N					
ajifer® L40	12,2	11,2	14,1	19,5	14,2
sulfato de amônio	12,2	12,7	14,4	18,7	14,5
uréia	12,2	12,6	12,4	18,9	14,0
Médias	12,2B	12,2B	13,6B	19,1A	
CV:14%		DMSdoses:2,71		DMSfontes:2,12	
P					
ajifer® L40	2,9	2,7	2,8	2,5	2,7
sulfato de amônio	2,9	2,3	2,2	2,1	2,4
uréia	2,9	2,5	2,0	2,3	2,4
Médias	2,9	2,5	2,3	2,3	
CV:20%		DMSdoses:0,72		DMSfontes:0,56	
K					
ajifer® L40	23,7	26,1	18,9	26,9a	23,9
sulfato de amônio	23,7	22,1	16,8	15,5b	19,5
uréia	23,7	24,2	16,5	24,2a	22,1
Médias	23,7	24,1	17,4	22,2	
CV:13%		DMSdoses:3,73		DMSfontes:2,92	
Ca					
ajifer® L40	2,7	2,5	3,7	2,7	2,9
sulfato de amônio	2,7	2,7	2,8	2,7	2,7
uréia	2,7	2,5	3,2	3,3	2,9
Médias	2,7	2,6	3,2	2,9	
CV:19%		DMSdoses:0,72		DMSfontes:0,56	
Mg					
ajifer® L40	2,0B	1,7B	3,7Aa	1,6Bb	2,3
sulfato de amônio	3,0	2,4	2,5b	2,4ab	2,3
uréia	2,0B	2,0B	3,9Aa	2,9Ba	2,7
Médias	2,0	2,0	3,4	2,3	
CV:12%		DMSdoses:0,39		DMSfontes:0,30	
S					
ajifer® L40	1,6	1,4	1,7	1,8	1,6
sulfato de amônio	1,6B	1,5B	2,0AB	2,5A	1,9
uréia	1,6	1,3	1,0	1,3	1,3
Médias	1,6	1,4	1,6	1,8	
CV:16%		DMSdoses:0,34		DMSfontes:0,27	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Tabela 6 - Teor de macronutrientes (g kg^{-1}) na parte aérea do sexto corte da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. Araçatuba, SP

Fontes de nitrogênio	Doses de nitrogênio (kg ha^{-1})				Médias
	0	100	200	400	
N					
ajifer® L40	7,8	7,2	7,3	9,0	7,8
sulfato de amônio	7,8	6,7	7,7	8,6	7,7
uréia	7,8	6,4	9,5	7,9	7,9
Médias	7,8B	6,8B	8,2AB	8,5A	
CV: 15 %		DMSdoses: 1,51		DMSfontes: 1,18	
P					
ajifer® L40	2,4	2,3	2,3	1,7	2,2
sulfato de amônio	2,4	2,0	1,8	1,9	2,0
uréia	2,4	2,4	1,7	1,4	1,9
Médias	2,4A	2,2AB	1,9BC	1,7C	
CV: 17 %		DMSdoses: 0,45		DMSfontes: 0,35	
K					
ajifer® L40	18,3	22,2	15,6	24,6a	20,2
sulfato de amônio	18,3	15,6	14,2	13,0b	15,2
uréia	18,3	18,8	21,7	17,6ab	19,1
Médias	18,3	18,8	17,2	18,4	
CV: 18 %		DMSdoses: 4,33		DMSfontes: 3,39	
Ca					
ajifer® L40	3,0	3,5	4,1	3,6	3,6
sulfato de amônio	3,0	3,8	3,5	4,2	3,6
uréia	3,0	4,0	3,5	4,1	3,6
Médias	3,0B	3,8A	3,7A	3,9A	
CV: 14 %		DMSdoses: 0,65		DMSfontes: 0,51	
Mg					
ajifer® L40	1,4B	1,3B	2,8Aa	1,7B	1,8
sulfato de amônio	1,4B	1,8AB	2,1Ab	2,2A	1,9
uréia	1,4B	1,8AB	2,1Ab	1,7AB	1,8
Médias	1,4	1,6	2,3	1,9	
CV: 12 %		DMSdoses: 0,29		DMSfontes: 0,23	
S					
ajifer® L40	1,0	1,0	1,5a	1,1b	1,1
sulfato de amônio	1,0B	1,1B	1,5Aba	2,1Aa	1,4
uréia	1,0	1,0	0,7b	0,7b	0,8
Médias	1,0	1,0	1,3	1,3	
CV: 18 %		DMSdoses: 3,92		DMSfontes: 0,22	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

3.2 Teor de Proteína Bruta na parte aérea do capim

Os teores de proteína bruta do capim Xaraés estão na Tabela 7. Na média, observou-se uma relação direta entre a dose de nitrogênio e o teor de proteína bruta na forragem, o que já era esperado, pois o nitrogênio faz parte da síntese protéica (MALAVOLTA, 2006). Entre as fontes nitrogenadas estudadas não houve diferença significativa no teor de proteína bruta.

Tabela 7 - Teor de proteína bruta (g kg^{-1}) na *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida à doses e fontes de nitrogênio no ano agrícola 2005/2006, Araçatuba, SP

Fontes de Nitrogênio	Doses de nitrogênio (kg ha^{-1})				Médias
	0	100	200	400	
2º corte					
ajifer® L40	69,26	83,62	93,60	111,07	89,39
sulfato de amônio	69,26	83,62	104,21	88,61	86,42
uréia	69,26	81,74	102,34	101,09	88,61
Médias	69,26B	82,99B	99,84A	100,64A	
	CV: 13%	DMS doses: 15,60		DMS fontes: 12,17	
5º corte					
ajifer® L40	76,13	69,89	87,98	121,68	89,92
sulfato de amônio	76,13	79,25	89,86	116,69	90,48
uréia	76,13	78,62	77,38	117,94	87,52
Médias	76,13B	76,13B	84,86B	119,18A	
	CV: 14%	DMS doses: 16,91		DMS fontes: 13,23	
6º corte					
ajifer® L40	48,67	44,93	45,55	56,16	48,67
sulfato de amônio	48,67	41,81	48,05	53,66	48,05
uréia	48,67	39,94	59,28	49,30	49,30
Médias	48,67	42,43	51,17	53,04	
	CV: 14%	DMS doses: 9,42		DMS fontes: 7,36	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

3.3 Análise econômica da adubação nitrogenada

A análise econômica foi realizada considerando as pesquisas dentro da realidade representativa comercial em empresas e cooperativas da região, cotando-se o preço do feno, insumos e mão-de-obra para aplicação dos insumos, e através dos resultados de produção de matéria seca do capim Xaraés em função da adubação nitrogenada com as três fontes: ajifer® L40, sulfato de amônio e uréia. Cotação do dólar comercial: R\$ 2,15.

Preço do feno do capim Xaraés: R\$ 0,08 kg^{-1} de massa de matéria seca

Preço da tonelada do fertilizante:

ajifer® L40 (4%N): R\$ 54,21 [(40,80 (produto) + 13,41 (frete)]

sulfato de amônio (20%): R\$ 565,00

uréia (45%): R\$ 900,00

Preço de um quilo de N: ajifer[®] L40: R\$ 1,35
 sulfato de amônio: R\$ 2,82
 uréia: R\$ 2,00

Regressão da produção de massa de matéria seca do capim Xaraés em função da adubação nitrogenada:

ajifer[®] L40: $y = -0,01261x^2 + 81,099x + 13184$ $R^2 = 1$
 sulfato de amônio: $y = -0,088x^2 + 71,345x + 13399$ $R^2 = 0,99$
 uréia: $y = -0,0528x^2 + 58,844x + 13492$ $R^2 = 0,99$
 y = produção de massa de matéria seca (kg ha^{-1});
 x = dose de nitrogênio (kg ha^{-1}).

ajifer[®] L40

$$X_e = (81,099 - (c/v)) / (2 \times 0,1261)$$

X_e : dose máxima econômica

c : custo de 1 (um) kg de N do fertilizante;

v : custo de 1 kg de feno de braquiária (R\$ 0,08 por kg de MS)

$$X_e = (81,099 - (1,35/0,08)) / (2 \times 0,1261)$$

$X_e = 254 \text{ kg ha}^{-1}$ de N via ajifer[®] L40

sulfato de amônio

$$X_e = (71,345 - (c/v)) / (2 \times 0,088)$$

X_e : dose máxima econômica

c : custo de 1 (um) kg de N do fertilizante;

v : custo de 1 kg de feno de braquiária (R\$ 0,08 por kg de MS)

$$X_e = (71,345 - (2,82/0,08)) / (2 \times 0,088)$$

$X_e = 222 \text{ kg ha}^{-1}$ de N via sulfato de amônio

uréia

$$X_e = (58,844 - (c/v)) / (2 \times 0,0528)$$

X_e : dose máxima econômica

c: custo de 1 (um) kg de N do fertilizante;

v: custo de 1 kg de feno de braquiária (R\$ 0,08 por kg de MS)

$$X_e = (58,844 - (2,00/0,08)) / (2 \times 0,0528)$$

Xe = 320 kg ha⁻¹ de N via uréia

A partir os dados resumidos da Tabela 8 é possível observar que o ganho absoluto na dose máxima econômica para o capim Xaraés, a utilização do ajifer[®] L40 como fonte nitrogenada, a uma distância de 50 km do fornecedor, é de R\$ 387,09 e R\$ 164,08 por hectare, respectivamente, para o sulfato de amônio e uréia.

Em relação a eficiência de utilização do nitrogênio aplicado os valores encontrados foram elevados, sendo o sulfato de amônio e o ajifer[®] L40 muito próximos.

Tabela 8 - Análise econômica da adubação nitrogenada em função da dose de N para produção máxima econômica, Araçatuba, SP, 2005/2006

Produto	Dose N produção máxima econômica (kg ha ⁻¹)	Produção de massa seca (kg ha ⁻¹)	Custo fertilizante (R\$/kg N)	Custo da dose fertilizante (R\$)	Custo de aplicação do fertilizante (R\$/ha)	(R\$ Massa seca		Eficiência (kg de MS/kg de N aplicado)
						produzida ¹) – (custo do fertilizante + aplicação) (R\$)	Varição relativa na receita líquida (%)	
ajifer® L40	254	25031,93	1,35	342,90	42,35 ⁽²⁾	1617,30	100	46,6
sulfato de amônio	222	23953,17	2,82	626,04	60,00	1230,21	76	47,5
uréia	320	26915,36	2,00	640,00	60,00	1453,22	90	41,9

¹Considerando-se o valor de R\$ 0,08 por quilo de massa de matéria seca produzida.

²R\$ 6,67 t⁻¹ e aplicou-se 6,35 t para dose máxima econômica.

4 CONCLUSÃO

O teor de proteína bruta na forragem foi diretamente proporcional com o aumento das doses de nitrogênio;

O ajifer[®] L40 e o sulfato de amônio podem ser utilizados como fonte de enxofre na adubação;

A eficiência de utilização do nitrogênio aplicado pelo capim Xaraés, em ordem decrescente foi sulfato de amônio (47,5), ajifer[®] L40 (46,6) e uréia (41,9);

Na avaliação econômica das fontes nitrogenadas, os retornos foram na seguinte ordem decrescente: ajifer[®] L40, uréia e sulfato de amônio.

5 REFERÊNCIAS

CORSI, M.; MARTHA Jr., G.B.; PAGOTTO, D.S. Sistema radicular: dinâmica e resposta a regimes de desfolha. In: SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. (Eds.) **A produção animal na visão dos brasileiros - pastagens**. Piracicaba:Fealq, 2001. p. 838-852

CORSI, M.; NASCIMENTO JR., D. Princípios de fisiologia e morfologia de plantas forrageiras aplicados no manejo das pastagens In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; DE FARIA, V.P. (Eds). **Pastagens - Fundamentos da exploração racional**, 1994. p.15-47

CORSI, M.; NUSSIO, LO. Manejo do capim-elefante: correção e adubação do solo.In: Simpósio sobre o manejo da pastagem, 10., 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1993. p87-115.

COSTA, M.C.G.; VITTI, G.C.; CANTARELLA, H. Volatilização de N-NH₃ de fontes nitrogenadas em cana-de-açúcar colhida sem despalha a fogo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.631-637, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de solos. Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed., Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de solos. Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 171p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Germoplasma Forrageiro para a Formação de Pastagens**. Centro Agroflorestal de Rondônia

– CPAFRO, 2004. Disponível em: <http://www.cpafro.embrapa.br/embrapa/bases/xaraes.htm>. Acesso em: 15 de fev. 2008.

ERNST, J.W.; MASSEY, H.F. The effects of several factors on volatilization of ammonia formed from urea in soil. **Soil Science Society of America Proceedings**, v.24, n.1, p.87-90, 1960.

HARGROVE, W.L. Soil environmental and management factors influencing ammonia volatilization under field conditions. In: BOCK, B.R.; KISSEL, DE. (Eds.). **Ammonia volatilization from urea fertilizers**. Muscle Shoals: Tennessee Valley Authority, 1988. p.17-36. (Bulletin, Y-206).

HAVLIN, J.L.; BEATON, J.D.; TISDALE, S.L.; et al. **Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management**. 7 ed., New Jersey: Pearson 2005, 515p.

HOPKINS, W.G. Plants and inorganic nutrients. In: HOPKINS, W.G. (ED.) **Introduction to plant physiology**. Toronto: John Wiley & Sons, 1995. p.65-80.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D.F. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J., ILLIUS, A.W. (Eds.). **The ecology and management of grazing systems**. Oxon: CAB International, 1996. 3-36p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MARTHA Jr., G.B. **Produção de forragem e transformações do nitrogênio do fertilizante em pastagem de capim-elefante**. Piracicaba, 1999. 75p. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR et al. **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1994. 450-493p

NELSON, C.J.; ASAY, K.H.; SLEPER, D.A. Mechanisms of canopy development of tall fescue genotypes. **Crop Science**, v.17, p.449-452, 1977.

- PENATI, M.A.; CORSI, M.; MARTHA JR., G.B.; et al. Manejo de plantas forrageiras no pastejo rotacionado. Simpósio goiano sobre produção de bovinos de corte. 1999. **Anais....** CBNA, 1999..123-144p.
- PIMENTEL-GOMES, F., GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais**. Piracicaba: FEALQ, 2000. 309p.
- PRIMAVESI, O.; CORRÉA, LA.; PRIMAVESI, A.C.; et al. Adubação com uréia em pastagens de *Cynodon dactylon* cv. Coast cross sob manejo rotacionado: eficiência e perdas. São Carlos: **Embrapa Pecuária Sudeste**, 2001. 42p. (Circular Técnica, 30)
- RAIJ, B. V.; ANDRADE, J.C. de; CANTARELLA, H.; et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285p.
- RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Boletim Técnico 100**, 2nd ed. Campinas: IAC, 1996. 285p.
- SAS – Statistical Analysis System Institute. **SAS/STAT Procedure guide personal computers**. 9. Cary, NC. Inst, 1999. 334p.
- VITTI, G.C.; HEINRICHS, R. Formas tradicionais e alternativas de obtenção e utilização do nitrogênio e do enxofre: uma visão holística In: YAMADA,T.; ABDALLA, S.R.S.; VITTI, G.C. (Eds) **Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira**. Piracicaba, IPNI, 2007, 109-160p.