

## **AValiação da Qualidade Bromatológica de Duas Cultivares de Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), submetidas à Adubação Fosfatada e Fungos Micorrizicos**

*José da Silva Sousa*

Mestrando em Agronomia, PPGA/CCA/UFPB - Rua Odilon José de Assis nº 256, Pombal - PB. CEP- 58840-000. E-mail: silva\_agronomo@hotmail.com

*Douglas Alexandre Saraiva Leão*

Msc. em Zootecnia, Rua Genival Meneses 110, Basílio Fonseca- Cuité – PB. CEP- 58175000. E-mail: douglasaraiva@hotmail.com

*Leonardo de Sousa Alves*

Eng. Agrônomo, Rua- Vicente de Paula Leite, nº 352, centro Pombal - PB CEP-58840000. E-mail: alberto\_agronomo@hotmail.com

*José Alberto Calado Wanderley*

Eng. Agrônomo, Rua Gentil de Sousa, nº 342, Jardim Rogério, Pombal - PB CEP-58840000. E-mail: leo\_agro22@hotmail.com

*Patrício Borges Maracajá*

Prof. D. Sc. da UFCG/CCTA – Pombal – PB E-mail: patriciomaracaja@gmail.com

**RESUMO** - O trabalho foi desenvolvido na casa de vegetação da Faculdade de Agronomia de Pombal – FAP, no mesmo município e teve como objetivo avaliar a qualidade bromatológica de duas cultivares de sorgo, submetidas à adubação fosfatada e fungos micorrizicos. Os tratamentos foram 0, 30mg dm<sup>3</sup> de P e 30mg dm<sup>3</sup> de P + micorrizas, dispostos em blocos ao acaso em esquema fatorial (2 x 3), com 4 repetições. Após 50 dias da semeadura as plantas foram coletadas e determinaram-se os teores de N, P, PB, MS, FDA e FDN da parte aérea. De acordo com a análise de variância para N da PA, não houve interação entre os fatores, no entanto as maiores médias foram obtidas nos tratamentos que receberam 30 mg dm<sup>-3</sup> de P e 30 mg dm<sup>-3</sup> de P mais micorrizas. Já para as variáveis P e MS da PA, ocorreu interação entre os fatores e o maior acúmulo de P verificou-se no tratamento 30 mg dm<sup>-3</sup> de P mais micorrizas da cultivar 304 híbrido, já o maior acúmulo de MS ocorreu no tratamento 30 mg dm<sup>-3</sup> de P mais micorrizas na cultivar GRF-IPA-730-1011. Para PB houve diferença entre os tratamentos e as maiores médias também foram obtidas no tratamento com 30 mg dm<sup>-3</sup> de P mais micorrizas. Para a variável FDA, ocorreu significativa (P≤0,05), não havendo diferença entre os tratamentos. Para a variável FDN, ocorreu diferença significativa apenas entre as cultivares, as maiores médias foram obtidas na cultivar 304 híbrido (P≤0,01).

**Termos para indexação:** Sorgo, Fósforo e Micorrizas.

## **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BROMATOLÓGICA DE DOS CULTIVAR DE SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench), SOMETIDOS A LA ADUBACIÓN FOSFATADA Y FUNGOS MICORRIZICOS**

**RESUMEN** - El trabajo fue desarrollado en la casa de vegetación de la Facultad de Agronomía de Pombal – FAP, en el mismo municipio y tuvo como objetivo evaluar la calidad bromatológica de dos cultivares de sorgo, sometidos a la adubación fosfatada y fungos micorrizicos. Los tratamientos fueron 0, 30mg dm<sup>3</sup> de P y 30mg dm<sup>3</sup> de P + micorrizas, dispuestos en bloques al acaso en esquema factorial (2 x 3), con 4 repeticiones. Después de 50 días de la semeadura las plantas fueron recolectadas y se determinaron los teores de N, P, PB, MS, FDA y FDN de la parte aérea. De acuerdo con la análise de variância para N de la PA, no hubo interacción entre los factores, sin embargo las mayores medias fueron obtenidas en los tratamientos que recibieron 30 mg dm<sup>-3</sup> de P y 30 mg dm<sup>-3</sup> de P más micorrizas. Ya para las variabais P y MS de la PA, ocurrió interacción entre los factores y el mayor acúmulo de P se verificó en el tratamiento 30 mg dm<sup>-3</sup> de P más micorrizas de la cultivar 304 híbrido, ya el mayor acúmulo de MS ocurrió en el tratamiento 30 mg dm<sup>-3</sup> de P más micorrizas en la cultivar GRF-IPA-730-1011. Para PB hubo diferencia entre los tratamientos y las mayores medias también fueron obtenidas en el tratamiento con 30 mg dm<sup>-3</sup> de P más micorrizas. Para la variável FDA, ocurrió significativa (P≤0,05), no habiendo diferencia entre los tratamientos. Para la variável FDN, ocurrió diferencia significativa sólo entre las cultivares, las mayores medias fueron obtenidas en la cultivar 304 híbrido (P≤0,01).

**Términos para indexación:** Sorgo, Fósforo y Micorrizas.

## EVALUATION OF THE QUALITY OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF TWO TO CULTIVATE OF SORGO (*Bicolor Sorghum L. Moench*), SUBMITTED TO THE PHOSPHATE FERTILIZATION AND MICORRHIZAL FUNGI

**ABSTRACT** -The work was developed at the Greenhouse of the University of Agronomy of Pombal - FAP, in Pombal – Paraíba. It had as objective to evaluate the quality the chemical composition of two cultivate of sorgo, submitted to the phosphate fertilization and micorrhizal fungi. The treatments were 0, 30mg dm<sup>3</sup> of P and 30mg dm<sup>3</sup> of P + micorrhizas, maybe disposed in blocks to the in outline factorial (2 x 3), with 4 repetitions. After 50 days, of sowing the plants were collected and the texts of were determined of N, P, PB, MS, FDA and FDN of the aerial part. In agreement with it analyzes of the variance for N of the PA, there was not interaction among the factors, however the largest averages were obtained in the treatments that received 30 mg dm<sup>-3</sup> of P and 30 mg dm<sup>-3</sup> of P more micorrhizas. Already for variable P and MS of the PA, happened interaction between the factors and the largest accumulation of P was verified in the treatment 30 mg dm<sup>-3</sup> of P more micorrhizas of cultivating 304 hybrid, already the largest accumulation of MS happened in the treatment 30 mg dm<sup>-3</sup> of P more micorrhizas in to cultivate GRF-IPA-730-1011. For PB there was difference between the treatments and the largest averages they were also obtained in the treatment with 30 mg dm<sup>-3</sup> of P more micorrhizas. For variable FDA, happened significant ( $P \leq 0,05$ ), not having difference among the treatments. For variable FDN, happened significant difference just the cultivate, the largest averages were obtained in to cultivate 304 hybrid ( $P_0 \leq 0,01$ ).

**Index Terms:** Sorghum, Phosphorus and micorrhizas.

### INTRODUÇÃO

Uma das maiores preocupações dos criadores da região semi-árida nordestina é a falta de forragem no período da estação seca, a produção de biomassa fica na dependência da precipitação anual, onde muitas vezes é escassa.

A pecuária desempenha um papel de fundamental importância na economia dessa região, muitas vezes sendo a única fonte de renda para esses criadores e que geralmente depende quase que exclusivamente das chuvas para produzir alimento para seus rebanhos. No entanto necessitando de estudos e pesquisas para se trabalhar espécies que se desenvolvam bem com o mínimo de umidade possível para a produção de biomassa para a alimentação desses rebanhos.

O sorgo surge como uma das alternativas promissoras para minimizar esse problema, já que é originário de uma região semi-árida da África e Ásia, adaptando-se muito bem a região semi-árida nordestina.

Devido a grande capacidade de produção, o sorgo é muito empregado na alimentação animal chegando a substituir o milho e o trigo.

No Brasil o sorgo ainda é pouco cultivado, mas sua área plantada vem crescendo a cada ano, segundo o IBGE, só no ano de 2003, a produção brasileira aumentou em torno de 125% em relação ao ano anterior, entretanto quase toda a produção é destinada a indústria de ração (www.ibge.gov.br).

Na alimentação animal o sorgo pode ser oferecido de varias formas como: silagem, pastejado e ainda oferecido verde.

O sorgo possui algumas particularidades como tolerância a seca, a solos pobres, tornando assim uma cultura de um futuro promissor em nossa região.

Nas condições adversas de nossa região o estabelecimento de espécies forrageiras é bastante limitado, principalmente porque o índice pluviométrico é baixo e há uma carência em nutrientes, o fósforo é um nutriente bastante importante para o estabelecimento e desenvolvimento radicular das plantas forrageiras (SARAIVA et al., 1986).

Para que haja um bom desenvolvimento das pastagens se faz necessário o uso de doses de P e em determinados momentos do ano necessita-se do uso de irrigação, no entanto, com o elevado custo desses insumos é de fundamental importância a busca de alternativas com o intuito de reduzir os custos na formação dessas pastagens.

O aproveitamento dos fungos micorrizicos surge como uma alternativa bastante promissora para o aumento da produtividade das pastagens em áreas tropicais, onde as micorrizas arbusculares infecta a maioria das plantas aumentando o volume de solo explorado pelas raízes e conseqüentemente aumentando a absorção de P.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade bromatologica de duas cultivares de sorgo submetido à adubação fosfatada e micorrizadas.

O Sorgo é uma gramínea de grande importância na nutrição animal, o Brasil possui um grande potencial para a produção da cultura, no entanto, o sorgo é usado tanto na alimentação animal, como na alimentação humana. Devido sua tolerância à seca, seu cultivo vem sendo intensificado em áreas onde o índice pluviométrico

é baixo, a cada ano novas áreas estão sendo cultivadas, principalmente nas regiões áridas e semi-áridas, por serem regiões que possuem escassez de alimentação principalmente para produção de forragem, onde a cultura se desenvolve bem (SOUZA et al., 2003)

É uma cultura relativamente nova nas Américas, tendo sido introduzido nos Estados Unidos em 1857. No Brasil, a sua introdução se atribui aos escravos, onde a cultura ficou conhecida como milho d'Angola (LIRA, 1981). Embora seja uma cultura antiga, foi somente no final do século XIX que apresentou importância dentre os cereais, chegando a ser o quinto do mundo em área cultivada, após o trigo, milho, arroz e cevada (OLIVETTI & CAMARGO, 1997; LIMA, 1998)

O Brasil atualmente é o segundo produtor de sorgo da América Latina, apesar desta ser uma cultura recente nesse País. A cultura apresentou expansão a partir de 1971, por iniciativa de empresas produtoras de sementes e rações, como alternativa promissora para substituir o milho, por ser mais rústica e de grande adaptabilidade climática. A falta de estímulo ao plantio da cultura no Brasil deve-se principalmente aos altos rendimentos que a cultura do milho (principal concorrente do sorgo granífero) proporciona aos agricultores, à falta de mercado para a venda do sorgo, ao escasso grau de divulgação da cultura, e também à inexistência de cultivar adaptada a diferentes condições climáticas (PISSAIA et al., 1993).

O sorgo consiste de planta típica de clima quente, de características xerófilas, que além da sua baixa exigência em termos de riqueza mineral do solo, apresenta tolerância/resistência aos fatores abióticos, tais como: estresse hídrico, salinidade e encharcamento (planta mais tolerante depois do arroz). Além disto, apresenta elevada eficiência de uso de água, sendo necessários, em média, 250 a 400g de água para produzir 1g de matéria seca. Nesta cultura, a eficiência de uso de água é superior a grande maioria das gramíneas tropicais (TABOSA et al., 1987).

O cultivo do sorgo é especialmente importante no Nordeste brasileiro, onde metade da região está sobre a influência de fatores adversos, apresentando uma área de cerca de 840 000 km<sup>2</sup> classificada como semi-árida. A precipitação média anual, nessa região, varia de 500 a 1000 mm, com grandes áreas apresentando precipitação abaixo de 750 mm (TABOSA, 1993). É uma cultura tropical, exigindo, para seu crescimento, temperaturas acima de 18°C, produzindo relativamente bem em regiões com pluviosidade variando de 300 a 600 mm, desde que as precipitações sejam bem distribuídas nos primeiros meses de cultivo (TABOSA et al., 1996).

O sorgo possui características fisiológicas que permitem paralisar o crescimento ou diminuir as atividades metabólicas durante o estresse hídrico e reiniciar o crescimento quando a água se torna disponível (MASOJIDEK et al., 1991). Além de que, logo após o término de um período de estresse hídrico, as plantas podem até crescer mais rapidamente do que as que não

sofreram estresse. Essa situação ocorre, provavelmente, pelo acúmulo de fotoassimilados no início do período de estresse. Essas reservas, que são pouco a pouco utilizadas durante a seca, ficam disponíveis para estimular o crescimento quando a água se torna novamente disponível (DONATELLI et al., 1992).

O sorgo apresenta produção de matéria seca mais elevada que o milho especialmente em condições marginais de cultivo, como aquelas regiões com solos de fertilidade naturais mais baixas e locais onde a ocorrência de veranicos é freqüente. É provável que o agricultor apresente um crescente interesse pelo sorgo por sua conhecida tolerância aos déficits hídricos (STONE et al 1996. SINGH & SINGH 1995).

O sorgo é uma planta muito importante na alimentação dos ruminantes, no entanto, destaca-se como uma das alternativas para a estacionalidade das forragens. Sendo bastante cultivada para a produção de silagem, contribuindo com 10 – 12% da área total cultivada para silagem no Brasil, (ZAGO, 1991).

Os grãos de sorgo são usados na alimentação animal, principalmente para aves e suínos, o teor de tanino não pode ser superior a 1%, no entanto, se isso ocorrer poderá diminuir a digestibilidade da metionina, que é um aminoácido que limita o crescimento tanto das aves como dos suínos. Entretanto, não causa problemas de nutrição aos ruminantes, exceto aqueles que ainda não possuem o rúmen funcional (TEIXEIRA, 2001).

O fósforo P é o elemento mais limitante da produtividade de biomassa em solos tropicais (NOVAIS & SMYTH, 1999).

Os solos brasileiros são carentes de P, em consequência do material de origem e da forte interação do P com o solo (RAIJ, 1991).

O fósforo é exigido em menor quantidade que o nitrogênio e o Potássio pelas plantas, porém trata-se do nutriente mais usado em adubação no Brasil. Isso se explica pela baixa disponibilidade deste elemento nos solos brasileiros e pela forte interação entre partículas do solo e o íon fosfato, que reduz a disponibilidade de fósforo para ser absorvido pelas plantas. O fósforo é encontrado na solução do solo como íon ortofosfato (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>), sendo que a predominância desta forma é dependente do pH do meio. Diversos minerais e compostos são fontes de fósforo para o solo, entre os quais estão: estrengita, variscita, hidroxiapatita e fluorapatita (RAIJ, 1991).

O fósforo é um macronutriente, porém sua concentração nas plantas é relativamente baixa, com valores que raramente ultrapassam 5g kg<sup>-1</sup>. Concentrações mais elevadas ocorrem em culturas que tem na semente a parte mais importante na colheita (Raij, 1991).

Segundo Werner et. al., (1996), a carência de fósforo causa distúrbios imediatos e severos no metabolismo e desenvolvimento das plantas e geralmente reduz o perfilhamento, retarda o desenvolvimento das gramíneas forrageiras e permite a ocupação do pasto por espécies invasoras.

A aplicação de P em doses elevadas em solos intemperizados é justificada pela intensa fixação desse elemento, ocasionando baixo conteúdo de P disponível, principalmente em solos onde há predomínio de minerais sesquióxidos (BÜLL et al., 1998; NOVAIS & SMYTH, 1999).

De acordo com Kovar (1985), a absorção de nutrientes pelas plantas depende da morfologia e da taxa de crescimento radicular, características de absorção e habilidade do solo de suprir as raízes com o nutriente necessário às plantas.

A taxa de crescimento radicular em solo fertilizado diretamente afeta a área superficial radicular e a quantidade de P absorvido. À medida que a concentração na superfície radicular diminui, o processo difusivo movimenta o P e K, no sentido de ressuprir o que foi absorvido pela planta (BARBER, 1995).

Os processos geoquímicos em vários ecossistemas naturais podem determinar a distribuição do P em longo prazo os processos biológicos influenciam essa distribuição, porque muito do fósforo disponível às plantas é proveniente da matéria orgânica (SMECK, 1985; WALBRIDGE, 1991). Processos biológicos regulam o movimento e distribuição de formas lábeis de P, e a reciclagem da forma orgânica é importante para a disponibilidade desse elemento (STEWART & TIESSEN, 1987).

Muitos solos tropicais caracterizam-se como fortes drenos de fósforo, nos quais boa parte do P adicionado via adubação é vigorosamente retida à fase sólida, com pequena possibilidade de reversão do processo e retorno às formas mais lábeis do nutriente. Os mecanismos de retenção do fósforo são influenciados pelo tipo de fertilizante empregado (solubilidade, constituintes minerais, granulometria), cátions presentes na solução do solo e principalmente pelo conteúdo de argila e constituição mineralógica da fração argila (SOUZA & VOLKWEISS, 1987).

As espécies vegetais são fundamentais na solubilidade do P, principalmente o P não-lábil, pois existem espécies que possuem capacidade de solubilizá-lo mediante a exsudação de suas raízes, a qual contém ácidos orgânicos, e estes, por sua vez, agem na dissolução do colóide, alimentando o P na solução do solo (CHIEN & MENON, 1995).

A principal causa da reduzida eficiência de aproveitamento dos fertilizantes fosfatados está ligada à complexa dinâmica do P no solo (YOST et al., 1981), especialmente nas condições de solos mais intemperizados, ácidos e argilosos, com alta capacidade de fixação de fosfatos (LOPES, 1983).

A característica que melhor avalia uma fonte de fósforo é sua capacidade de produzir um efeito eficaz no fornecimento do nutriente às plantas, ou seja, sua capacidade de promover maior acréscimo de rendimento por unidade de P aplicado (GOEDERT & SOUZA, 1984). Nesse sentido, além das características e da dose do fertilizante, a eficiência dos adubos fosfatados varia com

as condições de solo e conforme a espécie vegetal (ENGELSTAD & TERMAN, 1980).

O fator mais importante quanto a requerimentos de fertilizantes para gramíneas manejadas intensivamente é a quantidade de nutrientes retirada pela forragem. As chuvas abundantes, temperaturas elevadas e condições físicas do solo têm grandes influencia nos requerimentos de fertilizantes nos trópicos (CANTO ET AL., 1984).

O uso de fontes de P tem um papel fundamental para a vida dos microrganismos, aumentando a capacidade de troca catiônica (CTC) e a mobilidade de P no solo (ALMEIDA, 2002).

A aplicação de fertilizantes fosfatados em área total (fosfatagem), no sistema de plantio direto, tem sido realizada em superfície, sem incorporação, por causa da presença da palhada e do maior nível de matéria orgânica, este manejo proporciona um ambiente menos oxidativo, fazendo com que às reações de fixação sejam minimizadas e que haja menor contato dos resíduos com o solo, promovendo impacto direto na fertilidade das camadas superficiais, até 10 cm de profundidade (COSTA & ROSOLEM, 2000). Portanto, todas as práticas de manejo que visam manter ou incrementar os níveis de matéria orgânica podem resultar em benefício no aproveitamento de P pelas plantas (ALMEIDA et al., 2003).

A capacidade que as raízes das plantas possuem de formar relações simbióticas mutualísticas com certos fungos do solo é um fenômeno natural, essas relações são denominadas de micorrizas (SILVEIRA, 1992).

Embora tenha surgido há mais de 400 milhões de anos, quando as plantas iniciaram o processo de colonização do habitat terrestre, esse fenômeno só foi reconhecido e tratado cientificamente em meados do século XIX, quando foram publicados os primeiros relatos detalhados da associação entre células radiculares e micélios fúngicos (SIQUEIRA, 1986).

Os fungos que formam as micorrizas arbusculares (MAs) são de ocorrência generalizada na maioria das espécies de plantas, e não apresentam especificidade hospedeira, mas sua capacidade em promover o crescimento da planta pode variar em razão do fungo, da planta, e do ambiente (SMITH & GIANINAZZI-PEARSON, 1988).

As MVA proporcionam também a melhoria nas propriedades físicas do solo (Saif, 1986; Lara & Ferrera-Cerrato, 1986). Além de aumentar a tolerância pelas plantas à seca (GUZMAN-PLAZOLA et al., 1983; JEHNE, 1984; SAIF, 1986). A presença de MVA nas raízes também ameniza o estresse provocado por patógenos e nematóides. Isto comumente resulta em acréscimos no desenvolvimento da planta, conforme relatado por DODD et al., (1990) em kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*) e Sorgo (*Sorghum vulgare*) micorrizados.

As micorrizas arbusculares (MA) aumentam a área explorada pelo sistema radicular favorecendo o uso dos nutrientes, principalmente, o fósforo. Espécies não

micorrizadas ou mesmo colonizadas por fungos micorrízicos arbusculares (FMA) ineficientes, crescendo em condições de baixa disponibilidade de fósforo, em geral necessitam de mais fertilizantes fosfatados do que plantas eficientemente micorrizadas (MONTEIRO, 1990).

Fungos micorrízicos arbusculares (FMA) são biotróficos obrigatórios, ou seja, apenas crescem e esporulam na presença de raízes vivas, o que faz com que sua utilização em larga escala na agricultura seja limitada pela falta de inoculante aceito comercialmente e de um padrão oficial para seu controle de qualidade (MONTEIRO, 1990)..

A utilização da micorriza tem sido considerada há três décadas, como uma alternativa para a redução no uso de insumos (fertilizantes e pesticidas) na agricultura, devido aos seus efeitos benéficos no crescimento de plantas de interesse agrônomo, florestal, hortícola e pastoril (MIRANDA & MIRANDA, 1997).

Segundo Lovato *et al.* (1996), devido à importância do fósforo na nutrição das plantas, ele é o nutriente mais extensivamente pesquisado e de maior confiabilidade dos métodos para estudar sua dinâmica no solo e na planta, podendo-se inferir que as plantas micorrizadas podem absorvê-lo e utilizá-lo de forma mais eficiente do que aquelas que não formam micorriza.

As respostas positivas de crescimento são normalmente interpretadas como efeito da colonização sobre o aumento na absorção de nutrientes, com conseqüente melhora na nutrição mineral das plantas micorrizadas (SMITH, 1980; HAYMAN, 1983; MENGE, 1983).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na casa de vegetação da Faculdade de Agronomia de Pombal – FAP, localizado a 6° 30' 00" de latitude sul e 37° 35' 48" de longitude Oeste e com altitude de 184m acima do nível do mar, o experimento foi conduzido no período de Julho a Setembro de 2005.

O solo foi coletado na fazenda Areia Branca, à uma profundidade de 0 – 25 cm, apresentando as seguintes características pH em água (1:2,5) = 5,5; H+Al (cmol<sub>e</sub>/dm<sup>3</sup>) = 1,1; Ca (cmol<sub>e</sub>/dm<sup>3</sup>) 5,9 e Mg (cmol<sub>e</sub>/dm<sup>3</sup>) = 1,1; K (cmol<sub>e</sub>/dm<sup>3</sup>) = 0,38 e P (µg/cm<sup>3</sup>) = 6,5.

O solo foi destorroado e peneirado em peneira com malha de 2 mm, em seguida foi esterilizado e colocado em vasos, foram utilizados vasos com capacidade para 2 kg, preenchidos com solo previamente analisado.

Foi efetuada uma adubação com K<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, e KCl a 01 normal, com as seguintes doses de P: (0 mg dm<sup>-3</sup> de P; 30 mg dm<sup>-3</sup> = 1,92ml/ vaso; 30 mg dm<sup>-3</sup> = 1,92ml / vaso + micorrizas). O KCl foi utilizado para nivelar o teor de potássio em todos os tratamentos.

Foi realizada a curva de retenção de água para determinar a CC (capacidade de campo). Para construção da curva, repetiu-se, ao acaso, 6 amostras deformadas de

solo, na camada de 0-25 cm utilizando câmaras de pressão de Richards (1949). Tais amostras foram enviadas ao Laboratório de Relações Solo-Água-Planta do Departamento de Engenharia Agrícola da UFCG, onde foram misturadas e homogeneizadas de forma a se obter uma amostra composta de solo, representativa à do experimento. Para a elaboração da curva característica de retenção de água no solo, foram determinados os pontos 0,0001; 0,001; 0,005; 0,01; 0,03; 0,05; 0,1; 0,5; e 1,5 MPa.

Os fungos micorrízicos usados na inoculação foram o *Glomus etunicatum* Becker & Gerdemann e *Acaulospora scrobiculata* Trappe, provenientes da coleção do DCS/UFL, Departamento de ciências do solo Universidade Federal de Lavras, foram utilizados 5 cm<sup>3</sup> de uma suspensão calibrada para cerca de 100 esporos / vaso. Esta suspensão de esporos foi calibrada usando-se a técnica do peneiramento úmido (Gerdermann e Nicolson, 1963), que consta da centrifugação a 3000 rpm, sendo uma em água e, posteriormente, em sacarose (50%), durante 3 e 2 minutos, respectivamente. Após extração, os esporos foram lavados em água corrente e contados em lupa estereoscópica (40x), de modo que os 5 cm<sup>3</sup> levassem a carga de inoculo desejada para cada vaso. A suspensão contendo os fungos micorrízicos foi colocada abaixo e ao lado das sementes

O delineamento utilizado foi o em blocos inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial 2 x 3, com 4 repetições, totalizando 24 vasos. Os fatores estudados foram os seguintes: dois cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* L. *Moech*), adubação fosfatada e micorrizas (0, 30 mg dm<sup>-3</sup> de P e 30 mg dm<sup>-3</sup> de P mais micorrizas)

Três dias após a adubação foi realizada a semeadura, utilizando-se seis sementes em cada vaso. A cultivar 01 foi a 304 híbrido de ciclo médio, já a cultivar 02 foi a GRF IPA 730-1011. O desbaste foi realizado 15 dias após o plantio, deixando apenas 02 plantas por vaso.

A adubação Nitrogenada foi efetuada 25 dias após a semeadura, com 112 mg dm<sup>-3</sup> de NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>/vaso, (16 ml/vaso) parcelado em duas aplicações.

A irrigação foi efetuada em razão da necessidade de água, baseando-se no peso do solo dos vasos e mantendo-se a umidade em torno de 60% da capacidade de campo.

Ao decorrer 50 dias após a semeadura as plantas foram colhidas, a parte aérea das plantas foram separadas e submetidas à secagem em estufa a ± 65°C, até atingirem peso constante. Após a secagem as amostras foram moidas e encaminhadas para análises de Nitrogênio, Matéria Seca, Proteína Bruta, Fibras em Detergente Neutro, Fibras em Detergente Ácido, Fósforo, foram realizadas utilizando a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se de 1 - 5% de nível de significância para o teste de F.

Para as variáveis qualitativas, utilizou-se o teste de Tukey para comparação de médias.

Os dados foram analisados utilizando o programa statistical assistance (Assistat)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Acúmulo de Nitrogênio na Parte Aérea do Sorgo

De acordo com a análise de variância, para acúmulo de nitrogênio na parte aérea do sorgo, não ocorreu interação entre as cultivares estudadas, sendo que as maiores médias obtidas foram para os tratamentos com

30 mg dm<sup>3</sup> P e 30 mg dm<sup>3</sup> P + Micorrizas que não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 01).

Provavelmente o tratamento com fósforo e micorriza pode ter sido inibido pela presença do P, visto que este elemento inibe o processo micorrízico, diminuindo os benefícios da inoculação por isso justificam-se os efeitos idênticos para ambos os tratamentos. Este trabalho difere do realizado por Azcon & Barea (1992), que trabalhando com um consorcio de sorgo e soja obtiveram resultados que mostraram que tanto no sorgo como na soja a inoculação de fungos micorrízicos aumentou o teor de N foliar em relação ao tratamento sem inoculação.

TABELA 01 – Acúmulo de Nitrogênio na parte aérea das duas cultivar de sorgo em relação aos tratamentos.

0 mg dm <sup>3</sup> P	30 mg dm <sup>3</sup> P	30 mg dm <sup>3</sup> P + Micorrizas
0.1275 b	0.5800 a	0.6312 a

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey (P≤0,01).

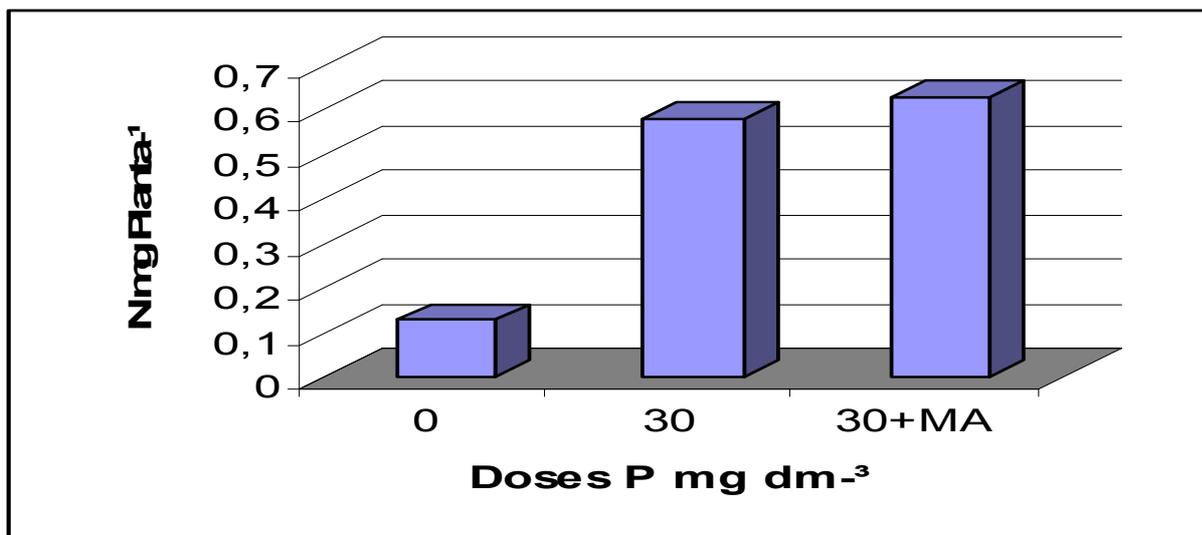


FIGURA 01 - Acúmulo de Nitrogênio na parte aérea das duas cultivar de sorgo em relação aos tratamentos.

Ocorreu interação entre os fatores analisados, para o acúmulo de P na parte aérea das cultivares (Tabela 02). Sendo o maior acúmulo no tratamento com P (30mg dm<sup>3</sup>) e micorrizas, na cultivar 304 híbrido. Contudo na cultivar GRF-IPA-730-1011 este tratamento se mostrou inferior aos demais.

O acúmulo de P não indica que plantas sejam mais ou menos eficientes, no entanto diferentes híbridos através de adaptações genéticas podem se desenvolver e produzir bem com menor quantidade de P, ou seja, plantas

com alta quantidade nem sempre se apresentam mais produtivas (MACHADO, 2000; BEKER et al., 1970; MACHADO et al., 1999).

Segundo Barrow, (1977) as espécies e cultivares podem diferir em seu requerimento de P devido, basicamente, a diferenças nas taxas de crescimento e da habilidade de captar e utilizar o P do solo. Na maioria dos casos, as plantas micorrizadas apresentam aumento na absorção de P, melhor nutrição, produção e crescimento.

TABELA 02 - Acúmulo de Fósforo na parte aérea das duas cultivar de sorgo.

Cultivar	P g plantas <sup>-1</sup>		
	0 mg dm <sup>3</sup> P	30 mg dm <sup>3</sup> P	30 mg dm <sup>3</sup> P + Micorrizas
Hibrido 304	27.2447 aC	40.6575 aB	48.1883 aA
GRF-IPA-730-1011	30.3405 aB	38.2897 aA	34.8675 bAB

Médias seguidas de letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey (P≤0,01).

#### Acúmulo de Matéria Seca na Parte Aérea do Sorgo

A análise dos dados referentes ao acúmulo de matéria seca da parte aérea revelou que houve interação entre os fatores. A cultivar GRF-IPA-730-1011 apresentou maior acúmulo de matéria seca no tratamento de 30 mg dm<sup>3</sup> P + Micorrizas. Porém não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos na cultivar 304 híbrido (Tabela 03).

Segundo Paula & Siqueira (1987), Saggin Júnior et al., (1995), o efeito do P sobre a eficiência dos fungos micorrízicos na produção da matéria seca e grãos tem sido verificado por vários autores, em situações diversas.

Segundo Skerman & Riveros (1992), trabalhando com capim – suudão obteve os seguintes percentuais 19,3

a 24,3% de MS, resultados esses que estão dentro da média encontrada nesse trabalho.

Resultados superiores foram encontrados por Zago & Pozar (1991), que apresentaram variações de 21,1%; 24,9%; 30,9%; e 29,3% para híbridos de colmo succulento, e de 29,1%; 33,4%; 38,7% e 48,9% para os híbridos de colmo seco. Brito (1999) afirma que os híbridos de colmo seco apresentam de maneira geral maiores teores de matéria seca que os de colmos succulentos. Independentemente da natureza dos colmos, succulentos ou secos, o teor de matéria seca determinado por ARAÚJO (2002), média de 36,90%, foi bem superior àquele encontrado neste estudo.

TABELA 03 – Acúmulo de Matéria Seca na parte aérea das duas cultivares de sorgo

Cultivar	MS % plantas <sup>-1</sup>		
	0 mg dm <sup>3</sup> P	30 mg dm <sup>3</sup> P	30 mg dm <sup>3</sup> P + Micorrizas
Hibrido 304	12.810 aA	11.240 bA	10.460 bA
GRF-IPA-730-1011	14.30 aB	16.615 aB	21.525 aA

Médias seguidas de letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey (P≤0,01).

A análise dos dados referentes ao acúmulo de proteína bruta revelou que não houve diferença estatística entre os cultivares estudados, ocorrendo apenas entre tratamentos, onde as maiores médias foram obtidas nos tratamentos com 30 mg dm<sup>3</sup> (8.1915) e 30 mg dm<sup>3</sup> + Micorrizas (8.2642), (Tabela 04) o que pode ser explicado devido ao fósforo proporcionar maior desenvolvimento da parte aérea e conseqüentemente maior relação folha/caule. O fósforo pode ter inibido a ação da micorriza, pois não ocorreu diferença estatística entre os dois tratamentos.

O fato da PB das folhas serem superiores às do colmo já foi evidenciado em outras pesquisas (ABRAHÃO, 1996) haja vista que as folhas são as partes

mais digestíveis da planta e mais ricas em proteína, havendo diferença de solubilidade da fração protéica da folha com relação à do caule.

Existem na literatura poucas informações a respeito dos efeitos do fósforo na digestibilidade da forragem. No entanto, sabe-se que a adubação pode aumentar a qualidade da forragem de forma indireta através do estímulo ao crescimento, resultando na formação de partes novas da planta de elevado valor nutritivo, ou mesmo alterando a composição botânica das forrageiras aumentando a quantidade de folhas, o que pode explicar o aumento da proteína bruta com o aumento do fósforo (WILSON, 1982).

TABELA 04 – Acúmulo de Proteína Bruta na parte aérea dos dois cultivar de sorgo.

<b>0 mg dm<sup>3</sup></b>	<b>30 mg dm<sup>3</sup></b>	<b>30 mg dm<sup>3</sup> + Micorrizas</b>
80.6320 b	362.4373 a	393.9146 a

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey (P≤0,01).

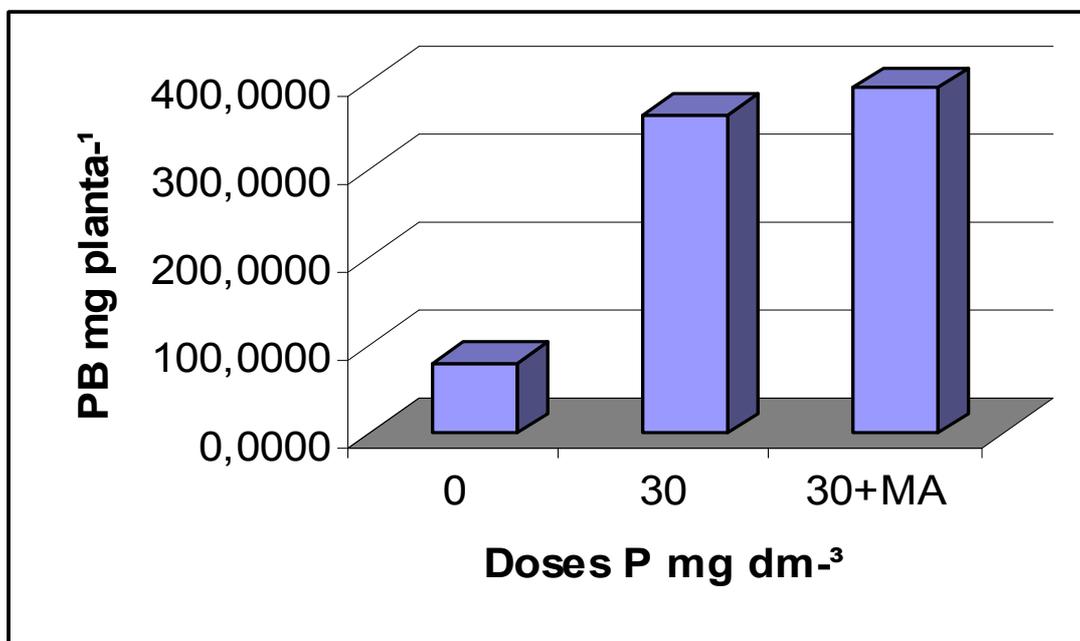


FIGURA 02 – Acúmulo de Proteína Bruta na parte aérea dos dois cultivar de sorgo.

**Acúmulo de FDA na Parte Aérea do Sorgo**

De acordo com a análise de variância ocorreu interação significativa (≤ 0,05) para o acúmulo de FDA na

parte aérea do sorgo. Entretanto não ocorreu diferença estatística entre as médias dos tratamentos (Tabela 05).

TABELA 05 - Acúmulo de FDA na Parte Aérea do Sorgo

<b>Cultivar</b>	<b>FDA % plantas<sup>-1</sup></b>		
	<b>0 mg dm<sup>3</sup> P</b>	<b>30 mg dm<sup>3</sup> P</b>	<b>30 mg dm<sup>3</sup> P + Micorrizas</b>
Hibrido 304	34.4775 aA	35.4675 aA	35.7800 aA
GRF-IPA-730-1011	30.7775 aA	32.5900 aA	32.0775 aA

Médias seguidas de letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey (P≤0,01).

As frações de FDA são negativamente correlacionadas com a digestibilidade e, conseqüentemente, com o valor energético das forragens (MINSON, 1990). ZAGO & POZAR (1991), constataram que a FDA está correlacionada com o ganho de peso médio diário e o consumo de matéria seca nos ruminantes.

De acordo com Cruz e Pereira Filho (2001), a FDA indica a quantidade de fibra que não é digestível, sendo que quanto menor o teor de FDA, maior o valor energético.

Os valores encontrados neste trabalho são superiores aos obtidos por BORGES (1995) (20,5%) e BERNARDINO (1996) (30,2%), que utilizaram sorgos de portes alto, baixo e médio, respectivamente. Resultados mais recentes foram obtidos por SILVA (1997) (36,4%), PESCE et al. (2000) (34,2%), NETO et al. (2000) (24,17% a 33,05%) e ARAÚJO (2002) (38,52%, 36,69% e 33,27%), no entanto, encontram-se numa faixa bem mais próxima dos valores determinados neste trabalho.

Em relação à FDN ocorreu diferença significativa apenas entre as cultivares onde as maiores médias obtidas foram para a cultivar Híbrido 304 ( $\leq 0,01$ ), (Tabela 06).

TABELA 06 - Acúmulo de FDN na Parte Aérea do Sorgo em Relação ao Cultivar

Cultivar	FDN % plantas <sup>-1</sup>
Híbrido 304	64.3558 a
GRF-IPA-730-1011	59.4925 b

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $P \leq 0,01$ ).

Neste trabalho foram observados valores de FDN dentro do limite aceitável para consumo animal. Segundo Conrad et al., (1985) e Van Soest, (1965) o teor da FDN é inversamente correlacionado com a ingestão de fitomassa seca, níveis de FDN acima de 55-65%, não seriam indicados, pois limitariam o espaço no trato gastrointestinal reduzindo, portanto, o consumo de forragem.

Portanto, forragens com elevadas concentrações de FDN limitam a ingestão, uma vez que quando a massa fibrosa passa vagarosamente pelo trato digestivo do animal, ela ocupa espaço por mais tempo e limita a taxa de consumo (MORAES & MARASCHIN, 1988). As concentrações de FDN foram inferiores as obtidas por PEREIRA et al. (1993), de 68% de FDN em milheto. BONAMIGO (1999) também verificou concentrações similares de FDN em folhas (62,5%) e caules (67,9%).

Os valores encontrados assemelham-se aqueles encontrados por RODRIGUES (2000), que avaliou vinte híbridos de sorgo e obteve média de 61,80 de FDN. ARAÚJO (2002), utilizando vinte híbridos de sorgo de duplo propósito, colhidos em cinco diferentes épocas de maturação, obteve valores de 62,21%; 61,75% e 57,04% (média de 60,33%), respectivamente. Resultados inferiores foram verificados por NEUMANN et al. (2002), trabalhando com quatro híbridos, que encontraram média de 53,50% de FDN.

Com relação aos valores de FDA, NASCIMENTO & SILVA (2004) observaram 42,61% de FDA, valores estes bem abaixo do observado no presente estudo.

Os altos teores de FDN das gramíneas tropicais decorrem das condições de clima, principalmente temperaturas elevadas (Gomide e Queiroz, 1994)

A influência da aplicação de P e fungos micorrízicos na composição da planta, especialmente a FDN, ainda não está bem elucidada. Hendreicksen et al. (1994), em pastagem nativa consorciada com estilosantes, obtiveram menor concentração de FDN (59,2%) com a maior dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (124 kg/ha) e maiores concentrações de P nas folhas e caules da gramínea. Ao contrário de Santos et al., (1999) observaram que a aplicação de doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> elevou a concentração de FDN do *Panicum maximum*, Tanzânia e Mombaça. Aumentos na área foliar da planta também podem provocar alterações nas

concentrações de FDN das forrageiras, pois as folhas reconhecidamente apresentam menores concentrações de frações fibrosas que os colmos.

## CONCLUSÕES

O acúmulo de PB, MS, P e N na parte aérea das cultivares foram aumentados no tratamento P + micorriza;

O híbrido 304 respondeu melhor para o acúmulo de P e FDN, não tendo respostas significativas para as demais variáveis;

O GRF-IPA 730-1011 obteve maior acúmulo de MS.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, J.J.S.; Valor Nutritivo das plantas forrageiras, IN: MONTEIRO et al. **Forragicultura no Paraná**, 1996, 1ª edição, Londrina-PR, p.93 - 108. 1996.

ALMEIDA, A.: Manejo dos restos culturais do abacaxizeiro (*Ananas Comosus* (L) Merrill) "Smooth Cayenne" e os seus efeitos na fertilidade do solo e na nutrição da planta. **Tese (Doutorado)** – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 115 pg. 2002.

ALMEIDA, J.A.; TORRENT, J.; BARRÓN, V. Cor de solo, formas de fósforo e adsorção de fosfatos em Latossolos desenvolvidos de basalto do extremo sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.985-1002, 2003.

ARAÚJO, V. L. Momento de colheita de três genótipos de sorgo para produção de silagem. 2002, 47f. **Dissertação (Mestrado)** – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG

- AZCON, R.; BAREA, J. M. Nodulation, N<sub>2</sub> fixation (<sup>15</sup>N) and N nutrition relationship in mycorrhizal or phosphate amended alfalfa plants. **Symbiosis, Rehovot**, v. 12, n. 1, p. 33-41, 1992.
- BARBER, S. A. Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach. New York: **John Wiley & Sons**. 414 p. 1995.
- BARROW, N.J. Phosphorus uptake and utilization by tree seedlings. **Australian Journal of Botany**, v.25, p.571-, 1977. Botucatu. 146p 2000.
- BERNARDINO, M. L. A. Avaliação nutricional de silagens de híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] de porte médio com diferentes teores de taninos e suculência no colmo. 1996.
- BONAMIGO, L. A. A cultura do milheto no Brasil, implantação e desenvolvimento no cerrado. WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1999. Planaltina. **Anais...** Planaltina: **Embrapa Cerrados**, p.31-65 1999.
- BORGES, A.L.C.C. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo, e seus padrões de fermentação. Belo Horizonte: **Escola de Veterinária da UFMG, 1995**. (Tese, Mestrado em Zootecnia). 104p.
- BRITO, A. F. Avaliação das silagens de setegenótipos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] e seus padrões de fermentação. 1999, 129 f. **Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG**.
- BÜLL, L.T.; FORLI, F.; TECCHIO, M.A.; CORRÊA, J.C. Relação entre fósforo extraído por resina e resposta da cultura do alho vernalizado à adubação fosfatada em cinco solos com e sem adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p.459-470, 1998.
- BURNS, I.G.; WALKER, R.L.; MOORBY, J. How do nutrient drive growth. **Plant and Soil**, v.196, n.2, p.321-325, 1997.
- CANTO, A.C.; TEIXEIRA, L.B.; ITALIANO, E.E. Capineiras de corte para a região de Manaus. Amazonas: **EMBRAPA - UEPAE, 29p**. 1984.
- CHIEN, S.H.; MENON, R.G. Factors affecting the agronomic effectiveness of phosphate rock for direct application. **Fertilizer Research**, v.41, p.227-234, 1995.
- CONRAD H.R., A.D. PRATT Y J.W. HIBBS. Regulation of feed intake in dairy cows. **Journal Dairy Science**, 47: 54-62, 1966.
- CONRAD J. H. et al. Minerais para ruminantes em pastejo em regiões tropicais. 1 ed. Campo Grande: **CNPGC-Embrapa**, 90 p. 1985.
- COSTA, A. Doses e modos de aplicação de calcário na implantação de sucessão soja-trigo em sistema de plantio direto. **Tese Doutorado**. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 146p. 2000.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Cultivares de milho para silagem. In: CRUZ, J. C. (Ed.). Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: **EMBRAPA Milho e Sorgo**, p. 11-37, 2001.
- DODD, J.C.; ARIAS, I.; KOOMEN, I.; HAYMAN, D.S. The mangement of populations of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in acid-infertile soils of savana ecosystem. II. The effects of pre-crops on the spore populations of native and introduced VAM-fungi. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.122, p.229-240, 1990.
- DONATELLI, M.; HAMMER, G. L.; VANDERLIP, R. L. Genotype and water limitation effects on phenology, growth and transpiration efficiency in grain sorghum. **Crop Science, Madison**, v. 32, p. 781-786, 1992.
- ENGELSTAD, O. P.; TERMAN, L. Agronomic effectiveness of phosphate fertilizers. In: KHASAWNEH, F. E. (Ed.). The role of phosphorus in agriculture. **Madison: American Society of Agronomy**, p. 311-332. 1980.
- GERDEMANN, J.N.; NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal endogenous species extracted from soil by wet sieving and decanting. **British Mycological Society Transactions**, Cambridge, Grã-Bretanha, v.46, n.2, p.235-244, 1963.
- GOEDERT, W.J.; SOUSA, D.M.G. Uso eficiente de fertilizantes fosfatados. In: Simpósio Sobre Fertilizantes na Agricultura Brasileira, Brasília, 1984. **Anais. Brasília: EMBRAPA, (Documentos,14)**. p.206-255, 1984.
- HAYMAN, D.S. The physiology of vesiculararbuscular endomycorrhizal symbiosis. **Canadian. Journal Botanic.**, Ottawa, v. 61, p. 944963, 1983.
- KOVAR, J. L. Predicting the most effective phosphorus placement for corn and determining its relation to soil properties. West Lafayette: **Purdue University, (Tese - Doutorado em Ciência do Solo)**. 164 p. 1985.
- LIMA, G.S. de. Estudo comparativo da resistência à seca no sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em diferentes estádios de desenvolvimento. Recife: **UFRPE, (Dissertação de Mestrado)**. 128p. 1998.

- LIRA, M. de A. Considerações sobre o potencial do sorgo em Pernambuco. In: CURSO DE EXTENSÃO SOBRE A CULTURA DO SORGO, 1980, Vitória de Santo Antão, PE. Curso de Extensão sobre a Cultura do Sorgo. Brasília: **EMBRAPA-DID, (IPA. Documentos,1)**. p.87-88. 1981.
- LOPES, A.S. Solos "Sob Cerrado": Características, propriedades e manejo. Piracicaba: **Associação Brasileira para Pesquisa do Potássio e do Fósforo**. 162p, 1983
- LOVATO, P.E. et al.. Micorrização de plantas micropropagadas. In: SIQUEIRA, J.O. (Ed.). **Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas**. Universidade Federal de Lavras/DCS e DCF, p. 175-201, 1996.
- MACHADO, C.T.T. Caracterização de genótipos de milho quanto a parâmetros morfológicos, fisiológicos e microbiológicos associados à eficiência de absorção e uso de fósforo. Rio de Janeiro, 2000. 366p. Tese (Doutorado) - **Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**.
- MACHADO, E.C.; TAKANE, R.J.; FERRO, R. Aplicação de CO<sub>2</sub> via água de irrigação em agricultura. In: FOLEGATTI, M.V. (Coord.) **Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: **Agropecuária**, p. 345-353 1999
- MASOJIDEK, J.; TRIVEDI, S.; HALSHAW, L.; ALEXIOU, A.; HALL, D. O. The synergetic effect of drought and light stress in sorghum and pearl millet. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 96, p. 198-207, 1991.
- MENGE, J.A. Utilization of vesiculararbuscular mycorrhizal fungi in agriculture. **Canadian Journal Botanic**, Ottawa, v. 61, p. 10151024, 1983.
- MINSON, D. J. Forage in ruminant nutrition. **Agronomy Journal**, v.82, n. 7, p. 687-690, 1990.
- MIRANDA, J.C.C. de; MIRANDA, L.N.de. Micorriza arbuscular. In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M., eds. **Biologia dos Solos dos Cerrados**. Panaltina: **EMBRAPA-CPAC**, p.67-111. 1997.
- MONTEIRO, E.M. da. S. Resposta de leguminosas arbóreas à inoculação com rizóbio e fungosmicorrízicos em solo ácido. Itaguaí. **Teses de Doutorado.: UFRRJ**, 221p. 1990.
- MONTEIRO, E.M. da. S. Resposta de leguminosas arbóreas à inoculação com rizóbio e fungos micorrízicos em solo ácido. Itaguaí: **UFRRJ (Teses de Doutorado)**, 221p. 1990.
- MORAES, A de.; MARASCHIN, G.E. Pressões de pastejo e produção animal em milho cv. comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.198-205. 1988
- NETO, M. M. G.; OBEID, J. A.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; ZAGO, C. P.; CÂNDIDO, M. J. D. Rendimento e valor nutritivo de cinco híbridos de sorgo forrageiro. In: **ANAIS REUNIÃO ANUALDASBZ**, 37., 2000.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; FILHO, D. C. A.; BRANDANI, I. L.; PELLEGRINI, L. G.; FREITAS, A. K. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, n. 1, p. 293-301, 2002.
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. 1ª.ed. Viçosa: **UFV-DPS**, 399p 1999.
- OLIVETTI, M.P. de A.; CAMARGO, A.M.M. P. de. Aspectos econômicos e desenvolvimento da cultura do sorgo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 27, n. 1, 1997.
- PAULA, M. A.; SIQUEIRA, J. O. Efeito de micorrizas vesicular arbusculares no crescimento, nodulação e acúmulo de N na soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 71-178, fev. 1987.
- PEREIRA, O.G.; OBEID, J.A.; GOMIDE, J.A. Produtividade e valor nutritivo de aveia (*Avena sativa*), milho (*Pennisetum americanum* L.) e de um híbrido de *Sorghum bicolor* x *S. sudanense*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.22, n.1, p.22-30. 1993.
- PESCE, D. M. C.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; RODRIGUEZ, N. M. BORGES, I. Análise de vinte genótipos (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), de portes médios e altos, pertencentes ao ensaio nacional. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 978- 897, 2000
- PISSAIA, A., G.A. Scholz, N.A. Yorinori, E. Possamai and E. Daros Grain yield of a maize hybrid grown at different densities. **Revista do Setor de Agências Agrárias**, 12: 115-1120 Planaltina: Embrapa Cerrados, p.31-65, 1999.
- RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: **Ceres; Potafos**, 343p. 1991
- RODRIGUES, J. A. S.** Utilização de forragem fresca de sorgo (*Sorghum bicolor* X *Sorghum sudanense*) sob condições de corte e pastejo. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURAE PASTA- GENS – TEMAS EM EVIDÊNCIAS, 2000.
- SAGGIN JÚNIOR, O. J.; SIQUEIRA, J. O.; GUIMARÃES, P. T. G.; OLIVEIRA, E. Colonização do

- cafeeiro por diferentes fungos micorrízicos: efeitos na formação das mudas e crescimento em solo fumigado. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 213-220, 1995.
- SANTOS, P. M, BALSALOBRE, M. A. A, CORSI, M. Efeito da frequência de pastejo e da época do ano sobre a produção e a qualidade em *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, p. 244-249. 1999.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. de. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. LIVRO, Viçosa: UFV. 235p, 2002.
- SILVA, F.F. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo + folhas/panícula. Belo Horizonte: **Escola de Veterinária da UFMG, 1997. 94p. (Dissertação, Mestrado).**
- SILVEIRA, A.P.D. Micorrizas. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M. & NEVES, M.C.P., eds. Microbiologia do solo. Campinas, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, p.257-282. 1992.
- SINGH, D.P. & SINGH, P.K. Response of *Azolla caroliniana* and rice to phosphorus enrichment of *Azolla* inoculum and phosphorus fertilization during intercropping. **Experimental Agriculture**. 31:21-26. 1995.
- SIQUEIRA, J.O. Micorrizas: formas e função. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, I, **Anais**. Lavras, FAEPE, p.5-32, 1986.
- SKERMAN, P.J.; RIVEROS, F. Gramíneas tropicales. Roma: FAO, p. 627-635, 1992.
- SMECK, N. E. Phosphorus dynamics in soils and landscapes. **Geoderma**, v. 36, p. 181-199, 1985.
- SMITH, S. E.; GIANINAZZI-PEARSON, V. Physiological interactions between symbionts in vesicular arbuscular mycorrhizal plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 39, p. 211-244, 1988.
- SMITH, S.E. Mycorrhizas of autotrophic higher plants. **Biol. Rev.**, Cambridge, v. 55, p. 475 - 510, 1980.
- SOARES A.B. Efeito da oferta de matéria seca de uma pastagem natural sobre a produção animal e a dinâmica da vegetação. (Tese Doutorado em Zootecnia.) **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, RS. 180 p, 2002.
- SOUZA, D. M. G.; VOLKWEISS, S. J. Efeito residual do superfosfato triplo aplicado em pó e em grânulos no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 11, n. 2, p. 141-146, maio/ago. 1987.
- SOUZA, L.A., MOURÃO, K.S.M., MOSCHETA, I.S. & ROSA, S.M. 2003. Morfologia e anatomia da flor e antese de *Pilocarpus pennatifolius* Lem. (Rutaceae). **Revista Brasileira de Botânica** 26 :175-184.
- STEWART, J. W. B.; TIESSEN, H. Dynamics of soil organic phosphorus **Biogeochemistry**, Dordrecht, v. 4, p. 41-60, 1987.
- STONE. M.L., MARVIN L., SOLIE J.B., WHITNEY R.W., RAUN W.R., and LEES H.L.. Sensors for detection of nitrogen in winter wheat. **SAE Technical paper series**. SAE Paper No. 961757. SAE, Warrendale PA.1996.
- SÜDEKUM K.H., F. TAUBE Y K. FRIEDEL. Changes in the contents of crude protein and cell-wall carbohydrates and in the nutritive value of lamina, culms + leaf sheaths and ears of winter wheat harvested for whole crop silage as related to phenological development of the crop. **Zeitschrift das Wirtschaftseigene Futter**, 37(3): 318-333. 1991.
- TABOSA, J.N.; FRANÇA, J.G.E. de; SANTOS, J.P.O.; MACIEL, G.A.; LIRA, M. de A.; ARAÚJO, M.R.A. de; GUERRA, N.B. Teste em linhas de sorgo no semiárido de Pernambuco para consumo humano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 28, n. 12, p. 1385-1390. 1993.
- TABOSA, J.N.; TAVARES FILHO, J.J.; ARAÚJO, M.R.A. de; LIRA, M. de A.; ENCARNAÇÃO, C.R.F. da; BURITY, H.A. Water use efficiency in sorghum and corn cultivars under field conditions. **Sorghum Newsletter**, Tucson, v.30, p.91-92, 1987.
- TABOSA, J.N.; TAVARES FILHO, J.J.; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, D.C. dos; LIMA, G.S. de. Desempenho da cultivar de sorgo forrageiro IPA-SF-25 sob diferentes doses de matéria orgânica em solos arenosos da mesorregião do Agreste de Pernambuco. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21, 1996 Londrina. Resumos ... **Londrina, IAPAR/EMBRAPA** p.130, 1996.
- TEIXEIRA, A. S. Alimentos e alimentação dos animais. 5. ed. **Lavras:UFLA, FAEPE**, 214p, 2001.
- VAN SOEST P.J. Voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. **J. Animal Science**, 1965.
- WALBRIDGE. M. R. Phosphorus availability in acid organic soils of the lower North Carolina coastal plain. **Ecology**, v. 72, p. 2083-2100, 1991.
- WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N.O.; QUAGGIO, J.A. Forrageiras. In:

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, p.263-273, 1996

WILSON, J.R.. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. In: HACKER, J.B. (Ed.). *Nutritional limits to animal production from pastures*. Sta. Lucia: Commonwealth **Agricultural Bureaux**. p.111-131, 1982..

YOST, R.S.; KAMPRATH, E.J.; NADERMAN, G.C.; LOBATO, E. Residual effects of phosphorus applications

on a high phosphorus adsorbing oxisol of Central Brazil. **Soil Science Society of America**. Proceedings, Madison, v.45, n.3, p.540-543, 1981.

ZAGO, C. P.; POZAR, G. Época de corte de sorgo (*Sorghum bicolor (L.) Moench*) e sua influência sobre a porcentagem de matéria seca e de panicula. In. **Reunião Anual da sociedade Brasileira de Zootecnia**, 28., 1991.

ZAGO, C.P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4, 1991, **Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ**, p.169-217, 1991.

Recebido em 08/11/2009

Aceito em 22/03/2010