EFEITO RELATIVO DO SUPERFOSFATO TRIPLO E DO TERMOFOSFATO SOBRE A PRODUÇÃO E QUALIDADE NUTRITIVA DO SORGO SACARINO (*Sorghum bicolor* (L) MOENCH)

NELI MARISA AZEVEDO SILVA

Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. RONALDO IVAN SILVEIRA

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Fevereiro - 1987

S586e Silva, Neli Marisa Azevedo.

Efeito relativo do superfosfato triplo e do termofosfato sobre a produção e qualidade nutritiva do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). Piracicaba, 1987
116 p.

Diss.(Mestre) ESALQ
Bibliografia

1. Sorgo sacarino - Adubação fosfatada.
 2. Sorgo sacarino - Produção.
 3. Sorgo sacarino - Qualidade. I. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- II. Título.

CDD 633.62

EFEITO RELATIVO DO SUPERFOSFATO TRIPLO E DO TERMOFOSFATO
SOBRE A PRODUÇÃO E QUALIDADE NUTRITIVA DO SORGO SACARINO
(*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

NELI MARISA AZEVEDO SILVA

Aprovada em: 23.03.87

Comissão Julgadora:

Prof.Dr. Ronaldo Ivan Silveira

ESALQ/USP

Prof.Dr. Zilmar Ziller Marcos

ESALQ/USP

Prof.Dr. José Dias Costa

ESALQ/USP

Prof. Dr. Ronaldo Ivan Silveira
Orientador

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Professor Zilmar Ziller Marcos, pela amizade e orientação inicial na Pós-Graduação, confiança e encaminhamento profissional, transmissão de conhecimentos e experiências acadêmicas.

Ao Professor Ronaldo Ivan Silveira, pela amizade, orientação, presença e estímulo constantes para a realização deste trabalho, transmissão de conhecimentos e orientação profissional.

Aos meus pais e irmã, sem a ajuda dos quais não haveria chegado até aqui.

AGRADECIMENTOS

- Ao Med.Vet. Rodolfo L. Pettinati pelo estímulo, apoio constante, amizade e carinho:
- Ao Prof. Gilberto Silber Schimidt do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá pela participação, amizade, carinho e análise estatística.
- Ao Prof. César G. de Lima do Departamento de Produção Animal FMVZ/USP pela colaboração e elaboração dos programas estatísticos.
- Ao Prof. Paulo R.D. Oliveira do Departamento de Criação de Ruminantes e Alimentação Animal FMVZ/USP, pelas informações e sugestões.
- Aos funcionários do Departamento de Criação de Ruminantes e Alimentação Animal FMVZ/USP, pela colaboração espontânea.
- Ao funcionário Mário B. Lodovico do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes ESALQ/USP, pela colaboração espontânea.
- Aos funcionários da Biblioteca da ESALQ/USP pelo atendimento e cooperação.
- À Fertilizantes Mitsui S.A. Ind. e Com. pelos fertilizantes, gentilmente cedidos.
- À todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	v
SUMMARY	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1. Solos ácidos tropicais	6
2.2. O papel da adubação fosfatada na nutrição animal	9
2.3. O sorgo e a alimentação animal	13
2.4. O termofosfato (TF) e as diferentes fontes de fósforo	16
2.5. O fósforo e o termofosfato na cultura do sorgo	23
2.6. Adubos fosfatados e a granulometria.	28
3. MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1. O solo	31
3.2. A planta	32
3.3. Adubos e corretivo	32
3.4. Delineamento experimental	33
3.5. Instalação e condução do experimento	34
3.5.1. Preparo e correção do solo ..	34
3.5.2. Adubação de plantio	35
3.5.3. Parcelas e primeira semeadura	35
3.5.4. Segunda semeadura	36

	Página
3.5.5. Terceira semeadura	36
3.5.6. Práticas culturais	37
3.5.7. Colheita	38
3.6. Determinações	39
3.6.1. Produção de matéria seca (MS)	39
3.6.2. Composição mineral	39
3.7. Análise estatística	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1. Produção de matéria verde (MV) e matéria seca (MS)	41
4.2. Nitrogênio	50
4.3. Fósforo	61
4.4. Potássio	70
4.5. Cálcio	75
4.6. Magnésio	80
5. CONCLUSÕES	92
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93

EFEITO RELATIVO DO SUPERFOSFATO TRIPLO E DO TERMOFOSFATO
SOBRE A PRODUÇÃO E A QUALIDADE DO SORGO SACARINO
(*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

Autora: NELI MARISA AZEVEDO SILVA
Orientador: Ronaldo Ivan Silveira

RESUMO

O presente trabalho foi conduzido em um Latossol Vermelho Escuro, distrófico, argiloso, localizado no Centro Intraunidade de Zootecnia e Indústrias Pecuárias "Fernando Costa" - FMVZ/USP, Pirassununga, São Paulo. O objetivo foi obter mais informações sobre a produção e o valor nutritivo do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na nutrição animal, bem como, comparar o desempenho do termofosfato em três diferentes granulometrias em relação ao superfosfato triplo.

O experimento foi desenvolvido em condições de campo, utilizando-se o termofosfato magnesiano (Yoorim) e o superfosfato triplo, ambos nas doses de 60 e 120 kg de P_2O_5 /ha.

Foram realizadas determinações da produção de matéria seca e dos macronutrientes.

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que: (a) para o sorgo sacarino é indiferente se a fonte de fósforo utilizada é um fosfato acidulado, como o superfosfato triplo ou, é de origem térmica, como o termofosfato magnesiano, quando se visa a produção de matéria seca e a qualidade nutritiva de sua composição mineral para a nutrição animal; (b) não há diferenças quanto ao termofosfato acabado, semi-acabado e grosso, na produção de matéria seca e nas qualidades nutricionais do sorgo sacarino.

RELATIVE EFFECT OF TRIPLE SUPERPHOSPHATE AND
THERMPHOSPHATE ON THE YIELD AND NUTRITIVE QUALITY OF
SWEET SORGHUM (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

Author: NELI MARISA AZEVEDO SILVA
Adviser: Ronaldo Ivan Silveira

SUMMARY

This work was done on a Dark-Red Latosol, dystrophic, clayey, occurring at the "Centro Intraunidade de Zootecnia e Indústrias Pecuárias 'Fernando Costa'-FMVZ/USP", located in Pirassununga, SP. Its main objectives were to obtain more information about the production and nutritive value of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) as an animal feedstuff as well as to ascertain the relative effect of three grades of thermophosphate as compared to that of triple superphosphate as source of P for sorghum.

The study was conducted as a field experiment using magnesium thermophosphate (Yoorin) and triple superphosphate both at the rates of 60 and 120 kg/ha of P_2O_5 .

Sweet sorghum yield (recorded as dry matter weight) and macronutrient content were the main data collected and analysed leading to the following conclu -

sions: (a) dry matter yield and nutritive value of sorghum is not affected by the source of phosphorus, whether acidulated or of thermic origin; (b) grade of thermophosphate and liming had no effect on the yield and nutrient content of sweet sorghum.

1. INTRODUÇÃO

Os solos predominantes no território brasileiro são classificados como Latossolos e, desta área, 20 à 25 % estão sob vegetação de cerrado.

Esses solos apresentam, geralmente, textura variada, boa profundidade e boas condições físicas e, topografia favorável à mecanização, mas, se caracterizam pela elevada acidez, pelos altos teores de sesquióxidos de Fe e Al e pela pobreza em matéria orgânica e elemento nutritivos às plantas (ALMEIDA NETO, 1975; MOREIRA et alii, 1979 e LANA, 1983).

Entre esses elementos o fósforo é, sem dúvida alguma, um dos fatores que mais tem limitado agromônica e economicamente a produção das culturas, quer pela sua deficiência natural, quer pelas próprias características dos solos, que apresentam formas de fósforo de boa estabilidade química mas de baixa disponibilidade para as plantas e, uma apreciável capacidade de retenção dos fosfatos adicionados (SALINAS & SANCHES, 1976; BORGES, 1978; FASSBENDER et alii, 1978 e KAMINSKI, 1983).

Com todos esses fatores contribuindo para a baixa fertilidade natural dos nossos solos, a adubação acaba desempenhando um papel fundamental quando são examinados os aspectos da produção de forrageiras.

Sabe-se que o baixo consumo de energia e proteína pelos animais em pastoreio é considerado o principal fator que dificulta altas produções nos trópicos (SANCHES, s.d.). Dessa forma, se reveste de grande importância o conhecimento do valor nutritivo e a composição química de uma forragem a ser fornecida ao animal, tanto em pastejo direto, como em forma de silagem ou feno.

Também no caso da produção de forragem, voltamos a encontrar o fósforo como um dos elementos de maior importância (SANZONOWICZ & GOEDERT, 1984), tanto pelos problemas encontrados nos solos tropicais, como pela sua importância na nutrição animal.

Com relação a alimentação animal, uma das formas de suplementação para o período das secas é o fornecimento de silagem. Nesse campo, o sorgo que já é utilizado para produção de grãos para rações, vem despendendo como uma cultura que se apresenta como ótima opção.

O sorgo apresenta muitas linhagens praticamente insensíveis ao fotoperíodo, o que facilita sua produção em diferentes latitudes, podendo ser semeado em diferentes épocas com exigências nutricionais, geralmente, semelhantes às do milho.

Quando se buscam informações sobre as fontes normalmente utilizadas para o suprimento do fósforo, verifica-se que os fosfatos solúveis em água são consideradas as melhores, mas, por outro lado, são também as mais caras, por exigirem enxofre para sua fabricação, que é uma matéria prima importada.

Com os fosfatos naturais brasileiros ocorre o inverso, apresentam baixos custos e baixa eficiência.

Por esses motivos, atualmente estão sendo avaliadas algumas técnicas que visam melhorar a solubilidade dos fosfatos, entre elas, os tratamentos térmicos moderados, como o utilizado na fabricação do termofosfato sílico-magnésiano (Yoorin), que apresenta eficiência comparável às fontes solúveis em água (RAIJ *et alii* 1982).

Segundo SOUZA (1977), a planta se comportando como um verdadeiro laboratório num meio complexo como o solo, irá determinar a eficiência de um

adubo. Partindo-se desse princípio e, levando-se em consideração todos os problemas relacionados ao fósforo nos solos e as características apresentadas pelo sorgo e pelo termofosfato, levantou-se as seguintes hipóteses:

- O termofosfato poderá se tornar uma fonte de fósforo viável por apresentar custos mais baixos que as fontes solúveis, não perdendo muito, para as mesmas, em eficiência, além de dispensar, em alguns casos, o uso de calcário, pelas suas próprias características de composição.

- O termofosfato poderá apresentar uma maior redução do custo se for omitida a operação de moagem durante seu processamento, o que resultará em um produto de maior granulometria e, provavelmente, de solubilidade mais lenta.

Se esse produto apresentar uma eficiência considerada satisfatória em relação à uma fonte mais solúvel em uma cultura de ciclo curto, poderá vir a ser uma alternativa econômica, principalmente para culturas de ciclo mais prolongado, como pastagens, capineiras e, mesmo para o próprio sorgo, utilizando-se sua capacidade para fornecer até três cortes.

Com o objetivo de comprovar as hipóteses levantadas, estudou-se:

- O comportamento de uma variedade de sorgo sacarino, adubado com duas doses de duas fontes de fósforo.

- A eficiência de três diferentes granulometrias de termofosfato, quando comparadas à eficiência do superfosfato triplo.

- O teor de nutrientes na planta, com vistas, não só à utilização do sorgo na alimentação animal, como também, à preocupação da melhoria da qualidade da forragem.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Solos ácidos tropicais

Há algum tempo os solos tropicais vêm recebendo a atenção de pesquisadores. Hoje já se sabe que os da América Tropical apresentam 54 % de sua área com problemas de fixação de fósforo, 50 % com deficiências de cálcio e magnésio e predominância de solos com elevada acidez e saturação de alumínio acima de 60 % (SANCHES & SALINAS, 1981). Da área total, 34 % são representados pelos oxissolos, ocupando 513 milhões de hectares (SANCHES & ISBELL, 1982).

No território brasileiro, a grande maioria dos solos pertence ao grupo dos latossolos, que se distinguem pela presença de argila de baixa atividade, baixo teor de cálcio trocável, alta quantidade de óxidos e hidróxidos de Al e Fe e baixa de fósforo disponível, apreciável capacidade de adsorção de fosfatos, praticamente nenhuma capacidade de retenção de nitratos, geralmente um baixo teor de matéria orgânica, baixo va-

lor de pH, presença de Al livre e reduzida CTC (LOPES & COX, 1977; BRAUN, 1980 e GOEDERT & LOBATO, 1984).

Se os solos brasileiros já são considerados pobres, isso se agrava com relação aos solos sob vegetação de cerrado, como demonstram várias pesquisas efetuadas.

LOPES & COX (1977), trabalhando com 528 amostras superficiais de solos de cerrado, encontraram que mais de 90 % apresentavam teores de Ca, Mg, P, K e Zn, abaixo do nível crítico sugerido.

Dos elementos citados, se isolarmos apenas o fósforo, verificaremos que, ele sozinho, por suas características, dá margem à uma infinidade de trabalhos, pois, segundo LARSEN (1967), a recuperação pelas plantas, do fósforo aplicado, é muito pequena, estando ao redor de 10 % e, podendo variar de 5 a 25 %, de acordo com o tipo do solo.

MELO (1978), em comentário sobre a assunto, cita que aumentos no rendimento de diversas culturas, em resposta à aplicação de fósforo, tem sido comuns nos solos de regiões tropicais e subtropicais, normalmente deficientes nesse elemento e eficientes fixadores do P solúvel adicionado como adubo. Em solos de cerrado, FREI-

TAS et alii (1972), encontraram evidências de uma deficiência geral de fósforo, através das mais baixas produções obtidas para a cultura do milho, quando da omissão desse elemento.

Segundo LIMA (1981) a adubação fosfatada é uma necessidade quase que geral para a produção do país, e demonstrando isso, GOEDERT & LOBATO (1984) obtiveram curvas de respostas para culturas anuais e pastagens, caracterizando a inviabilidade da agricultura na região dos cerrados sem adubação fosfatada, já que mostram que os rendimentos sem adição de fósforo são muito pequenos.

O fósforo é considerado um dos grandes problemas de nossa agricultura devido às características de seu comportamento em nossos solos.

Ao adicionarmos fósforo ao solo, como fertilizante, este se dissolve passando para a solução do solo. Devido à forte tendência de adsorção pelo solo, a maior parte do fósforo passa para a fase sólida, onde fica, a princípio, como P lábil, passando gradativamente, à P não lábil (KORNDÖRFER, 1978 e RAIJ, 1981).

Em solos sob vegetação de cerrado a situação se agrava, pois encontramos preliminarmente formas de P ligadas à óxidos e hidróxidos de Fe e Al e, embora este mecanismo de retenção esteja definido, parece ser o maior responsável pela fixação do fósforo no solo (BRAGA & DEFELIPO, 1972; VOLKWEISS & RAIJ, 1977 e GONÇALVES, 1984).

2.2. O papel da adubação fosfatada na nutrição animal

O fósforo desempenha, em relação aos seres vivos, um papel de grande importância, promovendo o crescimento e a reprodução de plantas e animais, além de ser um elemento imprescindível aos processos biológicos como transportador normal de energia nas células. (ALMEIDA NETO, 1975).

Na planta ele é o responsável direto pelo armazenamento e fornecimento da energia química que o vegetal fixa na fotossíntese e que depois liberta na respiração. Atua, também, em funções estruturais, como: fosfolipídeos de membrana, carboidratos, gorduras, vitaminas, coenzimas e ácidos nucleicos. (MALAVOLTA, 1980).

Na nutrição de plantas forrageiras, WERNER & HAAG (1972), apontam o fósforo como um dos principais elementos, acrescentando que, quando seu teor é

baixo no solo, a produção é muito diminuída, além da ocorrência de baixos teores na forragem, com graves consequências para a nutrição dos animais que a consomem.

No caso de solos ácidos, é comum a formação de compostos fosfatados insolúveis de ferro e alumínio, o que resulta em deficiências nas forrageiras (HAAG & DECHEN, 1984), mas, a utilização, no Brasil, de adubação de forrageiras, tem sido relativamente pequena, embora seja um dos fatores que interfere na sua qualidade e produção (PEDREIRA & SILVEIRA, 1972). Estudos tem sido feitos a fim de se verificar a melhor forma de se introduzir a adubação como uma prática comum e proporcionar um manejo adequado (MIRANDA, 1982).

PEREIRA et alii (1971), em uma extensa revisão sobre deficiências de fósforo em plantas forrageiras e pastagens da América Latina, relataram não só sua ocorrência, como suas consequências nos rebanhos, ou seja, incidência de baixa fertilidade, crescimento retardado, osteofagia, distrofias ósseas e outros distúrbios. Os mesmos autores, estudando a composição mineral de várias gramíneas tropicais, encontraram correlações positivas entre o teor de P disponível no solo e a concentração do elemento na planta.

NAZÁRIO *et alii* (1984), trabalhando com níveis de nutrientes em forrageiras, em várias regiões do Estado de São Paulo, encontraram, com pequenas exceções, deficiências de fósforo na maioria das amostras analisadas, assim como GALLO *et alii* (1974), estudando 249 amostras de forrageiras, também do Estado de São Paulo, encontraram teores de P abaixo do nível de exigências de bovinos.

WERNER & HAAG (1972), trabalhando com três gramíneas forrageiras em solução nutritiva, ao elevarem a concentração de fósforo, encontraram aumentos na produção de matéria seca da parte aérea, no teor de P, no peso das raízes e no número de perfilhos.

Além das vantagens advindas da adubação, para a nutrição das forrageiras, inúmeros trabalhos tem demonstrado, também, sua importância na alimentação e nutrição animal.

ROLÓN & PRIMO (1982), trabalhando com pastagem consorciada, atribuíram os maiores teores de proteína bruta, potássio, cálcio e fósforo às áreas adubadas e/ou à maior participação de leguminosas nas amostras. Os rendimentos de peso vivo/ha foram de 299; 339 e 376 kg no primeiro ano e, 170; 340 e 449 kg no segun-

do ano, respectivamente para as doses de P_2O_5 e K_2O de 0; 20 e 40 kg/ha. As adubações, no segundo ano, também modificaram, consistentemente, a capacidade de suporte das pastagens.

Ozanne et alii, citados por ROBERTS (1982), trabalhando com ovelhas, obtiveram aumentos quase que lineares para ganho de peso, quando utilizaram doses de fertilizantes fosfatados aproximadamente três vezes maiores do que as necessárias para produções máximas das pastagens. Esses aumentos no ganho de peso foram atribuídos ao maior consumo voluntário e à maior digestibilidade do alimento obtido nas pastagens adubadas, e como não foram obtidos os mesmos ganhos com uma suplementação inorgânica para uma mesma ingestão de P, concluiu-se que, possivelmente, as respostas foram causadas por algum componente não detectado que variou com o nível de fósforo.

Como se pode notar, há inúmeros fatores que deveriam ser considerados na adubação de forrageiras.

OZANNE, P.G.; PURSER, D.B.; HOWES, K.M.W.; SOUTHEY, I. Influence of phosphorus content of feed intake and weight gain in sheep. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, East Melbourne, 16: 353-360, 1976.

2.3. O sorgo e a alimentação animal

O sorgo é originário da África Tropical e apesar de ser uma cultura muito antiga, somente a partir do fim do século passado é que teve um grande desenvolvimento em muitas regiões agrícolas do mundo, sendo um dos principais cereais consumidos na alimentação humana na Ásia e África.

No Brasil, atualmente, o sorgo encontra-se espalhado por todo o país, e apesar de sua importância ser ainda pequena em relação às principais culturas, existe a perspectiva de uma rápida expansão devido a identificação de suas potencialidades e viabilidade econômica em diversas regiões. (FRANÇA et alii, 1983).

Uma combinação singular de características permite que o sorgo seja produzido em áreas normalmente consideradas muito secas para a maioria das outras culturas graníferas, apresentando boa tolerância para temperaturas elevadas. Isso é devido à um sistema radicular abundante, profundo e fibroso e a características foliares xerofíticas que retardam a perda de água. Tem ainda a capacidade, especialmente nos estágios iniciais de desenvolvimento de sustar o crescimento durante uma seca prolongada e reiniciar o desenvolvimento quando houver disponibilidade de água.

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA, 1978), o sorgo torna-se uma alternativa, em potencial, como forrageira, para a região do nordeste, com superioridade quanto à produção de massa verde e matéria seca em relação ao milho. Vantagem adicional é a possibilidade de rebrota após o corte, que permite a obtenção de forragem na época em que já se inicia o período de escassez de volumosos verdes.

TOVAR *et alii* (1972) também consideraram o sorgo como o melhor substituto do milho em zonas marginais, assim como SEIFFERT *et alii* (1978), que apontaram a cultura como uma opção para regiões de cerrado, onde ocorre uma má distribuição de precipitações com secas estacionais.

Para a indicação do sorgo para a alimentação animal, cinco fatores são de grande importância: alta capacidade de produção, adaptação à mecanização, comprovada fonte de energia, versatilidade (pastejo, feno e silagem) e adaptação às regiões secas.

Segundo a EMBRAPA (1982), das cultivares de sorgo forrageiro conhecidas, adaptadas para utilização em pastejo direto, feno, silagem e corte verde, as disponíveis, atualmente, são as duas últimas, caracterizando-se por possuírem colmos doces e suculentos, boa

produção de grãos e altura média em torno de 3 m. Existem, também, as de duplo propósito, forragem e grãos, com altura média de 2 m. O aproveitamento da reborta é bastante viável, desde que as condições climáticas sejam favoráveis.

Com relação as produções normalmente obtidas para a cultura do sorgo, SAIBRO *et alii* (1972), trabalhando com sete variedades de sorgo forrageiro, para silagem, em três anos consecutivos no Rio Grande do Sul, encontraram produções totais de matéria seca que variaram de 3,6 à 21,7 t/ha. Também no Rio Grande do Sul, em três diferentes localidades, PETRINI & RAUPP (1981), trabalhando com cinco variedades de sorgo saca - rino, obtiveram produções de colmos que variaram de 26,8 à 46,3 t/ha.

Além de ser uma cultura de apreciável produção, o sorgo tem apresentado bons desempenhos na área da alimentação animal. SCHAFFERT & BORGONOVÍ (1980), demonstraram, em vários estudos comparativos, a superioridade do sorgo em relação ao milho, cana-de-açúcar e outras espécies, quanto às taxas médias e máximas de crescimento e no retorno de calorias por calorias utilizadas na produção da cultura.

MONTAGNINI *et alii* (1972), trabalhando com rações que possuíam 60 % de pé integral de milho ou de sorgo, para bovinos em confinamento, encontraram que, além do sorgo haver produzido 13 % a mais que o milho por unidade de área, com menor valor comercial, foi também responsável pela melhor conversão alimentar dos animais.

O emprego de sorgo como substituto do milho em rações para bezerros apresentou, também, resultados satisfatórios em diferentes experimentos (AZAMBUJA & PEIXOTO, 1979 e CONSENTINO, 1980). Da mesma forma se comportou o sorgo forrageiro, utilizado na forma de silagem, comparado à outros tipos de plantas. Isso é o que se constata em experimentos com vacas leiteiras (NAUFELL *et alii*, 1969), porcas gestantes (FARIAS, 1975), bovinos em confinamento (MATTOS *et alii*, 1969; VELLOSO, 1970/71 e VELLOSO & FIGUEIREDO, 1970/71) e carneiros (MELOTTI & CAIELLI, 1981).

2.4. O termofosfato (TF) e as diferentes fontes de fósforo

Não mais do que 20 % do fósforo aplicado ao solo é prontamente aproveitado pelo vegetal, devido a alta capacidade de retenção dos fosfatos pelos constituintes do solo (EMBRAPA, 1982), que acabam praticamente,

entrando em competição com a cultura (ALMEIDA NETO, 1975). Dessa forma, há uma necessidade urgente de se aprimorar a eficiência do uso de fertilizantes fosfatados, já que as quantidades aplicadas, além de compensar o P extraído do solo pela cultura, devem, também, ser suficientes para compensar a imobilização desse elemento pelos solos (GOEDERT & SOUZA, 1986).

Segundo SAMPLE *et alii* (1980), ao adicionarmos um fosfato ao solo, há a formação de uma solução saturada em fosfato, próxima ao sítio do grânulo, o que acarreta uma diminuição do potencial osmótico, com o estabelecimento de um gradiente e uma consequente demanda por água na zona radicular. Devido a difusão ou a diferença no potencial matricial, a solução move-se para fora desta zona, resultando num aumento da área de reações do fertilizante com os constituintes do solo, as quais são mais intensas quanto mais solúvel for o fosfato adicionado.

SANZONOWICZ & GOEDERT (1984), comentando os problemas que envolvem o fósforo no solo, apontaram o fato de que, quando a fonte de P é de alta solubilidade, poderá haver reações de precipitação ou de adsorção, provocando uma grande imobilização do fósforo. E se sua solubilidade for muito baixa, sua velocidade de liberação poderá estar abaixo daquela requerida pelas plantas.

Seguindo a mesma linha, de problemas relacionados às características de nossos solos, BRAUN (1980), enfatiza a considerável perda de investimentos, quando da utilização de fertilizantes NPK com alta solubilidade em água.

Segundo SANCHEZ (s.d.), para os solos tropicais o ideal seria, como adubação, uma alta dose de fósforo que fosse suficiente para satisfazer a capacidade inicial de fixação do solo, sendo liberado gradualmente, com o correr dos anos, mas, isso implicaria em um investimento inicial muito alto, além das possibilidades da maioria dos agricultores. Uma das estratégias recomendadas, seria o uso de fontes de P de menor custo, no que também concordaram SANZONOWICZ & GOEDERT (1984), devido à grande participação da adubação fosfatada no custo de formação e manutenção das pastagens. Os três autores ressaltaram a necessidade de se buscar tecnologias que resultem em maior eficiência, e a necessidade de se conhecer a viabilidade de utilização de fosfatos de dissolução mais lenta no solo e menor grau de processamento industrial e, por isso, de menor custo por unidade de P aplicado.

GOEDERT & LOBATO (1984), também alertaram que a recomendação de uma fonte de fósforo deve se basear na sua capacidade em suprir adequadamente as plantas (eficiência agrônômica) e no seu custo a nível de

produtor. Os mesmos autores, trabalhando com fosfatos naturais, normalmente utilizados na adubação de pastagens por seu baixo custo, demonstraram que, cerca de 1/4 desses fosfatos ainda se encontrava em forma de apatita, seis anos após sua incorporação ao solo.

Também trabalhando com fosfato natural, MOREIRA et alii (1979), recomendaram-no com restrições em razão da sua baixa solubilidade, que se torna ainda mais limitante com a elevação do pH após a calagem.

Fenster & Leon (1978), citados por KAMINSKI (1983), em comentário sobre adubos fosfatados para a América Latina apontaram os termofosfatos magnesianos como uma alternativa de grande potencial, sendo que os mesmos se mostraram até superiores quando comparados aos superfosfatos, inclusive quanto a absorção de Ca e Mg.

BRAGA & AMARAL (1971), verificando a ação de diversas fontes de fósforo em um solo Aluvial, encontraram uma elevação do pH com a aplicação do termofosfato e diminuição com o superfosfato simples (SS) e DAP. O teor de Ca aumentou pa-

FENSTER, W.E. & LEON, L.A. Utilization of phosphate rock in tropical soils of Latin America. In: SEMINAR ON PHOSPHATE ROCK FOR DIRECT APPLICATION, Haifa. International Fertilizer Development Center, 1978. p. 174-210.

ra.o super simples, termofosfato e fosfato de Araxá, e o de Mg, para o termofosfato, super simples e Araxá, ambos sem correlação com a variação do pH. Todas as fontes, de modo variado, elevaram o teor de P no solo.

Trabalhando com o termofosfato em um LVa e um LR, NAKAGAWA et alii (1979) concluíram que a sua aplicação pode reduzir o uso de calcário, além de observarem diminuição da acidez provocada pelo Al trocável e de elevação em duas vezes no LVa e quatro vezes no LR da saturação em bases (V %).

Com relação ao uso do calcário e do termofosfato, MALAVOLTA (1983), afirma que o Equivalente de CaCO_3 do termofosfato é igual a +500, ou seja, o TF aumenta o pH do solo equivalente ao efetuado por 500 kg de CaCO_3 . MACHADO et alii (1983), avaliando o efeito do calcário e de cinco adubos fosfatados na cultura da soja, em campo nativo na região de Pelotas, durante quatro anos, determinaram aumento no pH e no teor de Ca+Mg e, decréscimo anual de Al trocável, quando da aplicação da Escória de Thomas, TF Yoorin e fosfato de Gafsa. Os resultados dos rendimentos dos grãos mostram que a Escória de Thomas e o TF tiveram o melhor desempenho, mesmo comparados ao SS e ao superfosfato triplo (ST) e, puderam dispensar a calagem. No tratamento com calagem, todas as fontes apresentaram eficiência semelhante.

GOEDERT & LOBATO (1984), trabalhando com onze fontes de P durante oito anos em experimento de campo, encontraram o TF Yoorin como a fonte de maior Índice de Eficiência Agronômica quando relacionada ao superfosfato triplo. O pH do solo aumentou ligeiramente com a adição do P, porém, a longo prazo, o efeito mais pronunciado foi verificado com o termofosfato, fato este, também observado para o Ca+Mg.

De acordo com os resultados apresentados por vários experimentos, conduzidos em casa-de-vegetação, utilizando-se diferentes tipos de solos e de culturas, o termofosfato vem apresentando eficiência semelhante e até superior, quando comparado à outros fertilizantes fosfatados, mesmo que os mesmos sejam considerados mais solúveis, como é o caso de superfosfato triplo e do superfosfato simples (GARGANTINI & SANTOS, 1971; GARGANTINI & FEITOSA, 1972; GARGANTINI & SOARES, 1973; FEITOSA & RAIJ, 1976; FEITOSA et alii, 1978; KORNDÖRFER, 1978; KORNDÖRFER et alii, 1979 e MORAIS et alii, 1979).

Um dos argumentos utilizados para o bom desempenho apresentado pelos termofosfatos, é o seu conteúdo em sílica. A adição de silicatos é uma das estratégias para se diminuir a capacidade de fixação de P dos solos tropicais (SANCHEZ,s.d.) , considerando que além de

elevar o pH, eles tem efeito de bloquear os sítios de adsorção do fosfato, pela similaridade de tamanho, ou, de combinar esse efeito com a competição pelos mesmos "locus" de adsorção (VOLKWEISS & RAIJ, 1977 e CHIEN, 1978). Além da sílica, o magnésio existente no TF ajuda na absorção do fósforo e promove a formação de fosfatos mais solúveis que os de Fe e Al, (MALAVOLTA, 1983 e NEPTUNE, 1986).

O fato dos termofosfatos apresentarem um índice de eficiência agronômica as vezes semelhantes e, na grande maioria dos casos, superior aos fosfatos solúveis, quando em ensaios de competição de diferentes fontes de fósforo, tem se tornado comum, mesmo quando os autores consultados trabalharam em diferentes condições, com diversos tipos de solos e culturas. Isso pode ser comprovado nas pesquisas realizadas com arroz (FURLANI et alii, 1977), cana-de-açúcar (ALVAREZ et alii, 1965a ; ALVAREZ et alii, 1965b e MALAVOLTA, 1983), cebola (SILVA et alii, 1982), crotalária (SALGADO et alii, 1981), forrageiras (Universidade da Carolina do Norte*, citada por FENSTER & LEÓN, 1982), milho (MIRANDA et alii, 1970 e

* NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY. Agronomic-economic research on tropical soils. Annual Report 1974. Raleigh, Soil Science Department/N.C.S.U., 1975.

MALAVOLTA, 1983), soja (PEREIRA *et alii*, 1974; BRAGA *et alii*, 1980 e MALAVOLTA, 1983), soja perene (NEME & LOVADINI, 1967), trigo (BARTZ *et alii*, 1976 e FABRICIO *et alii*, 1985), e mesmo nos casos de experimentos que envolveram vários anos de cultivo, como: seis anos de ensaio com algodão (SILVA *et alii*, 1977) e a sucessão milho-trigo-soja-trigo (OLIVEIRA *et alii*, 1984).

Baseados na elevada eficiência agronômica apresentada pelos termofosfatos podemos concordar com as palavras de GOEDERT & SOUZA (1986) de que, solucionando as limitações de custo e de baixa concentração de fósforo, os termofosfatos se apresentam como a alternativa mais promissora para o Brasil.

2.5. O fósforo e o termofosfato na cultura do sorgo

O comportamento do sorgo frente à adubação fosfatada parece não se encontrar ainda muito bem definido, segundo o que pode ser observado em trabalhos consultados.

Alguns autores comentaram que em revisões sobre o assunto, encontraram as mais variadas respostas, desde grandes aumentos de rendimentos de sorgo, obtidos com pequenas adubações fosfatadas, até a não ob-

tenção de efeitos significativos com doses de 300 kg de P_2O_5 /ha, ou mais, (TOVAR, 1972 e COUTINHO, 1983).

Outros autores apresentaram resultados melhor definidos, como é o caso de VILLACHICA & QUEVEDO (1972), que obtiveram respostas positivas, lineares e estatisticamente significativas, tanto para a produção de matéria seca, como para a concentração de P nos tecidos do sorgo, pela adição de fósforo, num solo considerado com alto teor disponível do elemento.

AZEREDO et alii (1975), estudando a adubação nitrogenada e fosfatada na cultura do sorgo sacarina, concluíram que a fosfatada afetou significativamente a produção de grãos, com aumentos de 49 % e 62 % para as doses de 60 e 120 kg de P_2O_5 /ha, respectivamente. MELO (1978), trabalhando com sorgo em diferentes solos, caracterizados como de disponibilidade muito baixa em P, observou que não houve condições de crescimento normal das plantas, nem perfilhamento após o corte, quando estas tiveram seu suprimento de fósforo limitado ao existente no solo como disponível.

Num LVEa, sob vegetação de cerrado, MACHADO et alii (1979), em ensaio com o sorgo granífero, encontraram respostas crescentes da cultura até o nível

de 1 200 kg de P_2O_5 /ha. Observaram, também, uma tendência ao aumento do número de panículas/ha, altura de planta e produção de grãos, ocorrendo o inverso quanto à porcentagem de plantas acamadas, quebradas e número de panículas verdes + estéreis.

Estudando cinco cultivares de sorgo, cultivados em solução nutritiva completa e em condições de "stress" relativa de N, P e K, separadamente, ROSOLEM et alii (1981), concluíram que a deficiência de P afetou os teores de proteína dos grãos. Com exceção de dois cultivares, houve uma correlação direta, sendo que, a produção de grãos também foi afetada.

Nem todos os autores consultados encontraram respostas tão marcantes às adubações fosfatadas, como é o caso de PAINTER & LEAMER (1953), que verificaram efeitos isolados de aumento de produção em 42 % para a adubação nitrogenada e de apenas 4,6 % para a fosfatada. Combinadas, a produção aumentou 60,2 %.

Ross & Webster*, citados por ROSOLEM & MALAVOLTA (1980), consideraram o sorgo uma cultura esgo-

* ROSS, W.M. & WEBSTER, O.J. Fertilizers: Culture and use of grain sorghum. Agriculture Handbook 385, Washington, U.S. Dept. of Agriculture. 1970. p. 18-20.

tante do solo, com o N como fator limitante e baixas exigências em P e K. Em concordância, ROVIRA *et alii* (1972), também encontraram os maiores rendimentos para o sorgo devidos ao N, sendo o P e o K pouco efetivos.

Em ensaio de nutrição mineral do sorgo, MALAVOLTA & LOURENÇO (1978a), verificaram que as exigências globais obedecem à ordem decrescente: K, N, Ca, P, Mg e S.

Com relação à utilização dos termofosfatos na cultura do sorgo, encontramos vários experimentos, na maioria das vezes com resultados considerados satisfatórios. É o caso de DEFELIPO *et alii* (1978), que trabalhando com carbonato de cálcio (CaCO_3) e diferentes doses e fontes de P, encontraram elevação do pH e neutralização do Al trocável para o CaCO_3 e o TF Yoorin. O teor de magnésio no solo foi elevado com o TF e, o teor de P na planta e a produção de matéria seca, aumentaram com o superfosfato simples e o termofosfato.

BIASI & SUHETT (1979), comparando o ST, TF Yoorin e a apatita de Araxá, em três solos LVA (de mata, terra cansada e de cerrado), na cultura do sorgo, obtiveram produções superiores de matéria seca para as duas primeiras fontes, nos solos de mata e terra cansada. A concentração de P na planta apresentou-se decrescente

para: ST > TFY > apatita. Quanto ao pH do solo o ST não produziu nenhum efeito e o TFY provocou maior aumento do que a apatita. A concentração de Ca+Mg do solo foi alterada positivamente para TFY > ST > apatita.

Em um LVE, textura média, fase cerrado , com o objetivo de estudar o efeito da acidez do solo na resposta a fontes e níveis de fósforo, FRANÇA et alii (1979), encontraram as maiores produções de sorgo para o ST e o TF Yoorin, além de uma redução no Al trocável quando se utilizou o TFY.

SANTOS et alii (1979), trabalhando com sorgo granífero, e diferentes adubos fosfatados, observaram que em presença do ST e TF Yoorin, a produção variou linearmente apenas com os níveis de P_2O_5 aplicados e, CORDEIRO et alii (1981), encontraram resultados satisfatórios para a produção de matéria seca do sorgo sacarina para o fosfato de Pirocaua e o termofosfato IPT, quando comparados ao ST.

KAMINSKI (1983), em experimento com o sorgo e diferentes fontes de P, encontrou resultados intermediários para o TF Yoorin, o mesmo não acontecendo com MALAVOLTA (1983), que, para o sorgo granífero, encontrou eficiência semelhante entre o TF e o ST.

Avaliando a eficiência de dez fontes de P na produção do sorgo granífero, durante sete cultivos sucessivos em LVEd, fase cerrado, VASCONCELLOS et alii (1986b), não observaram influência das diferentes fontes nos teores de Ca e Mg do solo. Na dose de 100 kg de P_2O_5 /ha o hiperfosfato, o TF Yoorin e o TF IPT, apresentaram maior potencial produtivo que o ST e na dose de 400 kg de P_2O_5 /ha, destacou-se o ST seguido do hiperfosfato e do TF Yoorin.

2.6. Adubos fosfatados e a granulometria

Desde muito tempo a granulometria começou a despertar interesse, quando do estudo da solubilidade dos adubos fosfatados no solo, mas, como se poderá ver pelos trabalhos consultados, a grande maioria das pesquisas está relacionada com os fosfatos naturais ou com os fosfatos solúveis, sendo quase inexistentes trabalhos com formas fosfatadas de solubilidade intermediária.

Segundo KÖRNDORFER (1978) e GOEDERT & SOUZA (1986), a eficiência agronômica de uma rocha fosfatada está relacionada com a área de contato da mesma com os componentes do solo, sendo, portanto, o grau de moagem e a porosidade características que afetam sua solubilização e, conseqüentemente, o aproveitamento do fósforo pelas plantas. Para o caso dos fosfatos solú-

veis a granulação diminui o volume do solo com o qual o adubo reage, resultando em menor retenção do fósforo pelo solo e, portanto, maior disponibilidade (MALAVOLTA, 1983 e GOEDERT & SOUZA, 1986).

Trabalhando com diferentes granulometrias para os fosfatos de Catalão e Patos de Minas na cultura do feijão e, posteriormente, de *Brachiaria decumbens*, RAIJ et alii (1979), encontraram efeitos positivos na eficiência dos adubos quando de uma melhor moagem. À conclusões semelhantes chegaram BRAGA & NEVES (1981), trabalhando com sorgo granífero e fosfato de Patos.

De acordo com KAMINSKI (1983), ao contrário dos fosfatos solúveis, é possível que o fosfato parcialmente acidulado não granular apresente maior efetividade.

LANA et alii (1984), trabalhando com diferentes granulometrias de fosfato de Araxá, em três cultivos sucessivos de sorgo, observaram aumento na produção de matéria seca da parte aérea no 1º cultivo, para os tratamentos com classes de partículas menores, efeito este, menos acentuado nos dois cultivos seguintes. Tal fato foi explicado por uma reação mais lenta das partículas maiores do fosfato, com o solo, o que assegurou maior produção por maior período de tempo. Observaram,

também, que no 1º cultivo, tanto na ausência como na presença de calagem, as maiores produções foram conseguidas com as menores partículas. Já nos 2º e 3º cultivos, sem calagem, as partículas de maior tamanho é que propiciaram as maiores produções de matéria seca total.

Num LVEd, fase cerrado, VASCONCELLOS *et alii* (1986a) trabalhando com dez fontes de P na cultura do sorgo granífero, não encontraram correlação entre a granulometria e a dose de 100 kg de P_2O_5 total/ha. Apenas para a dose 400 kg de P_2O_5 total/ha, a granulometria mais fina dos fosfatos naturais favoreceu sua solubilização.

Na maioria dos trabalhos consultados, foram encontradas citações sobre uma pesquisa realizada por CATANI (1954), onde foi estudada a influência do grau de finura de vários adubos fosfatados e suas solubilidades em solução de ácido cítrico a 2 %. O autor observou que não existe diferença entre a solubilidade apresentada por um fosfato que passou inteiramente pela peneira 100 (0,149 mm), ou, por peneiras mais finas. Concluiu, também, o que nos despertou grande interesse, que a natureza do material fosfático exerce mais influência sobre a sua solubilidade que o seu grau de finura.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. O solo

O solo onde foi conduzido o experimento é um Latossol Vermelho Escuro, distrófico, argiloso, localizado nas instalações do Centro Intraunidade de Zootecnia e Indústrias Pecuárias "Fernando Costa", pertencente à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga, São Paulo.

Até 1983 a área se encontrava em pousio, há mais de vinte anos, apresentando apenas uma vegetação de gramíneas diversas e plantas consideradas invasoras, de pequeno porte e típicas de solos sob vegetação de cerrado. Em 1983 a área foi cultivada com sorgo forrageiro e sacarino, para observação de desempenho de variedades, sem nenhum tipo de adubação mineral.

Os resultados da análise química do solo para fins de fertilidade, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados da análise de terra na profundidade de 0-20 cm.

pH em H ₂ O(2:1)	C %	P solúvel H ₂ SO ₄ -0,05M	K	Ca	Mg	Al	H
				meq/100 g			
5,3	1,4	0,02	0,14	1,5	0,79	0,28	4,62

Média de quatro amostras.

3.2. A planta

Trabalhou-se com o sorgo sacarino (Sorghum bicolor (L.) Moench), escolhendo-se um híbrido da Contibrasil (Contimel), de ciclo curto, que normalmente é utilizado como sorgo forrageiro na produção de silagem, por sua alta produção de massa verde e elevado teor de açúcar.

3.3. Adubos e corretivo

Foram utilizados como fontes de N e K, a uréia (45 % N), num total de 283 kg/ha e o cloreto de potássio (60 % K₂O), num total de 150 kg/ha, respectivamente.

O fósforo foi aplicado como superfosfato triplo (ST), (43 % P_2O_5 sob citrato de amônio + água) , na dose 1 de 140 kg/ha e, na dose 2 de 280 kg/ha e, como termofosfato magnesiano Yoorin (TFY), (16 % P_2O_5 sol. ác. cítrico 2 %-1:100), na dose 1 de 375 kg/ha e na dose 2 de 750 kg/ha.

O termofosfato foi empregado em suas três diferentes granulometrias, especificadas abaixo segundo dados fornecidos pelo fabricante:

- Termofosfato acabado (TA): passa 75 % em peneira 100 (0,15 mm)
- Termofosfato grosso (TG): passa 100 % em peneira 20 (0,84 mm)
- Termofosfato semi acabado (SA): passa 50 % em peneira 20 (0,84 mm).

O corretivo usado foi o Minercal (PRNT=118%; 20 % CaO e 9 % MgO), na dose de 2.050 kg/ha, suficiente para a elevação da saturação em bases (V %) para 67 %.

3.4. Delineamento experimental

Foi utilizado um delineamento em blocos casualizados, conforme GOMES (1982).

Fôram realizadas quatro repetições dos
doze seguintes tratamentos:

TEST: Sem adubação, sem calagem

1 TA: Dose 1 de termofosfato acabado

2 TA: Dose 2 de termofosfato acabado

1 TG: Dose 1 de termofosfato grosso

2 TG: Dose 2 de termofosfato grosso

1 SA: Dose 1 de termofosfato semi-acabado

2 SA: Dose 2 de termofosfato semi-acabado

CAL: Sem adubação, com calagem

1 ST: Dose 1 de superfosfato triplo

2 ST: Dose 2 de superfosfato triplo

1 STC: Dose 1 de superfosfato triplo + calagem

2 STC: Dose 2 de superfosfato triplo + calagem.

3.5. Instalação e condução do experimento

3.5.1. Preparo e correção do solo

O solo foi preparado através de uma aração e uma gradagem.

Um mês antes da semeadura, o corretivo foi espalhado manualmente e incorporado ao solo através de enxada, para que não ocorresse contaminação das parcelas que não receberiam calagem.

3.5.2. Adubação de plantio

Foram utilizados 15 kg N/ha; 60 e 120 kg P_2O_5 /ha (dose 1 e 2, respectivamente) e 60 kg K_2O /ha.

As quantidades de adubos equivalentes à cada uma das parcelas foram previamente misturadas e aplicadas diretamente no sulco de semeadura, manualmente. Todos os tratamentos, com exceção do TEST e do CAL, receberam nitrogênio e potássio.

3.5.3. Parcelas e primeira semeadura

As parcelas apresentavam uma área de 49 m², com um espaçamento entre parcelas de 1 m.

A semeadura foi realizada através de uma máquina de tração animal, no dia 25/10/84.

Dentro da parcela, o espaçamento utilizado foi de 0,70 m entre linhas e 0,15 m entre plantas, sendo considerada como área útil, apenas as cinco linhas de plantas centrais. O comprimento das parcelas foi de 10 m.

3.5.4. Segunda sementeira

Após a sementeira houve uma estiagem que se prolongou por 18 dias que, não chegando a prejudicar a emergência das plantas, causou grandes perdas posteriores.

No dia 14/11/84 foi realizada nova sementeira, precedida do arranque das poucas plantas que haviam resistido.

3.5.5. Terceira sementeira

Quando da emergência das plantas, após a segunda sementeira, iniciou-se um ataque de lagarta rosca (*Agrotis* spp), broca da cana (*Diatraea saccharalis*), lagarta elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*) e pulgão verde (*Schizaphis graminum*), que não pode sofrer qualquer tipo de controle devido à um período de chuvas ininterruptas. Isso causou uma perda quase que total da cultura.

No dia 03/01/85 foi realizada a terceira, e última, sementeira.

3.5.6. Práticas culturais

a. Desbaste e controle de ervas daninhas.

O desbaste se deu aos 20 dias da emergência, deixando-se uma população de 6-7 plantas/m.

A retirada das ervas daninhas foi feita, durante todo o ciclo da cultura, manualmente e, quando de alta incidência, através de duas capinas.

b. Controle de pragas

Todos os canteiros receberam um tratamento preventivo, aos 10 dias da emergência, a base de 600 ml/ha de um fosforado sistêmico.

No início do desenvolvimento da cultura houve um ataque de broca da cana (*Diatraea saccharalis*), ocasionando perdas de algumas plantas, que não chegou a impedir a continuação do experimento.

Houve um ataque de ferrugem (*Puccinia* spp) por volta de 110 dias, que não mereceu maiores cuidados, devido ao desenvolvimento adiantado da cultura.

Esporadicamente ocorreu o aparecimento de formigas, que foram controladas, de imediato, com iscas granuladas.

c. Adubação de cobertura

Um mês após a semeadura foi realizada uma adubação com 45 kg N/ha e 30 kg K₂O/ha, buscando-se repor os minerais possivelmente perdidos desde a adubação inicial, ocorrida três meses antes.

Aos 70 dias da germinação, realizou-se uma segunda adubação nitrogenada de cobertura, equivalente à 67,5 kg N/ha, devido ao aparecimento de sintomas de deficiência quando do início do florescimento.

Também devido ao aparecimento de sintomas de deficiência, aos 60 dias, todos os tratamentos, sem exceção, receberam uma adubação foliar com zinco, na dose de 700 g sulfato de zinco/ha.

3.5.7. Colheita

Quando os grãos se encontravam passando da fase leitosa para a farinácea, aos 115 dias, as plantas foram cortadas a 20 cm do chão, com o intuito de se fazer um segundo corte, o qual não ocorreu devido à uma estiagem prolongada que prejudicou a rebrota das plantas.

Foi determinado o número de plantas cortadas em cada parcela, o qual foi utilizado para a esti-

mativa de produção de matéria seca para uma população de 95 238 plantas/ha.

3.6. Determinações

3.6.1. Produção de matéria seca (MS)

A produção de matéria verde (MV) foi verificada imediatamente após a colheita do material, sendo dividida em peso dos grãos e peso do caule + folhas (designado no experimento como peso da planta).

De cada uma das parcelas foi retirada uma subamostra de grãos correspondente a 5 panículas e, uma subamostra de 1 kg de planta (caule + folhas) para secagem em estufa à 60°C e determinação da matéria seca.

Uma outra subamostra de grãos, correspondente a 50 panículas, foi seca à 60°C, moída e utilizada, como também o material da planta, para análises posteriores.

3.6.2. Composição mineral

Foram empregadas as seguintes técnicas analíticas, descritas por SARRUGE & HAAG (1974), na determinação dos nutrientes da planta e dos grãos:

- Kjeldahl: nitrogênio
- Colorimetria do vanadato de amônio: fósforo
- Fotometria de chama: potássio e sódio
- Espectrofotometria de absorção atômica: cálcio ,
magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco.

3.7. Análise estatística

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, teste de Tukey e teste de Scheffé.

Para o teste de Scheffé foram utilizados os contrastes que corresponderam aos seguintes tratamentos:

0 : tratamento TEST
60 T : tratamentos 1 TA + 1 TG + 1 SA
120 T : tratamentos 2 TA + 2 TG + 2 SA
60 ST : tratamento 1 ST
120 ST : tratamento 2 ST
60 STC: tratamento 1 STC
120 STC: tratamento 2 STC.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Produção de matéria verde (MV) e matéria seca (MS)

Na época da colheita foi determinado o número de plantas por parcela e realizada uma análise de variância (Tabelas 2 e 8).

Os resultados obtidos indicam que apenas o tratamento 2 SA apresentou diferença significativa, com relação aos tratamentos 2 ST e 2 STC, mas, apesar desse resultado, optou-se pela estimativa de dados através do número de plantas/ha, considerando-se que o problema na diminuição do stand das parcelas foi devido à ataque de pragas (*Diatraea saccharalis*) e não, à efeitos dos tratamentos.

A produção de matéria verde e matéria seca em kg/ha e a análise de variância correspondente são apresentadas, respectivamente, nas Tabelas 2 e 8.

Tabela 2 - Produção média de matéria verde (MV) e matéria seca (MS) em kg/ha, de planta e grão.

Tratamento	Nº médio de plantas	MV			MS		
		Planta (A)	Grão (B)	A + B	Planta (A)	Grão (B)	A + B
TEST	304ab	25.636 bc	5.172ab	30.808	4.893 b	3.304a	8.197
1 TA	323ab	33.468ab	6.141ab	39.609	6.689ab	3.975a	10.664
2 TA	317ab	37.674ab	6.443ab	44.117	7.460a	4.162a	11.622
1 TG	283ab	36.835a	6.440ab	43.275	7.608a	3.719a	11.327
2 TG	256ab	34.860a	7.035a	41.895	6.707ab	4.387a	11.094
1 SA	276ab	32.292abc	6.300ab	38.592	6.474ab	4.117a	10.591
2 SA	237 b	36.288a	6.658ab	42.946	6.994a	4.197a	11.191
CAL	320ab	24.303 c	4.994 b	29.297	4.701 b	3.296a	7.997
1 ST	276ab	38.751a	6.947a	45.698	7.806a	3.832a	11.638
2 ST	351a	32.390abc	5.993ab	38.383	6.290ab	3.394a	9.684
1 STC	343ab	31.188abc	5.845ab	37.033	6.107ab	3.808a	9.915
2 STC	363a	30.590abc	5.695ab	36.285	5.956ab	3.715a	9.671

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, ao nível de 5 % de probabilidade ($P < 0,05$).

As variações encontradas, no presente experimento, para produção total de matéria verde, de 29.297 à 45.698 kg/ha e matéria seca, de 7.997 à 11.638 kg/ha, são compatíveis com as produções alcançadas por vários autores. Isso pode ser observado através do experimento de SAIBRO *et alii* (1972) que trabalhando com variedades de sorgo forrageiro, encontraram resultados de produção total de MS que variaram de 3,6 à 21,7 t/ha, e de ROSOLEM (1979) que apontou para o sorgo sacarino produções de MS de 11.006 e 12.931 kg/ha (colmo+folhas+grãos), para os cultivares Brandes e Rio, respectivamente.

Para produções (MV) apenas de colmos, PETRINI & RAUPP (1981), encontraram para cinco variedades de sorgo sacarino resultados que variaram de 26,8 à 46,3 t/ha. ROSOLEM (1979) apresentou para MS de colmos e folhas produções de 10.046 e 12.738 kg/ha. Ambos os autores apresentaram dados superiores, mas, ainda assim, comparáveis aos resultados obtidos no presente trabalho para planta (colmos + folhas), que variaram de 24.303 à 38.751 kg de MV/ha e, de 4.701 à 7.806 kg de MS/ha.

No caso da produção de MS dos grãos, as encontradas são bem superiores, de 3.296 à 4.387 kg/ha, às apresentadas por ROSOLEM (1979), que não chegaram a atingir 1.000 kg/ha.

As variações encontradas para os presentes resultados, superiores ou inferiores aos autores citados, se apresentam dentro da variação normal de produções apresentadas, na literatura em geral, para o sorgo sacarino, levando-se em conta as diferentes condições de realização dos experimentos e os diferentes cultivares e variedades utilizados.

Na Figura 1 pode-se visualizar a produção média (kg/ha) de MV e MS na planta e no grão e através dela, assim como da Tabela 2, verificar-se a influência das duas doses de fósforo utilizadas, 60 e 120 kg P_2O_5 /ha, sobre as produções.

Na literatura encontramos resultados como os de AZEREDO et alii (1975), que apresentaram aumentos de produção de grãos, para o sorgo sacarino, de 49 % e 62 % para as doses de 60 e 120 kg P_2O_5 /ha, respectivamente. MACHADO et alii (1979), com o sorgo granífero, que encontraram respostas crescentes da cultura até a dose de 1.200 kg P_2O_5 /ha. COUTINHO (1983), com o sorgo sacarino, que obteve aumentos para a produção de colmos de 73 % e 116 % para as doses de 50 e 100 kg P_2O_5 /ha, respectivamente, assim como, CORDEIRO et alii (1982) que obtiveram as maiores produções de colmos (30 a 33 t/ha) quando utilizadas as doses de 80 a 120 kg P_2O_5 /ha.

Figura 1 - Produção média (kg/ha) de matéria verde (MV) e matéria seca (MS) na planta e no grão.

Apesar da maior parte dos resultados encontrados na literatura apontarem respostas favoráveis do sorgo a medida que se aumentaram as doses de fósforo aplicado, não houve constância de resultados que nos possibilitasse concordar com tal afirmação.

Analisando-se a produção de MS, pode-se verificar que não houve diferença significativa para as produções entre as doses 1 e 2, a qual ocorreu somente em relação à dose zero (TEST e CAL) ao considerarmos a planta, pois, para produção de grãos, não houve diferença nem para essa dose, o que não é de se estranhar, considerando que as plantas tem a capacidade de desviar seus nutrientes para a produção de sementes, se preciso for, até em detrimento da parte vegetativa.

Visualizando-se na Figura 1 as produções de MS de planta + grão, verifica-se que não há uma estabilidade de resultados, sendo que, em alguns casos, há uma maior produção na dose 1 e, em outros, na dose 2.

Esses resultados podem ser explicados por uma provável suficiência da dose 1 em satisfazer as necessidades da cultura, em termos de produção de MS. Há, também, o fato de que um fator limitante, por exemplo, um nutriente, tenha contribuído para que não houvesse possibilidade de um aumento de produção, fazendo com que a

cultura não acusasse influência do aumento da dose de fósforo.

Alguns autores consultados também não verificaram influência das doses de P, como é o caso de ROSOLEM *et alii* (1982), que trabalhando com diferentes doses de N, P e K, para a produção de colmos, considerou que a adubação da cultura não seria econômica, e considerando a produção de colmos+grãos, seria economicamente recomendável apenas a adubação com 60 kg de K_2O /ha. ROVIRA *et alii* (1972), MALAVOLTA & LOURENÇO (1978a), ROSOLEM & MALAVOLTA (1980) e SOUZA *et alii* (1983), também não encontraram grande influência da adubação fosfatada na produção do sorgo.

A média dos agrupamentos dos tratamentos para efeito de análise de contraste, e os valores e níveis de significância para os contrastes envolvendo as médias dos tratamentos (quantidade/ha), através do Teste de Scheffé, encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 10 e 12.

Quando se observa a produção de MS para os diferentes tratamentos verifica-se diferença significativa apenas para os tratamentos TEST e CAL. Quanto aos tratamentos que receberam os três tipos de termosfosfato (TF) e os que receberam super triplo (ST), com e

sem calagem, não foi verificada diferença significativa, mesmo na análise de contrastes pelo Teste de Scheffé (Tabela 12).

A ocorrência de diferença significativa entre os tratamentos que receberam fertilizantes fosfatados e os tratamentos TEST e CAL, não pode ser atribuída somente à presença de fósforo, já que os mesmos receberam adubações nitrogenada e potássica, o que não ocorreu com os dois citados tratamentos.

A maior produção de planta (MS) foi verificada para o tratamento 1 ST, (7.806 kg), seguido de perto pelo 1 TG (7.608 kg) e 2 TA (7.460 kg). Para grãos a maior produção foi verificada para o tratamento 2 TG (4.387 kg), seguido de 2 SA (4.197 kg) e 2 TA (4.162 kg). No conjunto (independente de dose, calagem e granulometria), os tratamentos com TF apresentaram melhores produções (MS), tanto para a planta como para o grão, que os tratamentos com ST.

Esse bom desempenho dos termofosfatos era esperado, pois vários autores alcançaram resultados semelhantes (DEFELIPO et alii, 1978; BIASI & SUHETT, 1979; FRANÇA et alii, 1979; SANTOS et alii, 1979; CORDEIRO et alii, 1981 e VASCONCELLOS et alii, 1986b). Além disso, deve-se levar em consideração que, devido aos problemas

ocorridos durante a instalação do experimento, com a semeadura definitiva sendo realizada 70 dias após a aplicação do fertilizante fosfatado, houve tempo suficiente para uma liberação dos nutrientes contidos no TF e para perdas de ST, por ser este uma fonte solúvel em água.

Essa maior permanência dos fertilizantes no solo também pode ser a explicação para a não ocorrência de diferenças significativas entre os termofosfatos, pois os de maior granulometria tiveram tempo de entrar em reação com o solo, podendo apresentar eficiência semelhante ao de partículas menores.

Com relação à utilização da calagem, vários autores tem apresentado aumentos de produção na cultura do sorgo, como SOUZA et alii (1976), SEIFFERT et alii (1978), CASTELLANE (1979), LANA (1983) e SOUZA et alii (1983). Alguns autores, por outro lado, não encontraram influência da calagem e dos adubos fosfatados na produção do sorgo, como ocorreu com LIMA (1981) e CORDEIRO et alii (1982), no que concordam os dados encontrados, onde os tratamentos STC não apresentaram melhor desempenho que os ST.

FRANÇA et alii (1983), em extensa revisão sobre os efeitos da calagem na cultura do sorgo, apesar de encontrarem correlações positivas para produção de

grãos e MS, ressaltaram que em solos tropicais os efeitos da calagem estão muito relacionados com o tipo de solo, com a cultura e com o manejo que o solo recebeu anteriormente, especialmente a adubação usada.

Complementando a citação acima, KAMPRATH (1971), apresenta informações que podem servir para explicar os resultados encontrados neste trabalho. Segundo o autor, devido à composição dos solos tropicais, quando se faz a calagem pode ocorrer redução na produção, possivelmente por efeitos deletérios da mesma em propriedades físicas e disponibilidade de nutrientes. Respostas à adubação fosfatada, em oxissóis, são notadas com menores doses de adubo em solos com pH 5,8 do que com pH 7,0, sendo isso atribuído à formação de fosfatos de cálcio de baixa solubilidade (fosfatos tricálcicos).

4.2. Nitrogênio

A quantidade média de nitrogênio em kg/ha e o teor (%) na planta e no grão, encontram-se, respectivamente, nas Figuras 2a,b, 3a,b e na Tabela 3.

Os resultados da quantidade média de nitrogênio variaram de 33,85 à 60,99 kg/ha na planta, e de 48,89 à 70,49 kg/ha no grão, e são compatíveis com os citados por MALAVOLTA (1983), de 40 kg N/ha para produ-

Tabela 3 - Quantidade média de nitrogênio em kg/ha e teor (%) na planta e no grão.

Tratamento	kg/ha		Teor (%)	
	Planta (A)	Grão (B)	A + B	Planta Grão
TEST	34,471 c	48,892a	83,363	0,708ab 1,480a
1 TA	46,418abc	63,603a	110,021	0,700 b 1,600a
2 TA	55,554ab	68,166a	123,720	0,743ab 1,638a
1 TG	60,992a	58,031a	119,023	0,798ab 1,560a
2 TG	58,762ab	70,490a	129,252	0,883a 1,603a
1 SA	49,241abc	65,491a	114,732	0,758ab 1,588a
2 SA	51,563abc	65,953a	117,516	0,738ab 1,573a
CAL	33,855 c	55,255a	89,110	0,728ab 1,548a
1 ST	60,135a	57,271a	117,406	0,770ab 1,505a
2 ST	45,434abc	54,131a	99,565	0,720ab 1,593a
1 STC	46,430abc	58,386a	104,816	0,763ab 1,533a
2 STC	41,001 bc	58,627a	99,628	0,693 b 1,583a

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, ao nível de 5 % de probabilidade ($P < 0,05$).

Figura 2a - Quantidade média (kg/ha) de N, P, K, Ca e Mg na planta e no grão, para os tratamentos TEST, 1 TA, 2 TA, 1 TG, 2 TG e 1 SA.

■ Planta
□ Grão

Figura 2b - Quantidade média (kg/ha) de N, P, K, Ca e Mg na planta e no grão, para os tratamentos TES, 1 TA, 2 TA, 1 TG, 2 TG e 1 SA.

Figura 3a - Teor médio (%) de N, P, K, Ca e Mg na planta e no grão, para os tratamentos TEST, 1 TA, 2 TA, 1 TG, 2 TG e 1 SA.

Figura 3b - Teor médio (%) de N, P, K, Ca e Mg na planta e no grão, para os tratamentos 2 SA, CAL, 1 ST, 2 ST, 1 STC e 2 STC.

ção de 2,5 t grãos/ha. . De acordo com MALAVOLTA & LOURENÇO (1978a), as exigências de N pelo sorgo são de: colmo = 48 kg; folhas inferiores = 8 kg; folhas superiores = 7 kg e grãos = 40 kg. MALAVOLTA *et alii* (1979), também apresentaram para o sorgo sacarino, uma exigência total de 89 kg N/ha, nos colmos, perfilhos, folhas e panículas. Já ROSOLEM (1979), apresentou valores mais altos nos cultivares Rio e Brandes, respectivamente, 131 e 165 kg N/ha na folha, ráquis, colmo e grãos.

Neste experimento os resultados foram considerados satisfatórios, considerando-se que as diferenças encontradas, em relação à literatura, se devem, provavelmente, a utilização de diferentes cultivares e análise de diferentes partes da planta, que não colmos + folhas.

Com relação ao teor de N foram encontrados valores da ordem de 0,69 a 0,88 % na planta, e de 1,48 a 1,64 % no grão.

Na literatura não foram encontrados trabalhos realizados nas mesmas condições e/ou, com análise das mesmas partes da planta, mas, mesmo com essas ressalvas, pode-se notar que os resultados obtidos estão abaixo do normalmente encontrado para teor de N no sorgo.

MALAVOLTA *et alii* (1979) trabalhando com sorgo sacarino em solução nutritiva, para o tratamento completo, encontraram os seguintes teores de N: colmo + perfilhos = 1,31 % ; folhas = 2,36 % e panícula = 1,82%. ROSOLEM (1979), trabalhando com dois cultivares de sorgo sacarino em solução nutritiva completa, encontrou os seguintes teores de N: colmo = 1,33 e 1,22 %; folhas = 1,70 e 1,88 % e grãos = 2,17 e 1,69 %. HIROCE *et alii* (1981), encontrou teores médios nas folhas de quatro cultivares de sorgo, cultivados em três localidades, que variaram de 1,54 à 2,50 %.

Alguns trabalhos encontrados na literatura apontam teores de N para plantas de sorgo normais e deficientes, e apesar de não se referirem às mesmas partes da planta podem servir como complementação de que, realmente, os resultados obtidos estão abaixo do normal.

Segundo MALAVOLTA & LOURENÇO (1978a), numa tentativa de estipular os teores de N, plantas normais devem apresentar de 1,48 à 1,97 % nas folhas inferiores e 2,62 à 2,73 % nas superiores; de 1,81 à 2,25 % nos colmos, e, de 3,03 à 3,13 % nos grãos. MALAVOLTA *et alii* (1979), também apresentaram teores normais e deficientes de N nas folhas de sorgo sacarino de 2,35-2,38 % e 1,82-1,93 %, respectivamente.

Mesmo quando consideramos a diminuição nos teores de N, com a idade da planta (COUTINHO, 1983), encontramos em MALAVOLTA & LOURENÇO (1978b) valores mais altos do que os obtidos neste trabalho, para o sorgo aos 114 dias. O mesmo acontece para os teores encontrados por COUTINHO (1983) para doses de N de 80 e 160 kg/ha, tendo como fonte, a uréia.

Com base nos resultados obtidos e os encontrados na literatura pode-se considerar que a dose de N utilizada foi inferior às necessidades da cultura, provavelmente influenciando no bom desenvolvimento da mesma, e contribuindo, como fator limitante, para que não fossem detectadas diferenças na dose 2 de fósforo.

Com relação às exigências animais para o nitrogênio o NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC, 1978) estipula, em termos de proteína ($\text{Proteína total} = \text{N} \% \times 6,25$), para o gado de leite, valores de 8,5 % para touros maduros, 11 % para vacas secas e 12 % para novilhas e tourinhos em crescimento, valores esses, calculados com base nas necessidades corporais e nas necessidades dos microrganismos ruminais. Para o sorgo (*S. vulgare*) o NRC (1976) estipula valores de 12,5 % para o grão e 7,3 % para silagem, no caso de gado de corte. Para gado de leite, o NRC (1978) recomenda um valor de 8,3 para a silagem, e no caso de silagem de *S. saccharatum*, 6,2 %.

GALLO *et alii* (1974) em extenso trabalho com forrageiras do Estado de São Paulo, aponta para teor de N, valores encontrados da ordem de 1 e 3 %, sendo o teor de 1,28 % o exigido em termos de nutrição animal. Como se vê, os teores de N encontrados estão, também, abaixo das exigências animais.

Com relação as doses de fósforo aplicadas observa-se (Tabelas 3, 8 e 9) que, tanto para a quantidade, como para teor de N, as diferenças significativas são encontradas somente para a planta, e não para o grão, mesmo com relação ao tratamento TEST e ao CAL, o que nos leva a apontar, novamente, a capacidade de transferência de nutrientes para a parte reprodutiva, que as plantas apresentam. Quanto aos resultados e às diferenças encontradas, não são suficientes para especificar que em uma das duas doses de fósforo ocorreu maior absorção de nitrogênio. COUTINHO (1983), trabalhando com sorgo sacarino e doses de 0 - 50 - 100 - 200 - 400 kg P_2O_5 /ha, não encontrou diferenças significativas no teor de N nos colmos e folhas. ROSOLEM *et alii* (1982), através de diagnose foliar, não encontrou variação significativa nos teores de N, mesmo com quatro doses de N, P e K.

Observando-se os resultados obtidos para os diferentes tratamentos, encontram-se os maiores valo-

res de quantidade de N/ha para os tratamentos 1 TG (60,99 kg), 1 ST (60,13 kg) e 2 TG (58,76 kg) na planta e, 2 TG (70,49 kg), 2 TA (68,17 kg) e 2 SA (65,95 kg) no grão, ocorrendo diferença significativa apenas para os tratamentos TEST, CAL e 2 STC, na planta. Quanto ao teor de N, os maiores resultados foram encontrados para 2 TG (0,88 %), 1 TG (0,80 %) e 1 ST (0,77 %) na planta e, 2 TA (1,64 %), 2 TG = 1 TA (1,60 %) e 2 ST (1,59 %) no grão, ocorrendo diferença significativa apenas para os tratamentos 1 TA e 2 STC, na planta.

Quanto aos tratamentos que receberam calagem, no caso da planta, tanto para quantidade como para teor de N, houve uma diminuição nos resultados obtidos, o que parece confirmar dados de VILLACHICA & QUEVEDO (1972), que encontraram efeito desfavorável da calagem sobre a absorção de nitrogênio pelo sorgo.

Através da análise dos contrastes (Tabelas 10, 11, 12 e 13), verifica-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos com termofosfato e os com super triplo, tanto para quantidade, como para teor de N, na planta ou no grão. Também não ocorreram diferenças significativas entre as três granulometrias do termofosfato, para os parâmetros analisados.

Conjuntamente, sem considerarmos dose, calagem e granulometria, os tratamentos com termofosfato apresentaram melhor resultado que os tratamentos com super triplo, para quantidade e teor de N, na planta e no grão.

4.3. Fósforo

A quantidade média de fósforo em kg/ha e o teor (%) na planta e no grão encontram-se, respectivamente nas Figuras 2a e 2b, 3a e 3b e, na Tabela 4.

Os resultados obtidos para quantidade média de fósforo variaram de 3,24 à 5,69 kg/ha na planta e, de 16,41 à 25,80 kg/ha no grão. Esses dados apresentaram-se acima dos de MALAVOLTA (1983), para produção de 2,5 t/ha de grãos, que foram de 10 kg/ha na planta toda e de 6 kg/ha nos grãos, de MALAVOLTA & LOURENÇO (1978a), que apresentaram as exigências de fósforo para o sorgo como: 4 kg nos colmos, 2 kg nas folhas e 8 kg nos grãos, e de MALAVOLTA *et alii* (1979), que também encontraram, como exigência mineral de P para o sorgo sacarino, a quantia total de 10,2 kg/ha.

Já ROSOLEM (1979), apresenta valores mais compatíveis com o presente experimento, pois, para o sorgo sacarino, em condições de campo, com uma população de

Tabela 4 - Quantidade média de fósforo em kg/ha e teor (%) na planta e no grão.

Tratamento	kg/ha		Teor (%)	
	Planta (A)	Grão (B)	A + B	Planta Grão
TEST	3,487a	16,406a	18,893	0,071a 0,494a
1 TA	4,482a	22,277a	26,759	0,068a 0,561a
2 TA	5,593a	22,915a	28,508	0,075a 0,551a
1 TG	5,692a	18,241a	23,933	0,074a 0,494a
2 TG	5,197a	22,684a	27,881	0,078a 0,511a
1 SA	4,077a	21,784a	25,861	0,062a 0,521a
2 SA	4,954a	25,798a	30,752	0,071a 0,617a
CAL	3,238a	17,428a	20,666	0,069a 0,560a
1 ST	5,448a	17,466a	22,914	0,069a 0,461a
2 ST	4,065a	18,200a	22,265	0,064a 0,523a
1 STC	4,061a	17,787a	21,848	0,067a 0,467a
2 STC	3,930a	21,657a	25,587	0,066a 0,578a

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5 % de probabilidade ($P < 0,05$).

50.000 plantas/ha, foram encontrados, respectivamente , para os cultivares Rio e Brandes, 7,7 e 8,0 kg/ha e 12,0 e 8,3 kg/ha, na folha, ráquis, colmo e grãos. RO- SOLEM & MALAVOLTA (1980), também apresentaram resultado de 10,5 kg de P, para uma produção de 1.000 kg de grão.

Com relação à translocação do fósforo ROSOLEM (1979) encontrou, no grão, 53 % do fósforo total absorvido para o cultivar Rio e 42 % para o Brandes. Neste experimento foram encontrados valores ao redor de 80 %.

Confrontando-se os resultados obtidos com os encontrados na literatura e ressaltando-se as diferenças de variedades e condução dos experimentos, as quantidades de fósforo encontradas, tanto na planta, como no grão, foram consideradas satisfatórias.

A variação encontrada para teor de P foi da ordem de 0,062 à 0,078 % na planta, e de 0,46 à 0,62% no grão.

Analisando trabalhos da literatura encontramos que a concentração de P no tecido vegetal varia em torno de 0,2 %, sendo maior na parte reprodutiva, especialmente nos grãos (GOEDERT & SOUZA, 1986). Dessa forma, portanto, os resultados encontrados poderiam ser con-

siderados bons, mas, de acordo com outros autores, verificamos que, para a planta, estão bem abaixo do esperado para plantas normais.

MALAVOLTA & LOURENÇO (1978a), consideraram a seguinte variação de teores de P em plantas normais: 0,32 - 0,54 % nos colmos; 0,38 - 0,68 % nas folhas (inferiores e superiores) e 0,58 - 0,68 % nos grãos. MALAVOLTA *et alii* (1979), encontraram para o sorgo sacarino, em solução nutritiva completa, os teores de P de: 0,17 % nos colmos+perfilhos, 0,34 % nas folhas, 0,31 % na panícula, e apontaram, em tentativa, nas folhas, teores normais de 0,31-0,38 % e deficientes de 0,15-0,13 %. ROSOLEM (1979), trabalhando com sorgo sacarino em solução completa encontrou para os cultivares Brandes e Rio, respectivamente, valores de: 0,20 e 0,18 % no colmo, 0,59 e 0,60 % nas folhas e, 0,48 e 0,39 nos grãos.

Mesmo considerando que os teores de fósforo apresentam diminuição em função da idade da planta (ROSOLEM, 1979), os resultados obtidos são inferiores ao esperado. MALAVOLTA & LOURENÇO (1978b) obtiveram para o sorgo aos 114 dias, os seguintes resultados, em plantas normais: 0,09-0,14 % nas folhas, 0,11-0,12 % nos colmos, e em plantas deficientes: 0,04-0,07 % nas folhas, e 0,04 nos colmos. MEIRA *et alii* (1982) encontraram diminuição no teor de P nas folhas medianas de dois cultiva-

res de sorgo da 1ª para a 4ª amostragem. COUTINHO (1983), encontrou uma diminuição de 0,229 % para 0,160 % no teor de P de folhas coeltadas aos 45 e 90 dias, respectivamente.

Com base na comparação dos resultados da literatura e os obtidos, verifica-se uma boa concentração de fósforo no grão e uma deficiência no colmo e nas folhas, talvez explicada pelas diferenças genéticas no híbrido utilizado, com relação à capacidade de translocação de nutrientes.

No tocante às exigências animais em fósforo o NRC (1976) recomenda, para gado de corte, 0,18-0,70 % para novilhas e garrotes, 0,18 % para vacas secas em gestação, 0,18-0,39 % para touros e vacas lactantes, 0,18 % na silagem de *S. vulgare* e 0,35 % nos grãos. Para gado de leite o NRC (1978) recomenda, 0,26 % para vacas secas, 0,18 % para touros maduros, 0,26 % para novilhas e tourinhos em crescimento, 0,28 % para silagem de *S. vulgare*, e 0,20 % para silagem de *S. saccharatum*.

BUTTERWORTH (1966), trabalhando com carneiros adultos e medindo a ingestão de P e a excreção fecal, concluiu que, para que se mantenha o equilíbrio do animal é necessário que a forragem ingerida contenha 0,27% de P.

SOUZA et alii (1980), estudando as variações estacionais de minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal, apontaram os teores de 0,07-0,18 % nas plantas forrageiras como deficitários. GALLO et alii (1974), em trabalhos com forrageiras do Estado de São Paulo, encontraram 57 % das amostras com teores abaixo de 0,2 %, sendo que, os autores apontaram 0,18-0,43 % como sendo os teores exigidos.

Quando se relacionam esses resultados encontrados com os obtidos verifica-se que o alto teor de P no grão é suficiente para, como alimento isolado ou, na forma de silagem, preencher satisfatoriamente as necessidades animais. No caso de se fazer uma silagem à porcentagem de MS do grão, em relação à planta, é suficiente para fornecer um produto final de, no mínimo, 0,2 % de P.

Com relação as duas doses de P aplicadas, observa-se (Tabelas 4, 8 e 9) que, tanto para quantidade, como para teor, na planta e no grão, não ocorreram diferenças significativas nem com relação aos tratamentos TEST e CAL, apesar dos mesmos apresentarem menores resultados para as quantidades absorvidas. Esses resultados nos levam a considerar a opinião de vários autores que levantam diversos pontos para explicar o bom desempenho de certas culturas, em condições adversas de solo e adu-

bação, como: a liberação de fósforo pelos diferentes solos, as espécies de plantas consideradas, as diferentes variedades e cultivares, capacidade do sistema radicular em absorver ou retirar P do solo e eficiência da planta na utilização do elemento, (VILLACHICA & QUEVEDO, 1972 ; KOLLING et alii, 1976; VOLKWEISS & RAIJ, 1977; BAHIA FILHO, 1979; SANZONOWICZ & GOEDERT, 1984). FURLANI et alii (1982), trabalhando com melhoramento genético e 8 linhagens de sorgo, observaram diferentes graus de eficiência quanto ao uso de P, o que, aparentemente, indica a presença de um caráter genético multigênico.

No tocante às doses 1 e 2, há uma certa tendência da dose 2 apresentar resultados superiores, mas, essa resposta, provavelmente, deve ter sido encoberta por outros fatores como, por exemplo, a limitação pelo nitrogênio. Na literatura encontramos aumentos no teor de P na planta a medida que foram aumentadas as quantidades de P_2O_5 /ha (MEIRA et alii, 1982 e COUTINHO, 1983), assim como, ausência de respostas às diferentes doses (ROSOLEM et alii, 1982).

Observando-se os resultados obtidos para os diferentes tratamentos, encontramos as maiores quantidades de P/ha para os tratamentos: 1 TG (5,69 kg), 2 TA (5,59 kg), 1 ST (5,45 kg) na planta e, 2 SA (25,80 kg), 2 TA (22,91 kg), 2 TG (22,68 kg) no grão. Quanto ao teor

os resultados foram: 2 TG (0,078 %), 2 TA (0,075 %), 1 TG (0,074 %), na planta e, 2 SA (0,617 %), 2 STC (0,578 %), 1 TA (0,561 %), no grão. Não foram encontradas diferenças significativas.

Considerando-se os tratamentos que receberam calagem, não há constância nos resultados para uma afirmação de que houve aumento na quantidade e no teor de P pela prática da calagem. VILLACHICA & QUEVEDO (1972), encontraram efeito favorável da aplicação da calagem sobre a absorção de P. Já SAMPLE et alii (1980), apontaram o fato de que, quando o fosfato monocálcico foi misturado ao calcário, mais de 90 % do fosfato permaneceu no sítio do grânulo como fosfato bicálcico. SOUZA et alii (1983), em ensaio em casa-de-vegetação com sorgo e diversos solos, encontraram efeito da interação calagem x adubação fosfatada.

Com relação aos tratamentos que receberam TF e ST, através da análise de contrastes (Tabelas 10, 11, 12 e 13), verifica-se que não apresentaram diferenças significativas. Como já foi comentado no item sobre produção de matéria seca, os problemas ocorridos durante a condução do experimento nos levaram à resultados, quase que, de comportamento residual dos fosfatos aplicados. Uma grande parte dos efeitos de maior ou menor solubilidade do termofosfato, em relação ao ST, provavelmente ,

foram mascarados pelo tempo que os dois fertilizantes permaneceram no solo.

Pode-se, portanto, apenas observar que , nas condições do experimento, o TF apresentou desempenho semelhante à uma fonte solúvel, no caso o ST, podendo ser qualificado como uma opção de fonte de P para o agricultor, como já foi verificado por diversos autores, em diferentes condições e culturas.

Segundo GOEPPERT (1976), no solo ocorrem processos de solubilização ainda não bem identificados , sendo que a origem, qualidade e custo do P_2O_5 contido no fosfato, são fatores que deverão determinar sua indicação.

De acordo com BRAUN (1980), devido às características dos nossos solos, há um consenso que, embora a alta solubilidade dos adubos seja vantajosa, principalmente nos estágios iniciais de crescimento das culturas de ciclo curto, a solubilização total e imediata conduz à grandes perdas para a planta. Nesse contexto , os termofosfatos desempenhariam um papel de destaque.

Com relação a granulometria do termofosfato também não foram verificadas diferenças significativas, provavelmente pelos mesmos motivos expostos acima.

4.4. Potássio

A quantidade média de potássio em kg/ha e o teor (%) na planta e no grão, encontram-se, respectivamente, nas Figuras 2a e 2b, 3a e 3b e na Tabela 5.

Para quantidade média de potássio os valores obtidos variaram de 29,19 à 87,99 kg na planta, e de 11,32 à 15,03 kg no grão, resultados que são compatíveis com os encontrados por MALAVOLTA & LOURENÇO (1978a), de 43 kg de K no colmo e folhas, e de 7 kg nos grãos; MALAVOLTA et alii (1979) de 69 kg de K no colmo, perfilhos, folhas e panícula, por ROSOLEM & MALAVOLTA (1980), de 19,9 kg de K para uma produção de 1.000 kg de grãos, e por MALAVOLTA (1983), que apontou para o sorgo, extrações totais de 48 kg de K/ha. Já ROSOLEM (1979) obteve valores mais altos de K para o sorgo sacarino, por volta de 146 kg no cultivar Rio e 200 kg no Brandes.

Mesmo sendo obtidos valores menores do que os citados pelo último autor os mesmos foram considerados satisfatórios, ressaltando-se as diferentes condições experimentais.

Com relação ao teor de K, foram encontrados resultados variando de 0,607 % à 1,254 % na planta e, de 0,315 % à 0,405 % no grão.

Tabela 5 - Quantidade média de potássio em kg/ha e teor (%) na planta e no grão.

Tratamento	kg/ha		Teor (%)	
	Planta (A)	Grão (B)	A + B	Planta Grão
TEST	29,193 c	11,322a	40,515	0,607a 0,341a
1 TA	69,515abc	14,501a	84,016	1,047a 0,366a
2 TA	80,585abc	14,125a	94,710	1,096a 0,339a
1 TG	87,993a	12,186a	100,179	1,164a 0,330a
2 TG	82,644ab	15,033a	94,677	1,254a 0,339a
1 SA	67,788abc	14,109a	81,897	1,041a 0,338a
2 SA	70,214abc	16,921a	87,135	1,019a 0,405a
CAL	35,501 bc	11,964a	47,465	0,744a 0,378a
1 ST	75,130abc	11,687a	86,817	0,988a 0,309a
2 ST	63,463abc	11,751a	75,214	0,997a 0,341a
1 STC	70,965abc	11,992a	82,957	1,172a 0,315a
2 STC	55,681abc	13,615a	69,296	0,947a 0,365a

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5 % de probabilidade ($P < 0,05$).

Na literatura encontramos teores de 1,78-2,00 % nas folhas, citados como normais, e de 0,68-0,78% como deficientes. (MALAVOLTA *et alii*, 1979). ROSOLEM (1979), apresenta, para os cultivares Brandes e Rio respectivamente, resultados de 3,14 e 2,36 % no colmo; de 2,33 e 2,41 % nas folhas, e de 0,28 e 0,36 % no grão. COUTINHO (1983), apresenta teores considerados normais nas folhas aos 45 dias de 2,59-2,78 %, e nas folhas aos 90 dias de 1,59-1,68 %.

Como foi observado, há um decréscimo nos teores de K com a idade da planta e MALAVOLTA & LOURENÇO (1978b), encontraram para o sorgo aos 114 dias resultados de 0,30-1,20 % nas folhas, e de 0,40-1,10 % nos colmos, os quais condizem perfeitamente com os encontrados neste experimento.

No tocante aos requerimentos animais de potássio, o NRC (1976) apresenta, para gado de corte, apenas níveis de recomendação de 0,6-0,8 % para novilhas e garrotes e, 0,38 % de K para silagem de *S. vulgare*. Já o NRC (1978), para o gado de leite, apresenta o nível de 0,80 % para vacas secas, touros maduros, novilhas e touros em crescimento, 1,54 % para a silagem de *S. vulgare* e 1,22 % para a de *S. saccharatum*.

GALLO *et alii* (1974), aponta que, para o Estado de São Paulo, todas as amostras de forrageiras analisadas apresentaram teores acima dos exigidos, que vão de 0,6-0,8 % de K. Portanto, em termos de exigências animais, os teores obtidos podem ser classificados como aceitáveis, não precisando ser suplementados.

Quando são analisados os valores encontrados para potássio, em relação às doses 1 e 2 de P_2O_5 , (Tabelas 5, 8 e 9) verifica-se que não é possível se fazer uma correlação de aumento de K (tanto para quantidade, quanto para teor) com a maior dose utilizada, considerando que a comparação entre doses fornece resultados muito variados, e não significativos. O mesmo acontece com os teores de K obtidos por COUTINHO (1983) para as doses 0-50-100-200 kg de P_2O_5 /ha.

Os únicos tratamentos que diferem dos demais são o tratamento TEST e o CAL, que receberam a dose zero de P, mas, os mesmos também não receberam adubação potássica sendo, portanto, impossível incluí-los na análise das diferentes doses, no caso de quantidade de K/ha para planta.

Com relação aos diferentes tratamentos, os maiores valores para quantidade de K/ha foram obtidos para 1 TG (87,99 kg), 2 TG (82,64 kg) e 2 TA (80,59 kg) na

planta, e, 2 SA (16,92 kg), 2 TG (15,03 kg) e 1 TA (14,50 kg), no grão, sendo que apenas os tratamentos TEST e CAL, para planta, diferiram dos demais. Quanto aos teores de K, foram encontrados para 2 TG (1,25 %), 1 STC (1,17 %) e 1 TG (1,16 %), na planta e, 2 SA (0,41 %), CAL (0,38 %) e 1 TA (0,37 %), no grão, não ocorrendo diferenças significativas.

Quanto aos tratamentos que receberam calagem, houve uma diminuição na quantidade de K apenas na planta, sendo que, para quantidade no grão e teores ocorreu situação quase que inversa. Em trabalho de CASTELLANE (1979), não foram determinadas influências dos níveis de calcário sobre as concentrações foliares de potássio e, segundo MALAVOLTA (1980), a menor absorção de K, provavelmente por inibição competitiva, é determinada por um excesso de Ca.

Através da análise dos contrastes (Tabelas 10, 11, 12 e 13), observa-se que os tratamentos com termofosfato e os com super triplo, tanto para quantidade, como para teor, na planta ou no grão, não diferem entre si, o mesmo ocorrendo para as três granulometrias de termofosfato. Conjuntamente, porém, sempre mantendo ressalvas, os tratamentos com TF apresentam melhor desempenho que os com ST, tanto na planta como no grão, para quantidade e teor.

4.5. Cálcio

A quantidade média de cálcio em kg/ha e o teor (%) na planta e no grão, encontram-se, respectivamente, nas Figuras 2a, 2b, 3a e 3b e Tabela 6.

Os resultados obtidos para quantidade média de cálcio variam de 17,11 à 24,03 kg/ha na planta e, de 0,57 à 0,80 kg/ha no grão, os quais estão bem abaixo dos citados pela literatura, no caso dos grãos.

MALAVOLTA & LOURENÇO (1978a) apresentam as seguintes exigências de cálcio/ha para o sorgo: 6 kg no colmo; 11 kg nas folhas e 7 kg nos grãos. MALAVOLTA *et alii* (1979), encontraram exigência de 25,5 kg/ha nos colmos, perfilhos, folhas e panículas. ROSOLEM (1979) encontrou para folha, ráquis, colmo e grão, resultados de 24 kg/ha no cultivar Rio e, 56,0 kg no Brandes. Já ROSOLEM & MALAVOLTA (1980), encontraram valores mais altos, por volta de 33,4 kg de Ca para produção de 1.000 kg de grãos.

A variação encontrada para teor foi da ordem de 0,27 à 0,41 % na planta, e de 0,016 à 0,020 % no grão.

Tabela 6 - Quantidade média de cálcio em kg/ha e teor (%) na planta e no grão.

Tratamento	kg/ha		Teor (%)		
	Planta (A)	Grão (B)	A + B	Planta	Grão
TEST	19,795a	0,590a	20,385	0,410a	0,018a
1 TA	17,788a	0,703a	18,491	0,270 b	0,018a
2 TA	23,103a	0,728a	23,831	0,310ab	0,018a
1 TG	21,145a	0,612a	21,757	0,280ab	0,017a
2 TG	18,033a	0,802a	18,835	0,270 b	0,018a
1 SA	19,808a	0,740a	20,548	0,300ab	0,018a
2 SA	20,465a	0,775a	21,240	0,290ab	0,019a
CAL	18,985a	0,644a	19,629	0,400a	0,020a
1 ST	24,028a	0,711a	24,739	0,310ab	0,019a
2 ST	20,743a	0,572a	21,315	0,330ab	0,017a
1 STC	17,110a	0,619a	17,729	0,280ab	0,016a
2 STC	18,428a	0,717a	19,145	0,310ab	0,019a

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5 % de probabilidade ($P < 0,05$).

Na literatura, MALAVOLTA & LOURENÇO (1978a) apresentam, para plantas normais, valores de 0,55-0,87 % no colmo; de 1,42-1,94 % nas folhas, e 0,30-0,40 % nos grãos. MALAVOLTA et alii (1979), apresentam para o sorgo cultivado em solução nutritiva completa, teores de 0,48% no colmo e perfilho; 0,96 % nas folhas, e 0,18 % na panícula. ROSOLEM (1979) nos cultivares Brandes e Rio, encontrou, respectivamente, valores de 0,15 e 0,08 % no colmo; 1,08 e 0,82 % nas folhas, e 0,01 e 0,008 % nos grãos, sendo estes últimos valores os únicos compatíveis com este experimento. Considerando que todos os outros resultados nos alertam para uma deficiência do elemento na cultura, essa deficiência pode ser atribuída à vários fatores, entre eles, a baixa translocação do elemento na planta, as diferenças varietais e a influência da relação Ca:Mg no solo.

Com relação aos requerimentos animais de cálcio o NRC (1976) recomenda, para gado de corte, de 0,18-1,04 % para novilhas e garrotes; 0,18 % para vacas secas gestantes; 0,18-0,44 % para touros e vacas lactantes; 0,05 % para grãos e 0,25 % para a silagem de *S. vulgare*. Para gado de leite o NRC (1978), recomenda 0,37% para vacas secas; 0,24 % para touros maduros; 0,40 % para novilhas e tourinhos em crescimento; 0,32 % para silagem de *S. vulgare* e 0,35 % para a de *S. saccharatum*.

Em trabalho de GALLO et alii (1974), foram apontados teores de 0,18-0,6 % como exigidos para as forrageiras do Estado de São Paulo.

Como se vê, houve deficiência de cálcio na cultura também em relação às exigências animais, havendo necessidade de suplementação.

Comparando-se os resultados de cálcio encontrados para as duas doses de fósforo (Tabelas 6, 8 e 9), verifica-se que não se pode fazer uma correlação, pela variação dos valores obtidos, de aumentos no teor de cálcio quando do aumento das doses de P. Já com MEIRA et alii (1982), houve aumento no teor de Ca, de 0,18 à 0,39% a medida que as doses de P subiram de 0-400 kg P_2O_5 /ha. COUTINHO (1983), também verificou aumento no teor de cálcio nas folhas do sorgo sacarino quando do aumento das doses de P_2O_5 .

Com relação aos diferentes tratamentos, os maiores valores para quantidade de Ca/ha foram obtidos para 1 ST (24,03 kg), 2 TA (23,10 kg) e 1 TG (21,15 kg) na planta e, 2 TG (0,80 kg), 2 SA (0,77 kg) e 1 SA (0,74 kg) no grão, sendo que não foi encontrada diferença significativa. Quanto aos maiores teores, foram encontrados para TEST (0,41 %), CAL (0,40 %) e 2 ST (0,33 %), na planta e, para CAL (0,020 %), 2 SA = 2 STC (0,019 %) e TEST = 1 TA=

= 2 TA = 2 TG = 1 SA = (0,018 %), no grão, sendo que apenas os tratamentos 1 TA e 2 TG, para planta, diferem dos demais significativamente.

Os altos teores de cálcio nos tratamentos TEST e CAL, se devem, provavelmente, ao fato de que os mesmos, não recebendo adubação com NPK, não sofreram interações com outros elementos, podendo absorver livremente o Ca existente no solo e/ou o fornecido pelo corretivo.

Quanto aos tratamentos que receberam calagem, houve uma certa tendência de diminuição dos valores de cálcio, contrariando VILLACHICA & QUEVEDO (1972), que encontraram efeito favorável da calagem sobre a absorção de cálcio. Uma explicação seria a provável ocorrência de interações entre os elementos presentes no corretivo e os fertilizantes utilizados.

Através da análise dos contrastes (Tabelas 10, 11, 12 e 13), verifica-se que os tratamentos com termofosfato e os com super triplo, tanto para quantidade, quanto para teor, na planta ou no grão, não diferiram entre si, o mesmo ocorrendo para as três granulometrias do termofosfato.

4.6. Magnésio

A quantidade média de magnésio em kg/ha e o teor (%) na planta e no grão, encontram-se, respectivamente, nas Figuras 2a, 2b, 3a e 3b e na Tabela 7.

Os resultados obtidos para quantidade média de magnésio variaram de 19,74 à 28,15 kg/ha, na planta, e de 6,32 à 9,40 kg/ha no grão, compatíveis com os encontrados por MALAVOLTA & LOURENÇO (1978a) de 10 kg/ha no colmo e folhas, e de 7 kg/ha nos grãos. MALAVOLTA et alii (1979), também encontraram resultados comparáveis, apesar de, um pouco inferiores: 17,1 kg/ha no colmo, perfilhos, folhas e panícula.

Através do trabalho de ROSOLEM (1979), pode-se verificar as diferenças na absorção de nutrientes pelos diferentes cultivares, como no caso do Mg, e dos cultivares Rio e Brandes, para os quais foram encontrados valores de 18,0 kg/ha e 44,0 kg/ha, respectivamente. ROSOLEM & MALAVOLTA (1980), encontraram uma absorção de 17,7 kg de Mg/ha para produção de 1.000 kg de grãos.

Com relação ao teor de Mg, a variação foi da ordem de 0,30 à 0,47 % na planta, e 0,18 à 0,23 % no grão.

Tabela 7 - Quantidade média de magnésio em kg/ha e teor (%) na planta e no grão.

Tratamento	kg/ha			Teor (%)	
	Planta (A)	Grão (B)	A + B	Planta	Grão
TEST	22,711a	6,320a	29,031	0,470a	0,190a
1 TA	20,026a	8,144a	28,170	0,300a	0,160a
2 TA	28,146a	8,018a	36,164	0,380a	0,190a
1 TG	24,129a	6,556a	30,685	0,320a	0,180a
2 TG	21,331a	8,622a	29,953	0,320a	0,200a
1 SA	22,157a	8,340a	30,497	0,340a	0,200a
2 SA	21,650a	9,400a	31,050	0,310a	0,230a
CAL	22,498a	6,924a	29,422	0,470a	0,220a
1 ST	23,440a	6,585a	30,025	0,300a	0,180a
2 ST	22,420a	6,714a	29,134	0,360a	0,200a
1 STC	19,741a	6,870a	26,611	0,330a	0,180a
2 STC	20,679a	8,232a	28,911	0,350a	0,220a

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5 % de probabilidade ($P < 0,05$).

Na literatura, MALAVOLTA & LOURENÇO (1978a) encontraram, para plantas normais, valores de 0,38-0,53 % no colmo, 0,74-1,01 % nas folhas e 0,51-0,60 % nos grãos. MALAVOLTA et alii (1979), encontraram, para o sorgo sacarino, teores de 0,26 % no colmo e perfilhos, 0,75 % nas folhas e 0,19 % na panícula. ROSOLEM et alii (1979), no sorgo sacarino cultivado em solução completa, encontraram teores de 0,26-0,25 % no colmo, 0,96-0,88 % nas folhas e 0,26-0,19 % nos grãos, respectivamente para os cultivares Brandes e Rio.

Como se pode observar, ressaltando-se as diferentes condições experimentais, os teores obtidos para Mg podem ser considerados semelhantes aos encontrados na literatura.

Talvez uma explicação para os baixos teores de Ca, relacionando-os aos de Mg, seja a observação de COUTINHO (1983), de que o Ca contido no ST (e, no nosso caso, também no TF) tenha deslocado o Mg do complexo sorbitivo para a solução do solo, contribuindo para uma maior disponibilidade e maior absorção pelas plantas, além de considerarmos os teores de Mg contidos no próprio TF.

Quanto aos requerimentos animais em magnésio o NRC (1976), recomenda para gado de corte, 0-04 - 0,10 % para novilhas e garrotes; 0,18 % para touros e va-

cas lactantes e 0,19 % para silagem de *S. vulgare*. Já o NRC (1978), para gado de leite, recomenda 0,16 % para vacas secas, touros maduros, novilhas e tourinhos em crescimento; 0,30 % para silagem de *S. vulgare* e 0,27 % para a de *S. saccharatum*). GALLO et alii (1974), recomenda , para forrageiras, teores mínimos exigidos de 0,4-0,1 %.

Comparando-se os dados da literatura com os obtidos, verificam-se teores de Mg compatíveis com as exigências nutricionais animais.

Com relação as duas doses de fósforo observa-se (Tabelas 7, 8 e 9) que, também neste caso, não se pode afirmar que a dose 2 tenha favorecido a absorção de Mg, considerando que não há constância nos resultados nem diferenças estatísticas entre eles, mas, pode-se observar que houve uma certa tendência no fato.

Na literatura encontramos que LOURENÇO et alii (1968), observaram aumentos na absorção de Mg quando a concentração externa de fósforo também aumentou. MEIRA et alii (1982), encontraram aumentos no teor de Mg, com aumento de zero para 400 kg P_2O_5 . Também COUTINHO (1983), observou que o aumento das doses e concentrações de P nas folhas promoveu incrementos nos teores de Mg.

Tabela 8 - Análise de variância e coeficiente de variação para os parâmetros considerados (quantidade/ha).

Parâmetros	Quadrado Médio			C.V. (%)
	Blocos	Tratamento	Resíduo	
	(3) ³	(11) ³	(33) ³	
		PLANTA		
Nº médio de plantas	2.159,1500ns	4.460,6000**	1.382,7000	10,02
MV kg/ha	19,2157ns	81,3483**	12,9632	10,96
MS kg/ha	344.419,5556ns	3.813.082,1818**	663.527,7980	12,58
Nitrogênio kg/ha	14,1849ns	342,4283**	54,6825	15,20
Fósforo kg/ha	0,5448ns	2,8021*	1,1069	23,28
Potássio kg/ha	360,4080ns	1.276,9719**	429,8508	31,55
Cálcio kg/ha	21,7154ns	17,6716ns	16,7878	20,54
Magnésio kg/ha	57,7458ns	19,8635ns	27,7103	23,49
		GRÃO		
MV kg/ha	0,8014ns	1,6306**	0,5979	12,60
MS kg/ha	0,1630ns	0,5225ns	0,4685	17,89
Nitrogênio kg/ha	69,0729ns	163,6128ns	107,6493	17,19
Fósforo kg/ha	20,0977ns	35,2799ns	25,5037	24,98
Potássio kg/ha	7,2755ns	11,8649ns	9,1203	22,76
Cálcio kg/ha	0,0117ns	0,0225ns	0,0154	18,16
Magnésio kg/ha	1,4124ns	4,0784ns	3,4115	24,43

()³ - Grau de Liberdade
C.V.%- Coeficiente de Variação
ns - Não significativo
* - Significativo ao nível 5 % (P < 0,05)
** - Significativo ao nível 1 % (P < 0,01)

Tabela 9 - Análise de variância e coeficiente de variação para os parâmetros considerados (teores).

Parâmetros	Quadrado Médio			C.V. (%)
	Blocos (3) ³	Tratamento (11) ³	Resíduo (33) ³	
Nitrogênio %	0,0042ns	PLANTA 0,0107ns	0,0054	9,84
Fósforo %	0,1476ns	0,0865ns	0,1423	17,19
Potássio %	0,0872ns	0,1295ns	0,1042	31,96
Cálcio %	0,0048ns	0,0085**	0,0026	16,34
Magésio %	0,0090ns	0,0132ns	0,0047	19,58
Nitrogênio %	0,0042ns	GRÃO 0,0079ns	0,0043	4,18
Fósforo %	0,0102ns	0,0087ns	0,0970	18,66
Potássio %	0,7772ns	0,0029ns	0,0030	15,83
Cálcio %	0,0631*	0,0516ns	0,0425	11,47
Magnésio %	0,0009ns	0,0012ns	0,0015	19,78

()³ - Grau de Liberdade
C.V. % - Coeficiente de Variação
ns - Não significativo
* - significativo ao nível 5 % (P < 0,05)
** - significativo ao nível 1 % (P < 0,01)

Com relação aos resultados obtidos para quantidade de Mg/ha encontramos os maiores valores para 2 TA (28,15 kg), 1 TG (24,13 kg) e 1 ST (23,44 kg), na planta, e para 2 SA (9,40 kg), 2 TG (8,62 kg) e 1 SA (8,34 kg) nos grãos. Quanto ao teor, os maiores resultados foram para CAL = TEST (0,47 %), 2 TA (0,38 %) e 2 ST (0,36 %) na planta, e para 2 SA (0,23 %), CAL = 2 STC (0,22 %) e 2 TG = 1 SA = 2 ST (0,20 %) no grão. Não foram encontradas diferenças significativas.

Através dos resultados obtidos observam-se os maiores teores de magnésio para os tratamentos TEST e CAL, fato semelhante ao já registrado para o cálcio, provavelmente, devido à ausência de adubação e de interações como NPK e/ou a presença de magnésio no corretivo utilizado. Também deve-se levar em consideração que, mesmo o teor de Mg no solo não sendo dos mais altos, (Tabela 1) há um desequilíbrio da relação Ca:Mg, o que pode ter afetado a absorção dos dois elementos pela cultura.

Considerando-se a influência da calagem na absorção do magnésio, VILLACHICA & QUEVEDO (1972) encontraram efeito desfavorável, o que não pode ser confirmado neste experimento, já que, em alguns casos, ocorreu efeito inverso.

Tabela 10 - Média dos agrupamentos dos tratamentos para efeito de análise de contraste
(quantidade/ha).

Parâmetros	Médias						
	0	60 T	120 T	60 ST	120 ST	60 STC	120 STC
PLANTA							
MV kg/ha	24.969	34.198	36.274	38.751	32.390	31.188	30.590
MS kg/ha	4.797	6.924	7.054	7.806	6.290	6.107	5.596
Nitrogênio kg/ha	34.163	52.217	55.293	60.135	45.434	46.430	41.001
Fósforo kg/ha	3.362	4.750	5.248	5.448	4.065	4.061	3.930
Potássio kg/ha	32.347	75.065	77.814	75.130	63.463	70.965	55.681
Cálcio kg/ha	19.390	19.580	20.534	24.028	20.743	17.110	18.428
Magnésio kg/ha	22.604	22.104	23.709	23.440	22.420	19.741	20.679
GRÃO							
MV kg/ha	5.083	6.294	6.712	6.947	5.993	5.845	5.695
MS kg/ha	3.300	3.934	4.249	3.832	3.394	3.808	3.715
Nitrogênio kg/ha	52.073	62.375	68.203	57.271	54.131	58.386	58.627
Fósforo kg/ha	16.917	20.767	23.799	17.466	18.200	17.787	21.657
Potássio kg/ha	11.643	13.599	15.360	11.687	11.751	11.992	13.615
Cálcio kg/ha	0.617	0.685	0.768	0.711	0.572	0.619	0.717
Magnésio kg/ha	6.622	7.680	8.680	6.585	6.714	6.870	8.232

Tabela 11 - Média dos agrupamentos dos tratamentos para efeito de análise de contraste (teores).

Parâmetros	Médias						
	0	60 T	120 T	60 ST	120 ST	60 STC	120 STC
PLANTA							
Nitrogênio %	0,718	0,752	0,788	0,770	0,720	0,763	0,693
Fósforo %	0,070	0,068	0,075	0,069	0,064	0,067	0,066
Potássio %	0,675	1,084	1,123	0,988	0,997	1,172	0,947
Cálcio %	0,405	0,283	0,290	0,310	0,330	0,280	0,310
Magnésio %	0,470	0,320	0,337	0,300	0,360	0,330	0,350
GRÃO							
Nitrogênio %	1,514	1,583	1,605	1,505	1,593	1,533	1,533
Fósforo %	0,527	0,525	0,560	0,461	0,523	0,467	0,578
Potássio %	0,359	0,345	0,361	0,309	0,341	0,315	0,365
Cálcio %	0,019	0,018	0,018	0,019	0,017	0,016	0,019
Magnésio %	0,205	0,180	0,207	0,180	0,200	0,180	0,220

Tabela 12 - Valores e níveis de significância para os contrastes envolvendo as médias dos tratamentos (quantidade/ha), através do Teste de Scheffé.

Parâmetros	Contrastes							
	60Tx60ST	120Tx120ST	0x60T	0x60ST	0x120T	0x120ST	60Tx60STC	120Tx120TC
PLANTA								
MV kg/ha	13,66	11,65	55,37**	27,56**	67,83**	14,84	9,03	17,05
MS kg/ha	2,65	2,29	12,76	6,02	13,54	2,99	2,45	3,29
Nitrogênio kg/ha	23,75	29,55	108,32*	51,94**	126,78**	22,54	17,36	42,88
Fósforo kg/ha	2,09	3,55	8,33	4,17	11,31	1,41	2,07	3,95
Potássio kg/ha	0,09	43,05	256,51	85,56	272,80*	62,23	12,40	66,40
Cálcio kg/ha	13,34	0,63	1,14	9,27	6,86	2,70	7,41	6,32
Magnésio kg/ha	4,01	3,87	3,00	1,67	6,63	0,37	7,09	9,09
GRÃO								
MV kg/ha	1,9604	2,1561	7,2611	3,7273	9,7731	1,8203	1,3465	3,0516
MS kg/ha	0,3149	2,5649	3,8206	1,0636	5,6939	0,1880	0,3869	1,6025
Nitrogênio kg/ha	15,31	42,22	61,81	10,39	96,78	4,11	11,97	28,73
Fósforo kg/ha	9,90	16,79	23,10	1,10	41,29	2,57	8,94	6,42
Potássio kg/ha	5,74	10,83	11,73	0,09	22,30	0,21	4,82	5,23
Cálcio kg/ha	0,08	0,59	0,41	0,19	0,91	0,09	0,20	0,15
Magnésio kg/ha	3,28	5,89	6,35	0,07	12,35	0,18	2,43	1,34

Os valores não assinalados por asteriscos não diferem estatisticamente

* - significativo ao nível 5 % de probabilidade (P 0,05)

** - significativo ao nível 1 % de probabilidade (P 0,01).

Tabela 13 - Valores e níveis de significância para os contrastes envolvendo as médias dos tratamentos (teores), através do Teste de Scheffé.

Parâmetros	Contrastes							
	60Tx60ST	120Tx120ST	0x60T	0x60ST	0x120T	0x120ST	60Tx60STC	120Tx120STC
PLANTA								
Nitrogênio %	0,05	0,20	0,20	0,10	0,42	0,00	0,03	0,28
Fósforo %	0,00	0,03	0,01	0,00	0,03	0,01	0,00	0,02
Potássio %	0,29	0,38	2,45	0,62	2,68	0,64	0,26	0,53
Cálcio %	0,08	0,12	0,72	0,18	0,67	0,14	0,00	0,07
Magnésio %	0,05	0,07	0,87	0,32	0,78	0,21	0,02	0,04
GRÃO								
Nitrogênio %	0,23	0,03	0,41	0,02	0,54	0,16	0,15	0,06
Fósforo %	0,19	0,11	0,01	0,13	0,20	0,01	0,17	0,05
Potássio %	0,11	0,06	0,09	0,10	0,01	0,04	0,09	0,01
Cálcio %	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Magnésio %	0,05	0,03	0,07	0,06	0,01	0,02	0,04	0,05

Oa valores não assinalados por asteriscos não diferem estatisticamente.

Através da análise de contrastes (Tabelas 10, 11, 12 e 13), verifica-se que não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos que receberam termofosfato e os que receberam superfosfato triplo, assim como, também não ocorreram entre os que receberam diferentes granulometrias do termofosfato, tanto para quantidade como para teor, para a planta e para os grãos.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se chegar às seguintes conclusões:

- Para o sorgo sacarino é indiferente se a fonte de fósforo utilizada é um fosfato acidulado, como o superfosfato triplo ou, é de origem térmica, como o termofosfato magnesiano, quando se visa a produção da matéria seca e a qualidade nutritiva de sua composição mineral para a nutrição animal.
- Não há diferenças quanto ao termofosfato acabado, semi-acabado e grosso, na produção de matéria seca e nas qualidades nutricionais do sorgo sacarino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA NETO, J.X. Fixação de fosfatos em solos de "cerrado" de Goiás. Piracicaba, 1975. 90 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- ALVAREZ, R.; ARRUDA, H.V.; WUTKE, A.P.C. Adubação da cana-de-açúcar. X-Experiência com diversos fosfatos (1959-1960). Bragantia, Campinas, 24(1): 1-9, 1965a.
- ALVAREZ, R.; OMETTO, J.C.; WUTKE, A.C.P.; ARRUDA, H. V.; FREIRE, E.S. Adubação da cana-de-açúcar. XI. Experiência com diversos fosfatos (1961-1963). Bragantia, Campinas, 24(9): 97-107, 1965b.
- AZAMBUJA, V.E.R. & PEIXOTO, R.R. Desaleitamento precoce de terneiros. II - Comparação entre sorgo e milho. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 16., Curitiba, Soc. Bras. de Zootecnia, 1979. 1: 146.
- AZEREDO, M.W.; FONTES, L.N.; CARDOSO, A.A. Influência de épocas de plantio e de níveis de adubação nitrogenada e fosfatada sobre a produção de grãos e algumas características do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). Experientiae, Viçosa, 20(12): 313-329, 1975.

BAHIA FILHO, A.F.C.; MAGNAVACA, R.; VASCONCELOS, C. A.;
BAHIA, F.G.F.T.C.; PITTA, G.V.E.; NASPOLINI FILHO, V.
Caracterização da curva de resposta de híbridos du-
plos à calagem e ao fósforo em um solo de elevada aci-
dez. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 12.,
Goiânia, 1978. Anais. Brasília, EMBRAPA, 1979. p.86.

BARTZ, H.R.; SIQUEIRA, O.J.F.; SCHOLLES, D. Determina -
ção da eficiência relativa de fertilizantes fosfata -
dos. I - Informe sobre efeito imediato, trigo. In:
REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DO TRIGO, 8., Pon-
ta Grossa, 1976. Anais. Passo Fundo, Centro Nac.
Pesq. Trigo, s.d. 2: 41-49.

BIASI, J. & SUHETT, G. Influência de diferentes fontes
de fósforo na fertilidade do solo. In: CONGRESSO BRA-
SILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 17., Manaus. 1979. Resu-
mos. Manaus, Soc. Bras. Ciência do Solo, 1979. p. 34.

BORGES, L.C.V. Adubação fosfatada na cultura do milho
(Zea mays L.) em dois solos sob vegetação de cerrado
no Estado de Goiás. Piracicaba, 1978. 59 p. (Mestra-
do-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/
USP).

BRAGA, J.M. & AMARAL, F.A.L. Efeito de fontes de fósfo-
ro na variação do pH e disponibilidade de fósforo ,
cálcio e magnésio, em um solo de Viçosa. Bragantia ,
Campinas, 18(98): 326-335, 1971.

- BRAGA, J.M. & DEFELIPO, B.V. Relação entre formas de fósforo inorgânico, fósforo disponível e material em solos sob a vegetação de cerrado. II - Trabalho em estufa. Revista Ceres, Viçosa, 19(104): 248-260, 1972.
- BRAGA, J.M. & NEVES, M.J.B. Alteração da solubilidade do fosfato de Patos. I - Efeito do tamanho das partículas e do tratamento térmico. Revista Ceres, Viçosa, 28(160): 546-554, 1981.
- BRAGA, N.R.; MASCARENHAS, H.A.A.; FEITOSA, C.T.; HIROCE, R.; RAIJ, B.van. Efeito do fósforo sobre o crescimento e produção da soja. Revista Brasileira da Ciência do Solo, Campinas, 4: 36-39, 1980.
- BRAUN, W.A.G. Relação fosfato-solo-planta e termofosfatos. Fertilizantes, IPT, São Paulo, 1: 3-8, 1980.
- BUTTERWORTH, M.H. The utilization of phosphorus in some Venezuelan forages. Turrialba, Turrialba, 16(3): 253-256, 1966.
- CASTELLANE, P.D. Relações potássio, cálcio e magnésio e seus efeitos na produção de sorgo granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Jaboticabal, 1979. 81 p. (Mestrado-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticabal/UNESP).

- CATANI, R.A. Influência do grau de finura na solubilidade de fosfatos naturais. Revista da Agricultura. Piracicaba, 29(1-2): 1-14, 1954.
- CHIEN, S.H. Reactions of phosphate rocks, Rhenania phosphate, and superphosphate with an acid soils. Soil Science Society American Journal, Madison, 42(5): 705-708, 1978.
- CORDEIRO, D.S.; DESORDI, A.C.; KICHEL, A.N.; SILVEIRA JÚNIOR, P. Efeitos de fontes de adubos fosfatados na produção de matéria seca do sorgo sacarino. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 10., Pelotas, 1981. Anais. Pelotas, EMBRAPA-UEPAE, 1981, p. 133-144.
- CORDEIRO, D.S.; KICHEL, A.N.; PORTO, V.H.da F.; SILVEIRA JÚNIOR, P. Efeito da interação entre calcário e fósforo na produção de sorgo granífero em Planosol. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 14., Florianópolis, 1982. Resumos. Florianópolis, EMPASC, 1982. p. 164.
- COSENTINO, J.R. Efeito da substituição de milho por sorgo em rações iniciais para o desaleitamento precoce de bezerros. Piracicaba, 1980. 155 p. (Mestrado- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

COUTINHO, E.L.M. Efeitos da adubação nitrogenada, fosfatada e potássica na cultura do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), avaliada pela diagnose foliar, produção de colmos e álcool etílico. Piracicaba, 1983. 89 p. (Doutorado-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

DEFELIPO, B.V.; BORGES, R.E.; MENDONÇA, B.M. Adubos fosfatados na correção da acidez do solo. SEIVA - Publicação Técnico Científica dos Discentes da U.F. Viçosa, ano 38, nº 86, abril/junho, 1978. p. 41-50.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Relatório técnico anual do Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Semi-Árido - 1977/1978. 1978. p. 96-111.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Recomendação para o cultivo do sorgo. 2.. Sete Lagoas, Centro Nacional de Pesquisa do Milho e Sorgo, 1982. 62 p. (Circular Técnica, 1).

FABRICIO, A.C.; BARBO, C.V.S.; NAKAYAMA, L.H.I. Efeito da aplicação de níveis de fósforo de diferentes fontes fosfatadas na cultura do trigo. In: EMBRAPA. Relatório técnico anual da UEPAE- 1976/1983. Dourados, 1985. p. 25.

FARIAS, J.V.S. Efeitos da silagem de sorgo forrageiro sobre a performance de porcas gestantes. Piracicaba, 1975. 58 p. (Mestrado-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

FASSBENDER, H.W.; BEINROTH, F.H.; SARMENTO, L.S. Amounts and forms of phosphorus in ten highly weathered soils of Puerto Rico. Turrialba, Turrialba, 28(1): 9-14 , 1978.

FEITOSA, C.T. & RAIJ, B.van. Influência da natureza do fosfato aplicado à dois solos, no fosfato solúvel em extratores químicos e disponível para trigo e milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15., Campinas, 1975. Anais. Campinas, Soc. Bras. de Ciência do Solo, 1976, p. 215-220.

FEITOSA, C.T.; RAIJ, B.van; DECHEN, A.R.; ALCARDE, J.C. Determinação preliminar da eficiência relativa de fosfatos, para trigo, em casa-de-vegetação. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 2: 193-195, 1978.

FENSTER, W.E. & LEÓN, L.A. Considerações sobre a fertilização no estabelecimento e persistência de pastagens em solos ácidos e de baixa fertilidade na América Latina. In: SANCHEZ, P.A.; TERGAS, L.E. & SERRÃO; E.A.S., ed. Produção de pastagens em solos ácidos dos trópicos. Brasília, Editerra Editorial, 1982.cap.2, p. 127-141.

- FRANÇA, G.E.; SANTOS, H.L.; VASCONCELLOS, C.A. Calagem na cultura do sorgo. In: SIMPÓSIO SOBRE ACIDEZ E CALAGEM, Campinas, 1983. Anais. Campinas, Soc. Bras. de Ciência do Solo, 1983. p. 217-226.
- FRANÇA, G.E.; VASCONCELLOS, C.A.; BAHIA FILHO, A.F.C. ; PITTA, G.V.E.; MENDES, J.F.; PACHECO, E.B. Efeito da adubação verde sobre o aproveitamento de fosfatos. I: Efeito da acidez do solo na produção de sorgo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 12., Goiânia, 1978. Anais. Brasília, EMBRAPA, 1979. p. 130.
- FREITAS, L.M.M.; TANAKA, T.; LOBATO, E.; SOARES, W.V. ; FRANÇA, G.E. Experimentos de adubação de milho doce e soja em solos de campo cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Série Agronomia, Brasília, 7: 57-63, 1972.
- FURLANI, A.M.C.; CLARK, R.B.; ROSS, W.M.; MARANVILLE, J. W. Eficiência da utilização do fósforo por plantas jovens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*) derivados de linhagens selecionadas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 14., Florianópolis, 1982. Resumos. Florianópolis, EMPASC, 1982. p. 165.

- FURLANI, P.R.; SÓAVE, J.; AZZINI, L.E.; BATAGLIA, O.C. ;
BANZATTO, N.V.; SCHMIDT, N.C. Influência de superfos-
fato simples, termofosfato e escória siderúrgica na
produção de grãos e na incidência de bruzone em culti-
vares de arroz irrigado. Summa Phytopathologica, Pi-
racicaba, 3: 226-230, 1977.
- GALLO, J.R.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R. ;
FURLANI, A.M.C.; MATTOS, H.B.; SANTINI, H.J.; FONSECA,
M.P. Composição química inorgânica de forrageiras do
Estado de São Paulo. Boletim da Indústria Animal, No-
va Odessa, 31: 115-137, 1974.
- GARGANTINI, H. & FEITOSA, C.T. Efeito de diferentes fer-
tilizantes fosfatados em diversas condições de acidez
do solo, na produção do trigo em vasos. Bragantia ,
Campinas, 31(9): 109-117, 1972.
- GARGANTINI, H. & SANTOS, D. Competição de fertilizantes
fosfatados em soja. Bragantia, Campinas, 30(12):
119-124, 1971.
- GARGANTINI, H. & SOARES, E. Efeito de diversos fertili-
zantes fosfatados na produção de trigo cultivado em
vasos. Bragantia, Campinas, 32(9): 193-201, 1973.
- GOEDERT, W.J. & LOBATO, E. Avaliação agrônômica de fos-
fatos em solo de cerrado. Revista Brasileira de Ciên-
cia do Solo, Campinas, 8: 97-102, 1984.

- GOEDERT, W.J. & SOUZA, D.M.G. Uso eficiente de fertilizantes fosfatados. In: SEMINÁRIO P, Ca, Mg, S e MICRONUTRIENTES - SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVA NA AGRICULTURA, São Paulo, 1984. Anais. São Paulo, MANAH, 1986. p. 21-59.
- GOEPFERT, C.F. A eficiência de diversos fertilizantes fosfatados na cultura da soja. IPAGRO-Informa, Porto Alegre, nº 13, 1976.
- GOMES, F.P. Curso de Estatística Experimental. 10., Piracicaba, Livraria Nobel S.A., 1982. 430 p.
- GONÇALVES, J.A. Influência de doses de fósforo e de cultivos sucessivos nos níveis de fósforo no solo e na sua absorção pelo milho. Viçosa, 1984. 65 p. (Mestrado-Universidade Federal de Viçosa).
- HAAG, H.P. & DECHEN, A.R. Deficiências minerais em plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 7., Piracicaba, 1984. Anais. Piracicaba, Peixoto, A.M.; Moura, J.C. & Faria, V.P. de, ed., 1984. p. 139-168.
- HIROCE, R.; SAWAZAKI, E.; POMMER, C.V.; MIRANDA, L.T. Efeitos da adubação NPK na produção e na composição mineral de folhas de diferentes cultivares de sorgo e milho. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 5: 67-71, 1981.

KAMINSKI, J. Efeito de cinco fosfatos, pré, com e pós aplicados ao calcário no suprimento de fósforo ao sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench-cv Contibrasil), em três solos ácidos. Piracicaba, 1983. 126 p. (Doutorado-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

KAMPRATH, E.J. Potential detrimental from liming highly weathered soils to neutrality. Soil and Crop Science Society of Florida, Gainesville, 31: 200-203, 1971.

KOLLING, J.; STAMMEL, J.G.; KORNELIUS, E. Efeito do calcário e da adubação fosfatada sobre alguns componentes químicos do tecido de leguminosas forrageiras de clima tropical. Agronomia Sulriograndense, Porto Alegre, 12(2): 207-218, 1976.

KORNDÖRFER, G.H. Capacidade de fosfatos naturais e artificiais fornecerem fósforo para plantas de trigo. Porto Alegre, 1978. 73 p. (Mestrado-Universidade Federal do Rio Grande do Sul).

KORNDÖRFER, G.H.; VOLKWEISS, S.J.; STAMMEL, J.G. Capacidade de fosfatos naturais e artificiais fornecerem fósforo para as plantas de trigo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 17., Manaus, 1979. Resumos. Manaus, Soc. Bras. Ciência do Solo, 1979, p. 39.

- LANA, R.M.Q. Influência do tamanho das partículas do fosfato de Araxá sobre a produção de matéria seca do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Viçosa, 1983. 58 p. (Mestrado-Universidade Federal de Viçosa).
- LANA, R.M.Q.; BRAGA, J.M.; RIBEIRO, A.C.; THIÉBAUT, J.T.L.; NEVES, J. C.L. Influência do tamanho das partículas do fosfato de Araxá sobre a produção de matéria seca do sorgo. Revista Ceres, Viçosa, 31(177): 332-343, 1984.
- LARSEN, S. Soil phosphorus. Advances in Agronomy, New York, 19: 151-205, 1967.
- LIMA, E. Resposta do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) ao emprego de fontes e doses de fósforo em condições de casa-de-vegetação. Piracicaba, 1981. 107 p. (Mestrado-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- LOPES, A.S. & COX, F.R. Cerrrado vegetation in Brazil: an edaphic gradient. Agronomy Journal, Madison, 69(5): 828-831, 1977.
- MACHADO, M.O.; VIANNA, A.C.T.; CASALINHO, H.D. Calcário em fontes e doses de fósforo: influência no rendimento da soja e na química do solo Pelotas (Alfissolo). Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 18(7): 721-727, 1983.
- MACHADO, S.C.; MENDONÇA, A.C.; FARIAS, J.G.; VALADARES, L. C. Níveis de fósforo em sorgo granífero. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 12., Goiânia, 1978. Anais. Brasília, EMBRAPA, 1979. p. 138.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas.
São Paulo, Ed. Agronômica Ceres Ltda, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E. Adubos e adubação fosfatada. s.l., Fertilizantes Mitsui S.A. Ind. e Com., 1983, 61 p.

MALAVOLTA, E. & LOURENÇO, R.S. Estudo sobre a nutrição mineral de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).
I - Nota sobre o efeito das carências de macronutrientes no crescimento, produção e composição mineral. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 11., Piracicaba, 1976. Anais. Piracicaba, E. Paterniani (ed.)- Deptº Genética-ESALQ/USP, 1978a. p. 691-699.

MALAVOLTA, E. & LOURENÇO, R.S. Estudo sobre a nutrição mineral do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).
II - Nota sobre a amostragem para diagnose foliar. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 11., Piracicaba, 1976. Anais. Piracicaba, E. Paterniani (ed.). Deptº Genética-ESALQ/USP, 1978b. p. 701-705.

MALAVOLTA, E.; COUTINHO, E.L.M.; VITTI, G.C.; ALEJO, N.V.; NOVAES, N.J.; FURLANI NETO, V.L. Estudo sobre a nutrição mineral do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). I - Deficiências de macro e micronutrientes e toxidez de Al, Cl e Mn. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 36: 173-202, 1979.

- MATTOS, J.C.; TUNDISI, A.G.A.; DUPAS, W. Estudo da silagem de sorgo como alimento volumoso para bovinos de corte. Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, 26 (1): 55-59, 1969.
- MEIRA, E.M.; DANTAS, J.P.; MALAVOLTA, E. Efeitos da adubação de manutenção e de correção na produção de colmos, composição mineral das folhas e características técnicas de dois cultivares de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) no Brejo Paraibano. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 39(1): 425-453. 1982.
- MELO, M.A.R. Efeito do fósforo aplicado e da correção de acidez sobre a produção de matéria seca do sorgo-*Sorghum bicolor* (L.) Moench - em solos da região sudeste do Rio Grande do Sul. Pelotas, 1978. 113 p. (Mestrado-Universidade Federal de Pelotas).
- MELOTTI, L. & CAIELLI, E.L. Valor nutritivo de silagens de sorgo híbrido Funk's, forrageiro 77F e granífero 788A através da digestibilidade aparente com carneiros. Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, 38 (1): 77-83, 1981.
- MIRANDA, L.T.; VIEGAS, G.P.; FREIRE, E.S.; IGUE, T. Adubação do milho. XXVII - Ensaio com diversos fosfatos (10ª série). Bragantia, Campinas, 29(28): 301 - 308, 1970.

- MIRANDA, M.T. Crescimento e concentração de nutrientes em *Panicum maximum* (Jacq.) cv "Makueni", em função do fornecimento de nitrogênio, fósforo e potássio. Piracicaba, 1982. 108 p. (Doutorado-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- MONTAGNINI, M.I.; CUNHÁ, P.G.; SILVA, O.J.; ROVERSO, E. A. Estudo comparativo entre sorgo e milho integral na engorda de bovinos em confinamento. Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, 29(1): 15-22, 1972.
- MORAIS, F.I.; SANTANA, C.J.L.; PEREIRA, G.C. Efeito da aplicação de diferentes fontes de fósforo no crescimento do cacaueiro em casa-de-vegetação. Revista Theobroma, Itabuna, 9: 119-128, 1979.
- MOREIRA, S.M.; LOURES, E.G.; THÉBAUT, J.T.L.; NOVAIS, R. F. Efeito da interação gramínea-solo-calagem sobre a eficiência de fosfatos naturais. Revista Ceres, Viçosa, 26(146): 360-373, 1979.
- NAKAGAWA, J.; BÜLL, L.T.; BOARETTO, A.E.; FELIPPE, L.A. Avaliação do efeito do termofosfato na fertilidade de dois solos através do uso de métodos químicos e biológico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 17., Manaus, 1979. Resumos. Manaus, Soc. Bras. de Ciência do Solo, 1979. p. 33.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 5. Washington, National Academy of Sciences , 1976. 56 p. (nº 4).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Beef Dairy Cattle, 5. Washington, National Academy of Sciences, 1978. 76 p. (nº 3).

NAUFEL, F.; GOLDMAN, E.F.; GUARAGNA, R.N.; GAMBINI, L.B.; SCOTT, W.N.; KALIL, E.B. Estudo comparativo entre cana-de-açúcar e silagem de milho, sorgo e capim napier na alimentação de vacas leiteiras. Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, 26: 9-22, 1969.

NAZÁRIO, W.; SANTIAGO, A.M.H.; CAMARGO, W.V.A.; CHIBA, S.; SERPENTINI, R. Valores médios de minerais obtidos de diferentes espécies de forrageiras, no período de 1976 à 1980, no Estado de São Paulo. Biológico, São Paulo, 50(4): 71-84, abril. 1984.

NEME, N.A.; LOVADINI, L.A.C. Efeito de adubos fosfatados e calcário na produção de forragens de soja perene (*Glycine javanica* L.) em "terra de cerrado". Bragantia, Campinas, 26(28): 365-372, 1967.

NEPTUNE, A.M.L. O magnésio como nutriente para as plantas. In: SEMINÁRIO P, Ca, Mg, S e MICRONUTRIENTES - SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVA NA AGRICULTURA, São Paulo, 1984. Anais. São Paulo, MANAH, 1986. p. 74-82.

- OLIVEIRA, E.L.; MUZILLI, O.; IGUE, K.; TORNERO, M.T.T.
Avaliação da eficiência agronômica de fosfatos naturais. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 8: 63-67, 1984.
- PAINTER, C.G.; LEAMER, R.W. The effects of moisture, spacing, fertility and their interrelationships on grain sorghum productions. Agronomy Journal, Madison, 45(6): 261-264, 1953.
- PEDREIRA, J.V.S. & SILVEIRA, J.J.N. Variação da composição bromatológica do capim Colonião (*Panicum maximum*, Jacq.). Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, 29: 185-190, 1972.
- PEREIRA, J.; BRAGA, J.M.; NOVAIS, R.F. Efeitos de fontes e doses de fósforo na nodulação da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e na absorção de nutrientes em um solo sob campo cerrado. Revista Ceres, Viçosa, 21 (115): 213-226, 1974.
- PEREIRA, J.A.A.; SILVA, D.J.; BRAGA, J.M.; CAMPOS, J. Teores de fósforo, cobre e cobalto em algumas pastagens do município de Teófilo Otoni, M.G. Experientiae, Viçosa, 12(6): 155-188, 1971.

- PETRINI, J.A. & RAUPP, A.A.A. Ensaio regional de sorgo sacarino - 1980/1981. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 10., Pelotas, 1981. Anais. Pelotas, EMBRAPA-UEPAE, 1981, p. 51-60.
- RAIJ, B. van. Fósforo. In: RAIJ, B.van. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba, POTAFÓS, 1981. cap. 7., p. 95-106.
- RAIJ, B. van; CARMELLO, Q.A.C.; GROHMANN, F. Influência do grau de moagem na eficiência de dois fosfatos naturais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 17., Manaus, 1979. Resumos. Manaus, Soc. Bras. Ciência do Solo, 1979. p. 37.
- RAIJ, B. van; ROSAND, P.C.; LOBATO, E. Adubação fosfatada no Brasil - Apreciação geral, conclusões e recomendações. In: OLIVEIRA, A.J.; LOURENÇO, S. & GOEDERT, W.J. (colab.). Adubação Fosfatada no Brasil. Brasília, EMBRAPA-DID, 1982. p. 9-28.
- ROBERTS, C.R. Algumas causas comuns dos fracassos das pastagens tropicais de leguminosas e gramíneas em fazendas comerciais e as possíveis soluções. In: SANCHEZ, P.A.; TERGAS, L.E. & SERRÃO, E.A.S., ed. Produção de pastagens em solos ácidos dos trópicos. Brasília, Editerra Editorial, 1982, cap. 6, p. 433-452.

- ROLÓN, J.D. & PRÍMO, A.T. Experiência em ensaios regionais de demonstração no Brasil. In: SANCHEZ, P.A. ; TERGAS, L.E. & SERRÃO, E.A.S., ed. Produção de pastagens em solos ácidos dos trópicos. Brasília, Editeria Editorial, 1982, cap. 6, p. 453-467.
- ROSOLEM, C.A. Contribuição ao estudo da nutrição mineral e adubação do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Piracicaba, 1979. 137 p. (Doutorado-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- ROSOLEM, C.A. & MALAVOLTA, E. Estudos sobre a nutrição mineral do sorgo granífero. VI - Exigências nutricionais. Revista da Agricultura, Piracicaba, 55(1-2): 49-55, 1980.
- ROSOLEM, C.A.; MALAVOLTA, E.; MACHADO, J.R.; NAKAGAWA, J. Efeitos de N, P e K no teor e produção de proteína pelo sorgo granífero (*Sorghum bicolor*) em solução nutritiva. Turrialba, Turrialba, 31(2): 129-134, 1981.
- ROSOLEM, C.A.; NOGIMOTO, T.; MACHADO, J.R. Respostas do sorgo sacarino a adubos nitrogenado, fosfatado e potássico em um Latossolo Roxo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 14., Florianópolis, 1982. Resumos. Florianópolis, EMPASC, 1982. p. 171.

ROVIRA, L.A.; BELLO, A.R.; ROJAS, J.Z. Fertilizacion y efecto residual sobre los rendimientos en sorgo granero (*Sorghum vulgare* Pers) en suelos de la série Maracay. Agronomia Tropical, Maracay, 22(5): 555-561, 1972.

SAIBRO, J.C.; MARASCHIN, G.E.; BARRETO, I.L. Avaliação do comportamento produtivo de cultivares de sorgo, milho e milheto forrageiros no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO INTERAMERICANO DE SORGO, 1., Brasília, 1972. Anais. Brasília, M.A./UnB/Fund. Zoobotânica do Distrito Federal, 1972. p. 115-134.

SALGADO, A.L.B.; AZZINI, A.; FEITOSA, C.T.; VEIGA, A.A.; PETTINELLI, A.; CAMPANA, M.; SORDI, G. Competição de fertilizantes fosfatados na cultura da crotalária (*Crotalaria juncea* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLOS, 18., Salvador, 1981. Resumos. Salvador, Soc. Bras. Ciência do Solo, 1981. p. 90.

SALINAS, J.G. & SANCHES, P.A. Conceitos atuais sobre reação solo-planta em relação à tolerância a baixa disponibilidade de fósforo. Ciência e Cultura, São Paulo, 28(2): 156-168, 1976.

SAMPLE, E.C.; SOPER, R.J.; RACZ, G.J. Reactions of phosphate fertilizer in soils. In: KHASAWNEH, F.C.; SAMPLE, E.C.; KAMPRATH, E.J., ed. The role of phosphorus in agriculture, Madison. Amer. Soc. Agron. Inc., 1980. cap. 11, p. 263-310.

SANCHEZ, P.A. Propriedades e manejo de solos nos trópicos. Apostila do Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras, s.d., 22 p. (mimeografada).

SANCHEZ, P.A. & ISBELL, R.F. Comparação entre os solos da América Latina e os da Austrália. In: SANCHEZ, P. A.; TERGAS, L.E. & SERRÃO, E.A.S., ed. Produção de pastagens em solos ácidos dos trópicos. Brasília, Editerra Editorial, 1982 cap. 1, p. 41-70.

SANCHEZ, P.A. & SALINAS, J.G. Low-input technology for managing oxisols and ultisols in Tropical America. Advance Agronomy, New York, 34: 279-406, 1981.

SANTOS, H.L.; VASCONCELLOS, C.A.; BAHIA FILHO, A.F.C. ; PITTA, G.V.E.; MENDES, J.F.; OLIVEIRA, A.C. de. Produção de sorgo granífero e sua relação com o P disponível e formas de P inorgânico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 17., Manaus, 1979. Resumos. Manaus, Soc. Bras. Ciência do Solo, 1979. p. 30.

SANZONOWICZ, C. & GOEDERT, W.J. Uso de fosfatos naturais em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 7., Piracicaba, 1984. Anais. Piracicaba, Peixoto, A.M.; Moura, J.C. & Faria, V.P. de, ed. , 1984. p. 235-267.

SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba, Departamento de Química- ESALQ/USP. 1974. 56 p.

SCHAFFERT, E. & BORGONOV, R.A. Uma opção para a produção de alimento e energia. A Granja, Porto Alegre, 36(395): 60-64, 1980.

SEIFFERT, N.F.; SOARES, W.V.; SCHUNKE, R.M.; PRIMO, A.T. Calagem de Latossolo Roxo álico, textura argilosa, fase cerrado, e seu efeito sobre o desenvolvimento do sorgo forrageiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 13(4): 1-8, 1978.

SILVA, N.; BÜLL, L.T.; KIMOTO, T.; DE PIERI, J.C. Fontes de fósforo e métodos de aplicação no solo na cultura da cebola (*Allium cepa* L.) pelo sistema de bulbo. Científica, Jaboticabal, 10(2): 241-245, 1982.

SILVA, N.M.; FERRAZ, C.A.M.; CAMPANA, M.P. Competição entre superfosfato simples e termofosfatos, em ensaio permanente com o algodoeiro. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 1(1): 34-38, 1977.

- SOUZA, E.A.; SADER, R.; BIANCO, R.; COUTINHO, E. L. M.
Efeitos do calcário dolomítico na produção e em algumas características morfológicas do *Sorghum bicolor* L. Moench (sorgo), cultivado num Latossol Roxo. Científica, Jaboticabal, 4(3): 289-297, 1976.
- SOUZA, J. de. Fosfatos naturais como fontes de fósforo, em diferentes períodos de incubação, em dois solos. Viçosa, 1977. 55 p. (Mestrado-Universidade Federal de Viçosa).
- SOUZA, J.C.; CONRAD, J.H.; McDOWELL, L.R.; AMMERMAN, C. B.; BLUE, W.G. Interrelações entre minerais no solo, forrageiras e tecido animal. II - Cobre e Molibdênio. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 15: 335-341, 1980.
- SOUZA, L.F.S.; FERNANDES, M.S.; VELLOSO, A.C.X.; CASTRO, A.F. Calagem e adubação fosfatada em alguns solos sob cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 18(7): 715-720, 1983.
- TOVAR, D.; AVILAN, L.; CAMPINS, L.E.; ORTEGA, V. Efecto de la fertilizacion edafica con N, P, K, en el rendimiento del sorgo granero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) en los llanos occidentales de Venezuela. In: SIMPÓSIO INTERAMERICANO DE SORGO, 1., Brasília, 1972. Anais. Brasília, M.A./UnB/Fund.Zoobotânica do Distrito Federal, 1972. p. 155-187.

VASCONCELLOS, C.A.; SANTOS, H.L.; FRANÇA, G.E.; PITTA, G. V.E.; BAHIA FILHO, A.F.C. Eficiência agronômica de fosfatos naturais para a cultura do sorgo granífero . I - P total e solúvel em ácido cítrico e granulometria. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 10: 117-121, 1986a.

VASCONCELLOS, C.A.; SANTOS, H.L.; FRANÇA, G.E.; PITTA, G. V.E.; BAHIA FILHO, A.F.C. Eficiência agronômica de fosfatos naturais para a cultura do sorgo granífero . II - Produção de grãos, eficiência relativa e fósforo disponível. Revista Brasileira de Ciência do Solo , Campinas, 10: 123-128, 1986b.

VELLOSO, L. Estudo comparativo entre o valor das silagens de milho e de sorgo, do "pé-de-milho" e da cana desintegrada, fornecidas à novilhas nelores em regime de confinamento. Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, 27/28(1): 312-323, 1970/71.

VELLOSO, L. & FIGUEIREDO, B.M. Estudo sobre o consumo de matéria seca por bovinos nelore mantidos em regime de confinamento. Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, 27/28(1): 305-312, 1970/71.

VILLACHICA, L.H. & QUEVEDO, I.F. Efecto del encalado en el rendimiento y la concentración de nutrimentos en el sorgo. Turrialba, Turrialba, 22(1): 11-18, 1972.

VOLKWEISS, S.J. & RAIJ, B. van. Retenção e disponibilidade de fósforo em solos. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 4., Brasília, 1976. Anais. São Paulo, EDUSP, 1977. p. 317-332.

WERNER, J.C. & HAAG, H.P. Estudo sobre a nutrição mineral de alguns capins tropicais. Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, 29: 191-245, 1972.