

**NUTRIÇÃO MINERAL COMPARADA DO SORGO GRANÍFERO**  
*[Sorghum bicolor (L.) Moench]* **E DO MILHO** (*Zea mays L.*)

**CIRO ANTONIO ROSOLEM**  
ENGENHEIRO AGRÔNOMO

Orientador: EURIPEDES MALAVOLTA

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Solos e Nutrição de Plantas.

**PIRACICABA**

**Estado de São Paulo – Brasil**

**JULHO, 1978**

i.

A

Antonio e Ondina, meus pais

ã Mônica, minha esposa,

dedico este trabalho.

## A G R A D E C I M E N T O S

Ao BNDE (FUNTEC 293) e FAPESP, pelo suporte financeiro,

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos concedida,

Ao Centro de Energia Nuclear, particularmente suas divisões de Nutrição de plantas e Química Analítica, e ao Departamento de Química - ESALQ, pela franquia de suas instalações, tornando possível a realização deste trabalho,

Ao Dr. Eurípedes Malavolta, pela inestimável orientação,

Ao Centro de Processamento de Dados do Instituto Básico de Biologia Médica e Agrícola - UNESP, na pessoa da Dra. Martha Maria Mischan, pelas análises estatísticas e sugestões apresentadas,

Aos Drs. José Rizardo Machado, João Nakagawa, Osvaldo Brinholi e Daniel A.S. Marcondes pela colaboração e oportunas sugestões apresentadas,

Aos amigos laboratoristas Rosângela Grisotto, Cleusa Pereira Cabral e Wladimir José Rosignolo, e ao acadêmico Paulo Formaggio, pela valiosa colaboração na fase de obtenção dos dados,

E às demais pessoas que de uma ou outra forma deram sua contribuição para que este trabalho fosse conduzido a bom termo.

## Í N D I C E

1 - RESUMO .....	1
2 - INTRODUÇÃO .....	4
2.1 - GENERALIDADES .....	4
2.2 - OBJETIVOS .....	6
3 - REVISÃO DA LITERATURA .....	7
4 - MATERIAIS E MÉTODOS .....	25
4.1 - ENSAIO COM SORGO GRANÍFERO .....	25
4.2 - ENSAIO COM MILHO .....	30
5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	34
5.1 - SORGO GRANÍFERO .....	34
5.1.1 - PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA .....	34
5.1.2 - QUANTIDADES DE NUTRIENTES ABSORVIDOS E CONTIDOS NOS GRÃOS .....	46
5.1.3 - DIAGNOSE FOLIAR .....	69
5.1.4 - EFICIÊNCIA NUTRICIONAL .....	75
5.2 - ENSAIO COM MILHO .....	81
5.2.1 - PRODUÇÃO DA MATÉRIA SECA .....	82
5.2.2 - EFICIÊNCIA NUTRICIONAL .....	85
5.3 - SORGO X MILHO .....	89
6 - CONCLUSÕES .....	91
7 - SUMMARY .....	95
8 - LITERATURA CITADA .....	98



## 1 - R E S U M O

O presente trabalho foi conduzido no Centro de Energia Nuclear na Agricultura, anexo à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, Brasil, em solução nutritiva e em casa de vegetação, com os seguintes objetivos:

- a - Estudar as exigências e exportações de nitrogênio, fósforo e potássio de 5 cultivares de sorgo granífero e 6 cultivares de milho.
- b - Estudar os efeitos das deficiências de nitrogênio, fósforo e potássio na produção de matéria seca, exigência e exportação de N, P e K de 5 cultivares de sorgo granífero.
- c - Determinar a capacidade de absorção de nutrientes do subg

trato em regime de fornecimento adequado, e de "stress" relativa, de 5 cultivares de sorgo granífero e 6 cultivares de milho.

- d - Estudar as eficiências nutricionais das 5 cultivares de sorgo granífero e das 6 cultivares de milho, relacionando-as com o comportamento das plantas.

O sorgo foi cultivado em solução nutritiva completa, e em soluções com nitrogênio, fósforo e potássio diluídos, um de cada vez, a 0,5, 0,2 e 0,1 da concentração usual.

O milho foi cultivado em solução nutritiva completa, e a mesma diluída a 0,2 de sua concentração.

No final do ciclo, 110 dias em média para o sorgo e 120 dias em média para o milho, as plantas foram colhidas, dissecadas, secas e a seguir foram realizadas análises de nitrogênio, fósforo e potássio das diferentes partes das plantas.

As eficiências nutricionais do sorgo foram calculadas pela fórmula:

$$E = \frac{\text{produção de grãos (g)}}{\text{nutriente absorvido(g)}} \times \text{ciclo da planta}$$

As eficiências nutricionais para o milho, em virtude de se terem perdido as amostras secas de grãos, não sendo possível o cálculo das exigências totais e exportações de N, P e K, foram calculadas através da fórmula:

$$E = \frac{\text{produção de grãos (g)}}{\text{nutriente absorvido pela parte vegetativa da planta}} \times \text{ciclo da planta (dias)}$$

Para comparação com milho, calculou-se também as eficiências nutricionais do sorgo através desta segunda maneira.

Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões principais:

- a - Os níveis de nitrogênio, fósforo e potássio utilizados - causaram efeitos nas produções de grãos das cultivares de sorgo, assim como nas quantidades de N, P e K absorvidos e contidos nos grãos, com algumas exceções.
- b - As cultivares de sorgo granífero apresentaram padrões de absorção de N e capacidades de absorção de N, P e K diferentes entre si; e os potenciais de produção de grãos foram também diferentes. As absorções médias para uma produção de 1000 kg de grãos foram de 54 kg de N, 10,5 kg de P e 19,9 kg de K, e exportaram pelos grãos 43% do N, 53% do P e 8% do K.
- c - As eficiências nutricionais do sorgo foram, no nível completo de solução, em média 0,171; 1,016 e 0,495 para N, P e K, respectivamente, mas são necessários novos estudos a respeito do assunto.
- d - As cultivares de milho apresentaram eficiências nutricionais médias, no nível completo de solução iguais a 0,567; 2,645 e 1,204, respectivamente, para N, P e K, com correlações significativas com a produção no caso das eficiências nutricionais para N e P.
- e - As cultivares de sorgo granífero produziram mais que as cultivares de milho, e suas eficiências nutricionais comparadas com as do milho foram também maiores.

## 2 - INTRODUÇÃO

### 2.1 - GENERALIDADES

O sorgo, de acordo com TUCKER e BENNETT(1968), tem sua origem no Continente Africano, o que é comprovado pela existência, ainda hoje, de espécies selvagens de sorgo no Centro-Leste da África.

O milho, segundo BRIEGER e BLUMENSCHIEIN (1966), é originário das Américas, e foi encontrado por Colombo em sua primeira viagem, na região do Haiti, de onde se espalhou pelo mundo todo.

O sorgo é o quarto mais importante cereal do mundo em termos de área cultivada e ocupa uma área superior a 20 milhões de hectares na China (DOGGETT, 1970). Outros grandes produtores são, pela ordem: Índia, Estados Unidos da América, Nigéria (FAO, 1972) e Argentina (NIDER e SEMIENCHUK,

1972). No Brasil, ROSOLEM (1977), citando dados da Companhia de Sementes Contibrasil, relata que de 1974 a 1977 a área cultivada com sorgo, apesar de ainda pequena, foi multiplicada por dois.

O milho é o terceiro mais importante cereal do mundo, e o Brasil é o segundo maior produtor, sendo que os Estados Unidos da América apresentam a maior produção mundial.

DOGGETT et alii (1975) relata que em partes da Ásia e da África o sorgo é o principal cereal na alimentação humana. Em países desenvolvidos, entretanto, o sorgo grãífero é utilizado em rações para animais.

Do sorgo pode-se obter xarope e dextrose, óleo, cera (semelhante à carnauba), amido e álcool.

O milho é considerado cereal mais nobre do que o sorgo, e além de diversas formas de utilização na alimentação humana pode fornecer, industrialmente, dextrinas, amidos e também glucose.

O sorgo tem menor exigência em água e maior resistência à seca que o milho (LIRA e FARIS, 1977), tolera temperaturas elevadas e pode ser cultivado em terras ácidas e alcalinas, adaptando-se a condições consideradas marginais, como os cerrados.

Devido à semelhança na composição dos grãos de milho e sorgo (SILVA e AMBROS, 1973), este pode substituir o milho parcialmente nas rações para aves (30-40%) e para suínos (até 85%). Segundo CUNHA e SILVA (1972), rações elaboradas com milho ou com sorgo não apresentaram diferenças no ganho de peso de bezerros desmamados.

## 2.2 - OBJETIVOS

A adubação é, reconhecidamente, uma das práticas capazes de aumentar bastante a produção de alimentos, particularmente nas regiões em desenvolvimento.

A prática da adubação depende, em grande parte, de conhecimentos básicos da nutrição mineral da planta e da fertilidade do solo. Para o sorgo, os trabalhos referentes a nutrição mineral são raros na literatura estrangeira e nacional.

No presente trabalho pretendeu-se estudar alguns aspectos da nutrição mineral de 5 cultivares de sorgo granífero, comparando-as com 6 cultivares de milho, em casa de vegetação, com solução nutritiva, visando a possibilidade de adaptação em diferentes condições de fertilidade do solo. Para tanto, foram estabelecidos os seguintes objetivos:

- a - Estudar as exigências e exportações de nitrogênio, fósforo e potássio de 5 cultivares de sorgo granífero e 6 cultivares de milho.
- b - Estudar os efeitos das deficiências de nitrogênio, fósforo e potássio na produção de matéria seca, exigência a exportação de nitrogênio, fósforo e potássio de 5 cultivares de sorgo granífero.
- c - Determinar a capacidade de absorção de nutrientes do substrato em regime de fornecimento adequado e de "stress" relativa, de 5 cultivares de sorgo granífero e 6 cultivares de milho.
- d - Estudar as eficiências nutricionais das 5 cultivares de sorgo granífero e das 6 cultivares de milho, relacionando-as com o comportamento das plantas.

### 3 - REVISÃO DA LITERATURA

São fatos conhecidos as respostas diferentes à adubação e diferentes capacidades de adaptação a condições de baixa fertilidade do solo, quando se trata de espécies diferentes, ou mesmo de variedades diferentes da mesma espécie, como por exemplo milho (VIEGAS et alii, 1963; MOGWIRA e KNESEK, 1972), cana de açúcar (HUMBERT, 1968), sorgo (CAMPBELL e PICKET, 1968), tomate (SULLIVAN et alii, 1974) e feijão (AMARAL, 1975), entre outras.

Segundo SMITH (1934), a capacidade de uma planta de milho crescer com baixo suprimento em fósforo pode ser explicada de duas maneiras: o metabolismo do fósforo da planta permite a reutilização do elemento em períodos de carência; ou uma diferença herdada na composição porcentual pode resultar em uma baixa exigência em fósforo por unidade de matéria seca, mas o autor não encontrou relação entre composi-

ção mineral e eficiência, trabalhando em casa de vegetação. As diferenças para o nitrogênio foram menos pronunciadas.

O mesmo SMITH (1934) observou diferenças marcantes na relação raízes secundárias/raízes primárias entre as 4 linhagens de milho estudadas, utilizando solução nutritiva. Essas diferenças eram transmitidas geneticamente e não se alteravam com a mudança do meio de crescimento da planta. Encontrou ainda alta relação raízes secundárias/raízes primárias nas linhagens eficientes e uma baixa relação nas linhagens ineficientes.

Com relação ao significado do termo "eficiência", alguns autores têm se referido ao mesmo (VOSE, 1963; BROWN e AMBLER, 1970; CLARK e BROWN, 1974; EPSTEIN e JEFFERIES, 1964; EPSTEIN, 1975) considerando-a como a capacidade de uma planta produzir maior ou menor quantidade de matéria seca ou de absorver maior ou menor quantidade de determinado nutriente pela parte aérea ou raízes, mostrando ou não sintomas visuais de deficiências.

Tem havido, recentemente, um crescente interesse pela influência genética na nutrição de plantas. Diferenças nutricionais entre cultivares de mesma espécie (VOSE, 1963), diferenças na exigência de nutrientes (GERLOFF, 1963) e controle genético do transporte iônico (EPSTEIN e JEFFERIES, 1964) têm sido revistos.

VOSE (1963), em revisão sobre diferenças nutricionais de plantas, comenta a importância da seleção de variedades levando em consideração sua eficiência em absorver nutrientes. Os fatores internos como a absorção, translocação, assimilação e desintoxicação, segundo este autor, podem ser avaliados de duas maneiras:



- a - Respostas diferenciais de produção, como a eficiência de produção de matéria seca com o nutriente avaliado;
- b - Absorção diferencial de nutrientes, como a concentração ou teor total absorvido na parte aérea ou raízes.

KLEESE et alii (1968) trabalhando com 20 variedades de trigo, 20 variedades de cevada e 10 variedades de soja, em dois locais, estudaram a acumulação de nutrientes, influência por locais e carga genética, durante dois anos. As diferenças varietais na acumulação de P, K, Mg, Na, Ca, Mn e B foram significativas na maioria dos materiais estudados. Em contraste, as diferenças devidas a locais e anos foram muito menores e não significativas, levando o autor a concluir, em função da consistência dos resultados, que as diferenças nutricionais devidas à carga genética não são afetadas por locais ou anos onde a planta é cultivada.

Ainda KLEESE et alii (1968) estudando as correlações entre os nutrientes acumulados, notaram que elas eram altamente significativas e positivas, assim, uma planta com grande acúmulo de um nutriente tendia a acumular grandes quantidades dos outros nutrientes.

BROWN et alii (1972) comenta que o conhecimento do potencial genético de uma planta para adaptação às condições particulares do solo possibilitaria ao melhorista selecionar plantas próprias para determinadas condições, com relativa facilidade e rapidez.

Malavolta, citado por AMARAL (1975) preocupando-se em dar um aspecto mais prático ao assunto, define eficiência como a relação existente entre produção e quantidade de nutriente absorvido em um determinado tempo. É evidente a preocupação do autor para considerar a utilização do nutri

ente pelas plantas, levando em consideração o seu ciclo biológico. Esta definição foi chamada pelo mesmo "eficiência de utilização de nutrientes", ou "eficiência nutricional".

AMARAL (1975), trabalhando com 104 variedades de feijão, em solução nutritiva, encontrou eficiências que variaram dentro dos seguintes limites: Nitrogênio - 0,2775 a 0,0081; Fósforo - 1,8270 a 0,0513; e Potássio - 0,7895 a 0,0070. O autor encontrou correlações positivas entre produção e eficiência nutricional para os três nutrientes estudados, concluindo que as eficiências de utilização de nitrogênio, fósforo e potássio parecem ser parâmetros úteis nos trabalhos de seleção de variedades, pelas correlações positivas que apresentaram com a produção: as variedades mais produtivas foram também as mais eficientes na conversão dos nutrientes absorvidos em grãos colhidos.

O sorgo pode tolerar considerável variação na fertilidade e no balanço de vários nutrientes do solo, mas a produção e a eficiência da planta são afetadas por estes fatores (WALL e ROSS, 1970).

X O nitrogênio é o nutriente cujas deficiências são mais frequentes com reflexos na produção de sorgo (WHITNEY, 1974). Segundo este autor a utilização de nitrogênio pelo sorgo é muito rápida depois que as plantas atingem o estágio de cinco folhas, e no emborrachamento, 65 a 75% do nitrogênio já foram absorvidos pela planta. O mesmo autor, relata ainda que o acamamento do sorgo granífero tem sido problema em muitas áreas do Kansas e, entre outras, o desbalanceamento das quantidades de nutrientes absorvidos é uma causa importante do acamamento, e diz que a fertilização com potássio tem diminuído o problema em solos pobres neste nutriente.

Os teores de N nas folhas de sorgo decrescem da

germinação até a diferenciação do primórdio floral, na 6<sup>a</sup> semana de crescimento do sorgo granífero, segundo KAFKAFI (1967). O autor relata que a partir deste ponto, os teores aumentam, até a emergência da panícula quando experimentam um rápido decréscimo. Os teores de fósforo crescem até o aparecimento do primórdio floral, quando começam a decrescer até o final do ciclo. Os teores de potássio crescem até logo após o aparecimento do primórdio floral, decrescendo rapidamente após este estágio.

X KAFKAFI (1967) analisando as três folhas mais novas da planta de sorgo, em intervalos semanais, encontrou níveis de N e P significativamente maiores nas parcelas que receberam adubação, em relação as parcelas sem adubo, até a décima semana de crescimento da planta quando as diferenças desapareceram. Na décima semana ocorreu o florescimento. As produções foram também significativamente maiores nas parcelas adubadas. Não foi notado efeito da aplicação de adubo potássico na produção, bem como nos teores de K nas folhas.

HIPP e THOMAS (1968) estudando a relação entre a maior produção de sorgo e o teor de potássio nas folhas, por ocasião do florescimento, concluíram que o peso seco das plantas em casa de vegetação aumenta rapidamente com o aumento do teor de K nas folhas até um máximo, quando então as folhas apresentam 1,5% de K. Relatam ainda que plantas cultivadas em 5 ppm de K na solução nutritiva continham 0,64% de K nas folhas, mas não exibiam deficiência visível de K, exceto uma redução no tamanho. Estes fatos levaram os autores a considerar o teor de 1,5% de K no florescimento, como nível crítico do elemento para o sorgo granífero.

BLONDEL e POCHTIER (1970) concluem de resultados de análises foliares de sorgo que a porcentagem na matéria seca de 2,4% para nitrogênio, 8,3 meq de  $H_2PO_4$  e 44,6 meq

de K são suficientes para colheitas de 3,7 t/ha de grãos de sorgo.

A relação entre os teores de fósforo nas folhas e a produção de sorgo granífero, segundo GOLDSWORTHY e HEATHCOTE (1966), depende do momento em que a amostragem é efetuada e da posição na planta de que a folha é retirada, e os autores concluem que em seu experimento, as melhores correlações foram obtidas com amostras colhidas de quatro a cinco semanas depois da sementeira, de uma posição mediana da planta.

HIPP e GERARD (1971) encontraram uma relação parabólica entre a produção de grãos do sorgo e a concentração de N das folhas, no estágio de pleno florescimento. Observaram que as produções de sorgo declinaram quando a concentração de N na folha era menor que 2,0%, e a concentração de N nas folhas explicou aproximadamente 63% da variação na produção de grãos.

A correlação entre produção de grãos e teor de nitrogênio nas folhas foi inconsistente quando a amostragem foi feita no emborrachamento; ocorreram correlações significativas entre produção e teor de N nas folhas quando a amostragem foi feita no estágio de 50% de florescimento, e a correlação envolvendo fósforo foi boa em ambos os casos (BRAWAND e HUSSNER, 1976).

Ainda segundo BRAWAND e HUSSNER (1976), as porcentagens de N, P, Ca e Mg nas folhas dos sorgos podem decrescer, crescer ou permanecer constantes durante o intervalo entre o emborrachamento até 50% de florescimento, havendo diferenças neste comportamento em função do ano de cultivo. As porcentagens de K nas folhas geralmente decrescem no intervalo considerado, sugerindo o transporte deste elemento pa

ra outras partes da planta.

As redistribuições de N, P e K na planta de sorgo foram estudadas por LANE e WALKER (1961) que encontraram uma indicação definida da redistribuição do nitrogênio, alguma indicação da redistribuição do fósforo que vão para os grãos de sorgo, mas o potássio não sofre redistribuição na planta, permanecendo nos colmos e nas folhas em grandes quantidades.

Os mesmos autores estudaram a acumulação de nutrientes pelo sorgo, na presença ou ausência de fertilizantes. Encontraram grandes diferenças entre os tratamentos para os níveis de nitrogênio durante os primeiros estágios de crescimento do sorgo, da semeadura até o emborrachamento. Durante a fase de florescimento até o início de formação dos grãos, aproximadamente de 60 a 80 dias de idade da planta, as diferenças desapareceram para tornarem-se evidentes novamente nos estágios mais tardios. Para o fósforo, cujos teores diminuíram com a idade da planta, as diferenças foram evidentes durante todo o ciclo da planta embora tenham sofrido diminuição com a idade da mesma. Para o potássio, os teores foram altos no início do ciclo, até o emborrachamento, cresceram durante o florescimento e início de formação dos grãos, e cresceram novamente nos estágios mais tardios; as diferenças entre os tratamentos acompanharam os padrões descritos para o nitrogênio.

Ainda conforme LANE e WALKER (1961), o acúmulo de nitrogênio pelo sorgo aparentemente cessa no período de início de emborrachamento até o estágio de grão leitoso, e depois novamente a planta absorve nitrogênio. Em números absolutos, neste segundo período de absorção, a planta requer mais nitrogênio do solo do que nos estágios iniciais da cultura. A absorção do potássio aproximadamente, acompanha a

absorção de nitrogênio, mas a absorção de fósforo é contínua durante todo o período de crescimento.

Segundo BOX (1971), há um declínio na taxa de absorção de nutrientes pelo sorgo na ocasião do emborrachamento até início de florescimento, no entanto a planta tende a absorver grandes quantidades de N, P e K nos estágios finais de crescimento, da 9<sup>a</sup> até 14<sup>a</sup> semana da semeadura. Estes nutrientes concentram-se nos grãos por ocasião da maturação.

VANDERLIP (1972) relata que a absorção de N, P e K pelo sorgo é mais rápida que a acumulação de matéria seca. Seu estudo mostra que, relativamente, o potássio é absorvido mais rapidamente, seguido pelo nitrogênio e então fósforo. Grandes quantidades de nitrogênio e fósforo, e pouco potássio, são translocados de outras partes da planta para os grãos, assim, são exportados pelos grãos grandes quantidades de nitrogênio e fósforo, mas apenas uma pequena porção do potássio.

Segundo ROY e WRIGHT (1974), a acumulação de N e P é praticamente linear até a maturação do sorgo, enquanto que o acúmulo de K é mais rápido nos estágios iniciais de crescimento. A taxa de acumulação de N, P, e K foi alta durante o período de 35 a 42 dias da cultura, que coincidiu com o pico vegetativo, e durante o período de 70 a 91 dias, que coincidiu com o estágio de enchimento dos grãos. Relatam ainda que a taxa de acumulação diária de N chega a 5,92 kg/ha/dia no período de 84 a 91 dias, a taxa de acumulação diária de P chega a um máximo de 1,69 kg/ha/dia, no mesmo período, e a taxa de acumulação diária de K chega ao máximo de 4,62 kg/ha/dia, também no mesmo período. Os autores relatam também que N e P são translocados para os grãos, mas quase não há translocação de K.

Estudando a influência da fertilização nitrogenada sobre a raiz do sorgo, WARSI e WRIGHT (1973) observaram que a aplicação de N aumentou o crescimento da raiz. Na fase após a floração, nas plantas que receberam adubos nitrogenados, a raiz continuou desenvolvendo-se, enquanto que na testemunha o crescimento deste órgão estacionou. Observaram ainda que uma fertilização intensa na superfície do solo estimulou a ramificação das raízes porque a alta concentração de nutrientes acelerou a divisão e o crescimento celular, promovendo a ramificação e aprofundamento das raízes. A aplicação de N aumentou ainda, significativamente, a absorção deste elemento pelas raízes em todos os estágios de desenvolvimento da planta, e isto pode ser explicado parcialmente pelo aumento do peso destes órgãos, bem como pela quantidade de N contida nos mesmos.

ASHER e COWIE (1974), trabalhando em solução nutritiva, com a cultivar de sorgo granífero Texas 160, notaram que os efeitos da deficiência de N na produção de grãos foram maiores quando as deficiências ocorriam nos estágios iniciais de crescimento. No campo, o suprimento de N afetou tanto a produção como o teor de proteína, estando as baixas produções associadas à exaustão do N disponível nos primeiros estágios de desenvolvimento do sorgo, concordando com VANDERLIP (1972) que diz que o suprimento de nutrientes para o sorgo deve ser constante durante todo o ciclo da planta.

Plantas de sorgo bem supridas em potássio apresentam maiores níveis de fósforo, evidenciando o efeito do potássio na acumulação de fósforo pelo sorgo (LANE e WALKER, 1961).

MATOCHA et alii (1970) relatam que a aplicação de nitrogênio na cultura do sorgo tem pouca influência na produção de grãos e nos teores de P, K e Zn. A aplicação de

fósforo faz com que aumentem os teores de P, K e Zn nas folhas, e a aplicação de N mais P tem efeito mais acentuado. - Quando os autores aplicaram N mais P mais Fe, os teores de P e K mostraram aumentos consideráveis, e os teores de Zn sofreram leve diminuição. Existiu uma estreita correlação entre os teores de P, de K e a produção que variou de 0,30 g por planta até 4,10 g por planta com seis semanas de idade. Os teores de P variaram de 0,14% a 0,84%, e os de K, de 0,59% a 3,85%, respectivamente. Outro resultado dos mesmos autores mostra que os teores de N nas folhas do sorgo são influenciados positivamente pela aplicação de fósforo e ferro em separado ou ao mesmo tempo, e negativamente pela aplicação de potássio.

RAO e PARTHASARTHY (1971), na Índia, relatam - que os híbridos de sorgo granífero utilizam mais eficientemente o nitrogênio que as variedades.

VACHAROTAYAN et alii (1974), na Tailândia, estudaram as respostas comparativas de cinco variedades de sorgo granífero às adubações com N e P, e não encontraram diferenças nas respostas entre as mesmas.

THAWORNMAS e BOONAMPOL (1974) estudando a adubação nitrogenada de três variedades de sorgo granífero, na Tailândia, concluíram que houve efeito de doses de nitrogênio, mas a interação entre doses e variedades não foi significativa. Isto indica que as variedades responderam da mesma maneira às adubações, o que levaria a pensar que possuem eficiências semelhantes.

Quanto à exigência de nutrientes pelo sorgo, JACQUINOT (1964), determinou N, P, K, Ca, Mg e S nas diversas partes da planta, e concluiu que para produzir 1 tonelada de grãos, o sorgo remove do solo 34 kg de N, 7 kg de  $P_2O_5$



e 17 kg de  $K_2O$ .

Segundo BOGULAWSKI (1965), em zonas de clima temperado, o sorgo retira do solo 236 kg de N, 37,5 kg de P e 246 kg de K por hectare, mas o autor não menciona a produção de grãos correspondente.

ROSS e WEBSTER (1970) relatam que o sorgo é uma cultura esgotante de solo, sendo o nitrogênio o fator limitante mais comum, e sendo as exigências em fósforo e potássio menores que as de nitrogênio.

Os colmos de sorgo contêm de 75 a 95% das mobilizações finais de K, Ca e Mg, e eles são particularmente ricos em K (ARRIVETS, 1976). O mesmo autor relata que a restituição da palha do sorgo ao solo permite economizar adubos fosfatados pois a exportação de fósforo pelos grãos é muito pequena (0,13% de P nos grãos). As mobilizações finais de N são de menor ordem do que as de potássio.

O milho é uma das plantas mais estudadas sob o ponto de vista nutricional, provavelmente pela sua importância na alimentação humana, ciclo relativamente curto, e quantidade de conhecimento já existente. Por outro lado, a maior parte dos estudos foi realizada em países de clima temperado, e nem sempre podem ser extrapolados para as condições tropicais (KRUG, 1966).

Recentemente a Tennessee Valey Authority preparou uma compilação da literatura sobre a nutrição mineral do milho (T.V.A., 1971), as exigências minerais e a adubação, efeitos de deficiências e excessos de nutrientes, diagnose foliar foram objeto de revisão feita por MALAVOLTA et alii (1974). Ainda, ARNON (1975), preparou uma revisão bem completa sobre a nutrição mineral do milho. No presente traba-

lho, procurou-se relatar apenas a literatura mais afeta ao assunto estudado.

SAYRE (1948) realizou um dos primeiros trabalhos sobre acumulação e distribuição de matéria seca e nutrientes pelo milho, concluindo o seguinte: A acumulação de nitrogênio cresce nos tecidos verdes, havendo depois uma intensa translocação para os grãos; aproximadamente aos três meses cessa a absorção cujo máximo ocorre no "embonecamento"; o fósforo apresenta a mesma característica do nitrogênio, sendo que pode haver perda depois dos três meses; o potássio aumenta até os três meses, e a partir daí começa a cair, sendo que o máximo de absorção ocorre três semanas após a floração.

MALAVOLTA e GARGANTINI (1966) e MALAVOLTA et alii (1974), apresentaram resultados alcançados por diversos pesquisadores alusivos à retirada de N, P e K pelo milho em 1 hectare. Existem diferenças marcantes entre as quantidades encontradas por diferentes pesquisadores. Por exemplo, para 5000 kg de grãos, há registro de 84 a 187 kg de N, 42 a 63 kg de P e 30 a 100 kg de K, apesar de não haver referência se estas quantidades de nutrientes estão contidas na planta toda ou nos grãos.

Soubier e Gadet, citados por ARNON (1975), da análise de centenas de amostras de milho, cultivado na França sob diferentes condições de fertilização, chegaram a seguintes conclusões:

- a - As exigências de fósforo são proporcionais às quantidades colhidas.
- b - Somente o potássio exportado nos grãos é proporcional à produção porque a composição das partes vegetativas é,

usualmente, mais variadas

c - As necessidades de nitrogênio não dependem somente de produção, mas também do teor de proteína dos grãos.

Segundo ARNON (1975), o teor de N nas folhas e colmos é aproximadamente 0,6% em híbridos cultivados em solo fértil, e 0,8% em uma variedade cultivada no mesmo local. Por causa do baixo teor de N nas partes vegetativas e a alta proporção de grãos na produção total, pelo menos 3/4 do total de N absorvido está nas espigas.

O teor de P nos grãos é estável, variando apenas de 0,6% a 0,8% em milhos cultivados em condições bem diferentes. O teor nas folhas variou de 0,16 a 0,40%. A absorção total é praticamente proporcional à produção de grãos: 0,85 - 1,0 kg por 100 kg de grãos colhidos (ARNON, 1975).

O teor de K dos grãos, segundo o relato de ARNON (1975), variou de 0,36% a 0,52%, mas geralmente estava ao redor de 0,40%. A palha e os sabugos são relativamente ricos em potássio, variando de 0,50% a 1,0%, mas frequentemente sendo de 0,8%. As espigas contêm de 25 a 45% do total absorvido.

Com respeito a diferenças varietais, em relação a nutrição e adubação, GORSLINE et alii (1961), encontraram alta correlação entre a acumulação de K, Ca e Mg de linhagens de milho e suas progênies.

LOUÉ (1963) comparou as exigências de N, P e K em ensaios de adubação x variedades de milho, chegando às seguintes conclusões principais:

a - As diferenças de acumulação de translocados entre variedades começam a aparecer desde a época de formação da pa

nícula;

- b - A alimentação hídrica tem papel mais importante no aumento de produção do que os nutrientes sozinhos, e
- c - As variedades mais produtivas apresentam maior exigências em nutrientes minerais, pois o aumento de produção é baseado em um maior acúmulo de substâncias orgânicas nas partes vegetativas, que por sua vez está relacionada com a disponibilidade de nutrientes.

BRADFORD et alii (1966) estudaram a interação híbridos x adubação no milho, verificando que esta não foi significativa para o peso de matéria seca da planta.

Segundo ROBERTSON et alii (1968), para o milho bem adubado a colheita das espigas corresponde aproximadamente à metade do peso da planta toda. Esses pesquisadores demonstraram a correlação entre a absorção de nutrientes e a produção de grãos. Para o nitrogênio, esta relação é cerca de  $2,27 \times 10^{-2}$  (kg de N/kg grãos), para o fósforo  $5,0 \times 10^{-3}$ , e para o potássio  $1,85 \times 10^{-2}$ , o que indica que, para produzir 10 toneladas de grãos por hectare o milho necessita de 227 kg de N, 50 kg de P e 185 kg de K.

HALIM et alii (1968) cultivaram 34 linhagens e híbridos simples de milho em solução nutritiva normal e com alta concentração de P por 28 dias. Parte de seus resultados mostraram altas relações inversas entre pesos das folhas e concentrações de Zn e P.

SUWANARIT et alii (1974), na Tailândia, estudando as respostas de 5 variedades de milho não encontraram interação significativa para cultivares x doses, indicando uma resposta semelhante para as 5 variedades, mas houve uma

tendência para a diferenciação na produção quando eram consideradas as doses mais baixas de adubo.

Também na Tailândia, CHAIWANAKUPT (1974), estudando três outras variedades de milho e suas respostas a adubação, encontrou diferenças marcantes nas produções, tanto em baixos como em altos níveis de adubação, evidenciando as diferenças entre as variedades quanto ao comportamento em relação à fertilidade do solo.

TERMAM et alii (1975) determinaram as concen-trações e absorção de 11 elementos em vários híbridos de milho. Os resultados de 3 anos mostraram extrema concordância. Os autores concluíram que diferenças na absorção de nutrientes entre os híbridos de milho parecem ser influenciadas através de efeitos genéticos na taxa de crescimento ou no potencial de colheita dos híbridos.

SUWANARIT (1975) estudando os efeitos das adubações nitrogenadas e fosfatadas em 5 cultivares de milho, encontrou diferenças significativas de produção para as cinco cultivares, indicando seus diferentes potenciais de produção. O autor observou ainda uma interação altamente significativa entre cultivares e dose de fertilizante, e relata que em 5 anos de pesquisas, esta foi a primeira vez que encontrou interações significativas, presumivelmente, por uma das seguintes razões:

- a - Pela primeira vez foi utilizado um grupo de cultivares - que respondem diferentemente às adubações, ou
- b - Foi estabelecido um gradiente de fertilidades de solo após algumas fertilizações anuais.

E recomenda experimentação de longa duração para melhor estudar as interações cultivares x doses de fertilizantes.

ANDRADE (1975) estudou a acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (Agroceres 256, Agroceres 504 - opaco 2, Centralmex, H-7974 e Piranão) em condições de campo, fazendo determinações de matéria seca e do teor de nutrientes em diferentes épocas. Concluiu que:

- a - Não houve diferenças nas quantidades de N, P e K absorvidas mas as quantidades de Ca, Mg e S absorvidas foram diferentes,
- b - Houve diferenças no teor de alguns nutrientes nas folhas, dependendo da época de amostragem,
- c - De modo geral não ocorreu variação nas quantidades de elementos transportados para os grãos, e
- d - As colheitas foram as mesmas.

Alguns autores têm se preocupado em estudar a nutrição mineral do milho e do sorgo, de maneira comparativa.

Segundo ROSS e BIEBERLY (1962), os sorgos, particularmente os graníferos, tem reputação de ser esgotantes de solo. No entanto, eles não são mais esgotantes do que culturas similares em altas produções como o milho ou trigo, no final da estação de crescimento.

Segundo TUCKER e BENNETT (1968), o sorgo granífero normalmente se utiliza de 30 a 70% do N aplicado, 15 a 25% do P e 30 a 40% do K, números estes altos quando comparados com os correspondentes à maioria das culturas. Já em condições de altas temperaturas e de precipitações pluviométricas relativamente baixas, pode dar colheita maior que a do milho porque absorve mais água e apresenta menor transpiração.

BENNET (1971) estudou, em termos comparativos, os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn e Mn em folhas de milho e de sorgo, concluindo que são diferentes os níveis desses nutrientes para as duas espécies vegetais, estabelecendo a necessidade de se estudar os níveis críticos nutricionais para o sorgo. O autor relata ainda que o sorgo mostrou teores de Ca e Mg mais baixos do que o milho, e teores de N e P mais altos do que os do milho não existindo diferenças significativas para os teores de K.

A literatura sobre a nutrição mineral do sorgo e milho foi revista por MALAVOLTA (1973), destacando-se os seguintes pontos de interesse:

- a - Comparando-se com o milho, o sorgo tem mais raízes secundárias, o que lhe confere maior potencial para o uso da água e dos nutrientes, Calcula-se que a capacidade de absorção do sorgo é o dobro da do milho, o que é devido (em parte pelo menos) a maior superfície de contato das raízes com o substrato embora a área foliar do sorgo seja a metade da do milho, as duas espécies apresentam praticamente as mesmas necessidades relativas de nutrientes de maneira geral;
- b - a ordem decrescente de extração total e exportação dos macronutrientes encontram-se na TABELA 1,

TABELA 1 - Ordem decrescente de extração e exportação de macronutrientes pelo milho e pelo sorgo

	ESPÉCIES	ORDEM DECRESCENTE
Extração	milho	$N = K > P = Mg = Ca > S$
	sorgo	$N = K > Ca > P = Mg > S$
Exportação	milho	$N > K > P > Mg = S > Ca$
	sorgo	$N > K = P = Ca = Mg = S$

e - considerando-se a eficiência de utilização dos nutrientes (quantidade de grãos produzida/quantidade de nutrientes absorvidos), o sorgo parece ganhar do milho, principalmente com respeito a N, P e K.

PERRY Jr. e OLSON (1975) trabalhando com duas variedades de milho e duas de sorgo obtiveram respostas à adubação mais marcantes para o milho do que para o sorgo; o milho produziu menos que o sorgo em tratamentos sem adubo e mais do que o sorgo nos tratamentos com as doses maiores de adubo. Os teores de N nos grãos aumentaram quando se aumentava a dose de N ou P aplicados, mas era semelhante para o milho e sorgo.

BOON-AMPOOL et alli (1975), em pesquisa de campo, fizeram aplicações de 37,5; 75,0 e 112,5 kg N/ha ao milho. Para os tratamentos altos e baixos em N, as colheitas de grãos foram 1,6 e 0,87 t/ha e os teores de N na folha da espiga aos 60 dias da semeadura foram 1,62 e 1,26%, respectivamente. Resultados similares foram obtidos com sorgo, onde foram obtidas colheitas de 2,65 e 1,7 t de grãos/ha, com altas e baixas doses de N, respectivamente.

ABED e HASSAN (1974) estudaram a capacidade de troca catiônica (CTC) das raízes para espécie incluindo milho, cevada, trigo, sorgo, ervilha e algodão. Observaram diferenças significativas entre espécies, e o milho e a cevada, com 20 e 14 dias, respectivamente, tiveram CTC mais baixa que com 35 dias. Nos estágios iniciais de crescimento, o sistema radicular fibroso não está bem desenvolvido. Os valores mais altos de CTC foram obtidos para o milho (16,33 mEq/100 g MS), cevada (23,54 mEq/100 g MS), ervilha (77,36 mEq/100 g MS) e algodão (32,14 mEq/100 g MS).



#### 4 - MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi executado nas instalações do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), anexo à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade São Paulo, localizada em Piracicaba, Estado de São Paulo, nos anos de 1975 a 1977.

Foram instalados dois ensaios, sendo um com sorgo granífero e outro com milho.

##### 4.1 - ENSAIO COM SORGO GRANÍFERO

###### 4.1.1 - CULTIVARES UTILIZADAS

Foram utilizadas cinco cultivares comerciais

de sorgo granífero: TE Y 101, C 101, C 102, P 8417 e E 57, as 3 primeiras distribuídas pela Contibrasil, a seguinte pela Pioneer e a última pela Agrocerees.

#### 4.1.2 - OBTENÇÃO DAS MUDAS

As sementes foram semeadas em vermiculite umidificada com água destilada, no dia 23/12/1975. A emergência das plântulas deu-se entre 3 e 6 dias, e no dia 30/12/1975, quando as plântulas estavam com 3 folhas, elas foram transplantadas para bandejas de 40 litros de capacidade, contendo 30 litros de solução nº 1 de HOAGLAND e ARNON (1950) com adição de micronutrientes (MALAVOLTA, 1975) e Fe-EDTA (JACOBSON, 1951) diluída a 1/3 da concentração usual, aí permanecendo - por 14 dias.

#### 4.1.3 - TRATAMENTOS

As plantas foram a seguir transplantadas para vasos de polietileno com 20 litros de capacidade, que foram isolados externamente com duas camadas de tinta: preta betuminosa e purpurina branca, respectivamente. Em cada vaso foi colocada uma muda de sorgo granífero, e cada tratamento contou de 3 vasos correspondendo a 3 repetições. Os tratamentos foram: solução nº 1 de HOAGLAND e ARNON (1950) completa, mais micronutrientes e Fe-EDTA, concentração usual (níveis 1,0 de N, 1,0 de P e 1,0 de K); e soluções com nitrogênio, fósforo e potássio diluídos um de cada vez a 1/2, 1/5 e 1/10 (níveis 0,5; 0,2; e 0,1 de N, P e K).

#### 4.1.4 - CULTIVO DAS PLANTAS

Desde a instalação do ensaio até a sua colheita, as soluções foram continuamente arejadas com ajuda de compressor de ar. De 20 em 20 dias procedeu-se à substituição das soluções nutritivas, até o final do ciclo biológico das plantas. Os volumes das soluções foram completados com água destilada sempre que necessário. Houve ataque generalizado de pulgão (*Aphis maidis*) e ácaro rajado (*Tetranychus urticae*), que foram controlados com duas pulverizações com Malatol e duas pulverizações com Acracid, respectivamente.

No emborrachamento (55 dias de idade das plantas de sorgo) foi colhida uma folha da porção mediana de cada planta para a diagnose foliar.

#### 4.1.5 - COLHEITA E PREPARO DO MATERIAL PARA ANÁLISE

As plantas, quando completaram o ciclo biológico, foram colhidas e separadas em: raiz, colmo, folhas, raquis e grãos.

As raízes foram lavadas em água destilada corrente e enxugadas em papel toalha.

As diversas partes das plantas foram acondicionadas em sacos de papel devidamente etiquetados e postas a secar em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 60 - 70°C, no mínimo por setenta e duas horas. Após a secagem, os materiais foram pesados, obtendo-se os dados de matéria seca dos diversos órgãos da planta.

Após a obtenção da matéria seca, as várias par

tes foram trituradas em moinho "Wiley", com peneira de 20 malhas, acondicionadas em recipientes de plástico e guardadas para análises posteriores.

#### 4.1.6 - ANÁLISES QUÍMICAS

Foram analisados nitrogênio total, fósforo total e potássio total em todas as partes das plantas, seguindo os métodos descritos por SARRUGE e HAAG (1974).

#### 4.1.7 - CÁLCULOS DAS EFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS

As eficiências nutricionais do sorgo granífero foram calculadas de duas maneiras:

- a - Calculou-se as eficiências nutricionais para nitrogênio, fósforo e potássio das plantas de sorgo do tratamento completo e dos respectivos tratamentos com deficiências, considerando a fórmula:

$$E = \text{produção/elemento absorvido} \times \text{tempo}$$

onde:

E ... eficiência nutricional

produção ... matéria seca de grãos, em g/planta

elemento absorvido ... g de N, P ou K contido na planta

tempo ... ciclo da planta, do final da emergência ao final do ciclo: 110 dias.

- b -  $E = \text{produção/elemento absorvido} \times \text{tempo}$

onde:

E ... eficiência nutricional  
 produção ... matéria seca de grãos  
 elemento absorvido ... N, P ou K contido na parte ve  
 getativa da planta (g)  
 tempo ... ciclo da planta, do final da emergência ao  
 final do ciclo: 120 dias

#### 4.1.8 - DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ES- TATÍSTICAS

As análises estatísticas foram efetuadas no com  
 putador IBM-1130 do Centro de Processamento de Dados do De-  
 partamento de Bioestatística do Instituto Básico de Biologia  
 Médica e Agrícola do "Campus" de Botucatu da Universidade Es  
 tadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Foram considerados 3 experimentos, com níveis  
 de nitrogênio, níveis de fósforo e níveis de potássio, segun  
 do recomendação de MICHAN (1978). Assim, considerou-se um  
 delineamento experimental em fatorial, inteiramente casuali-  
 zado, com 5 cultivares de sorgo granífero, em 4 níveis de ni  
 trogênio, fósforo ou potássio, com tres repetições. Os da-  
 dos obtidos experimentalmente, com transformações das porcen  
 tagens em  $\sqrt{\frac{x}{100}}$  (MICHAN, 1978) foram submetidos a análise -  
 de variância, cujo esquema encontra-se na TABELA 2.

TABELA 2 - Esquema da análise de variância aplicada nos ensaios com sorgo granífero

F.V.	G.L.
Cultivares	4
Níveis	3
Cultivares x Níveis	12
Erro	40
Total	59

Foram ainda efetuadas análises de regressões lineares e quadráticas, e correlações, de acordo com MICHAN (1978).

## 4.2 - ENSAIO COM MILHO

### 4.2.1 - CULTIVARES UTILIZADAS

Foram utilizadas seis cultivares comerciais de milho: AG 504 (opaco 2), Piranão, Flint Composto, Centralmex, AG 152, e HMD 7974, cujas sementes foram cedidas pelo Prof. Dr. E. Paterniani, do Departamento de Genética, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo.

#### 4.2.2 - OBTENÇÃO DAS MUDAS

As sementes foram colocadas a germinar em vermiculite umidecida com água destilada, no dia 29/10/1975. A emergência das plântulas deu-se de 3 a 6 dias, e as mudas aí permaneceram por 7 dias quando atingiram o estágio de 3 folhas,

#### 4.2.3 - TRATAMENTOS

As mudas foram então transplantadas para vasos de polietileno com 3,0 l de capacidade, isolados externamente como em 4.1.3. Cada vaso continha 2,5 l de solução nutritiva, onde foi colocada uma planta de milho, e foram utilizados dos dois níveis da solução nº 1 de HOAGLAND e ARNON (1950), com adição de micronutrientes (MALAVOLTA, 1975) e Fe-EDTA - (JACOBSON, 1951): solução com concentração usual, dita completa (nível 1,0), e a mesma diluída a um quinto da concentração usual (nível 0,2). As plantas aí permaneceram por 30 dias.

As soluções foram arejadas continuamente com ajuda de compressor, desde o início dos trabalhos até a colheita do ensaio.

#### 4.2.4 - CULTIVO DAS PLANTAS

Em 05/12/1975 as plantas foram transplantadas para vasos de polietileno de 20 l de capacidade, pintados - conforme descrição em 4.1.3, mantendo-se os mesmos tratamentos. De 20 em 20 dias procedia-se a substituição das soluções nutritivas até ser completado o ciclo biológico das plan

tas.

O volume de solução foi completado com água destilada sempre que necessário.

Foram feitas 2 pulverizações com Neoron, na concentração de 2 ml/l de água, para controle de infestação de ácaro rajado (*Tetanychas urticae*).

#### 4.2.5 - COLHEITA E PREPARO DO MATERIAL PARA ANÁLISE

Conforme 4.1.5, com exceção da dissecação das plantas, que para o milho foi: raiz, colmo inferior, colmo superior, folhas inferiores, folhas superiores, pendão, palha da espiga, sabugo e grãos.

#### 4.2.6 - ANÁLISES QUÍMICAS

Foram efetuadas nas diversas partes da planta, análises de nitrogênio total, fósforo total, potássio total, conforme descrito por SARRUGE e HAAG (1974), exceto nos grãos e sabugos cujos materiais foram perdidos.

#### 4.2.7 - CÁLCULO DAS EFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS

Calculou-se as eficiências nutricionais para nitrogênio, fósforo e potássio, de cada cultivar nos 2 níveis de solução nutritiva, através da fórmula apresentada em 4.1.7 - b.



#### 4.2.8 - DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTADÍSTICAS

O delineamento experimental utilizado foi um fatorial inteiramente casualizado com seis cultivares de milho em dois níveis de solução nutritiva, com tres repetições. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância segundo o esquema da TABELA 3.

TABELA 3 - Esquema da análise de variância aplicada no ensaio com milho

F.V.	G.L.
Cultivares	5
Níveis	1
Cultivares x Níveis	5
Erro	24
Total	35

Foram ainda efetuadas análises das correlações entre eficiências nutricionais e produção de matéria seca de grãos, de acordo com MICHAN (1978).

## 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o intuito de se evitar uma discussão demasiadamente longa e cansativa, procurou-se discutir apenas os pontos considerados de maior interesse para os objetivos propostos.

### 5.1 - SORGO GRANÍFERO

#### 5.1.1 - PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA

Nas TABELAS 4, 6 e 8 encontram-se os resultados médios de produções de matéria seca por partes da planta e total, bem como os valores de F, os coeficientes de variação e as diferenças mínimas significativas, em função dos ní

veis de N, P e K, respectivamente, por cultivar e por nível de nutrientes no substrato.

Nas TABELAS 5, 7 e 9 estão as regressões lineares ou quadráticas, por cultivar, entre níveis de N, P ou K na solução nutritiva, respectivamente, e produção de matéria seca por parte da planta.

Os níveis de N no substrato não afetaram a produção de matéria seca de raízes das cultivares P 8417, C 102 e C 101; a cultivar TE Y 101 apresentou respostas não consistentes, e a cultivar E 57 apresentou diminuição de matéria seca de raízes (TABELA 4). WARSY e WRIGHT (1973) observaram que a aplicação de N aumentou o crescimento da raiz de sorgo através do estímulo à ramificação, à divisão e ao crescimento celular das raízes, o que não deve ter acontecido com as cultivares P 8417, C 102 e C 101. A análise das regressões (TABELA 5) entre níveis de N e matéria seca de raízes não mostrou qualquer significância.

A matéria seca de colmos + folhas + raquis também não foi afetada significativamente pelos níveis de N nas cultivares P 8417, TE Y 101, C 102 e C 101, e também não foram encontradas regressões significativas. Já a cultivar E 57 mostra diminuição da matéria seca de colmos + folhas + raquis com a diminuição do nível de N, confirmada pela regressão linear significativa, mostrando um comportamento diferente das demais cultivares, à semelhança do que ocorreu para matéria seca de raízes.

A matéria seca ou produção de grãos foi afetada pelos níveis de N em todas as cultivares, com exceção da E 57 na qual não houve diferença significativa. A análise da variância e a análise de regressões mostraram que as cultivares apresentam respostas diferentes ao "stress" relativo de

TA BELA<sup>4</sup> - Sorgo granífero: influência dos níveis de nitrogênio na produção de matéria seca das diversas partes da planta, por cultivar e por nível de nitrogênio, em g/planta

MATÉRIA SECA POR PARTE DA PLANTA	NÍVEL DE NITROGÊNIO	C U L T I V A R E S					MÉDIAS	F	TU KEY <sup>5</sup> <sub>4</sub> <sup>a/</sup>
		P 8417	TE Y 101	C 102	C 101	E 57			
RAÍZES	1,0	11,04	15,11	11,47	10,42	18,26	13,26	5,29**	C 2,93
	0,5	11,89	21,67	9,08	10,80	18,90	14,47	14,31**	N 2,46
	0,2	10,02	13,40	8,70	9,69	19,36	12,23	9,01**	CdN 5,27
	0,1	11,29	17,37	7,80	15,13	13,41	13,00	6,38**	NdC 5,50
	CV - 19,00%	MÉDIA	11,06	16,89	9,26	11,51	17,48	13,24	26,03**
	F	2,87n.s.	6,07**	1,16n.s.	2,86*	3,58*	2,04n.s.	2,99** <sup>b/</sup>	
COLMO + RAQUIS + FOLHAS	1,0	14,57	15,70	18,30	24,14	34,35	21,43	19,72**	C 3,71
	0,5	15,10	13,52	14,75	23,22	31,13	19,54	16,80**	N 3,11
	0,2	11,53	13,55	17,95	20,56	32,69	19,25	20,44**	CdN 7,42
	0,1	14,72	16,03	15,65	27,66	21,92	19,20	9,01**	NdC 6,95
	CV - 16,03%	MÉDIA	13,98	14,70	16,66	23,89	30,04	19,86	56,70**
	F	0,80n.s.	0,54n.s.	0,89n.s.	0,26n.s.	9,24**	1,67n.s.	3,09** <sup>b/</sup>	
GRÃOS	1,0	25,75	25,23	14,73	26,80	31,36	24,77	10,62**	C 3,79
	0,5	16,07	22,27	19,58	35,12	33,34	25,28	20,48**	N 3,13
	0,2	15,18	20,14	16,85	22,45	33,93	21,71	15,53**	CdN 7,58
	0,1	16,87	13,95	8,82	21,70	27,01	17,67	13,94**	NdC 7,12
	CV - 14,53%	MÉDIA	18,47	20,39	14,99	26,52	31,41	22,36	49,00**
	F	6,83**	6,48**	5,94**	10,78**	2,79n.s.	17,40**	3,85** <sup>b/</sup>	
T O T A L	1,0	51,35	56,04	44,51	61,35	84,07	59,46	20,56**	C 6,70
	0,5	43,06	57,45	43,40	69,14	83,37	59,29	27,03**	N
	0,2	36,74	47,10	43,50	52,70	85,98	53,20	33,38**	CdN 13,44
	0,1	42,88	47,35	32,27	64,49	62,33	49,86	15,58**	NdC 12,62
	CV - 10,39%	MÉDIA	43,51	51,98	40,92	61,92	78,94	55,45	86,71**
	F	3,25*	2,76n.s.	3,03*	4,34**	11,19**	10,10**	36,18** <sup>b/</sup>	

<sup>a/</sup> C = cultivares

N = níveis

d = dentro

<sup>b/</sup> F da interação C x N

TABELA 5 - Sorgo granífero: Regressões lineares e quadráticas entre níveis de N na colheita munitiva e malária seca das raízes de colmo + folhas + raquis (C + F + R), de grãos e total produzidas pela planta, por cultivar

PARTE DA PLANTA	C U L T I V A R E S				
	P 8617	TE Y 101	C 102	C 101	E 57
RAÍZ	-	-	-	-	-
C + F + R	-	-	-	-	25,766+9,510x R <sup>2</sup> = 0,55*
GRÃOS	13,632+10,744x R <sup>2</sup> = 0,55*	12,659+29,612x-17,197x <sup>2</sup> R <sup>2</sup> = 0,79**	5,937+50,037x-41,412x <sup>2</sup> R <sup>2</sup> = 0,66**	13,645+68,328x-54,996x <sup>2</sup> R <sup>2</sup> = 0,66**	-
T O T A L	37,810+12,661x R <sup>2</sup> = 0,42*	41,605+45,11x-30,521x <sup>2</sup> R <sup>2</sup> = 0,71**	-	-	-

TABELA 6 - Sorgo granífero: influência de Níveis de Fósforo na produção da matéria seca de diversas partes da planta, por cultivar e por nível de Fósforo, em grams por planta

MATÉRIA SECA POR PARTE DA PLANTA	NÍVEL DE FÓSFORO	C U L T I V A R E S					MÉDIAS	F	TUKEY 5% <sup>a/</sup>
		P 8417	TE Y 101	C 102	C 101	E 57			
RAÍZES	1,0	11,04	15,11	11,47	10,42	18,26	13,26	3,92**	C 3,41
	0,5	13,46	14,55	12,83	15,32	19,86	15,20	2,70*	N 2,85
	0,2	10,54	21,37	7,67	11,30	21,57	14,49	14,91**	CdN 6,82
	0,1	12,50	19,37	9,13	12,86	18,56	14,48	6,64**	NdC 6,39
	CV = 20,35%	MÉDIA	11,88	17,60	10,27	12,47	19,55	14,36	22,45**
	F	0,63n.s.	3,84*	1,88n.s.	1,63n.s.	0,80n.s.	1,14n.s.	1,91n.s.	<sup>b/</sup>
COLHO + FOLHAS + RAQUIS	0,1	14,57	15,70	18,30	24,14	34,45	21,43	9,91**	C 5,24
	0,5	10,42	15,93	16,50	22,32	33,10	19,65	11,04**	N 4,39
	0,2	14,95	18,26	16,27	24,56	35,01	21,81	10,13**	CdN 10,47
	0,1	19,66	22,33	16,20	19,11	32,39	21,94	5,79**	NdC 9,82
	CV = 21,17%	MÉDIA	14,90	18,06	16,82	22,53	33,74	21,21	33,89**
	F	2,12n.s.	1,41n.s.	0,15n.s.	0,92n.s.	0,22n.s.	0,88n.s.	0,99n.s.	<sup>b/</sup>
GRÃOS	1,0	25,75	25,22	14,73	26,80	31,36	24,73a	7,90**	C 4,39
	0,5	19,92	18,76	10,20	16,25	27,90	18,61 b	8,69**	N 3,69
	0,2	16,04	21,57	18,12	25,70	25,43	21,37ab	3,93**	CdN 8,79
	0,1	22,76	25,74	16,87	22,63	28,68	23,34a	4,06**	NdC 8,24
	CV = 17,11%	MÉDIA	22,11	22,82	14,98	22,85	28,35	22,02	19,38**
	F	3,62*	2,27n.s.	2,56n.s.	4,74**	1,26n.s.	7,53**	1,73n.s.	<sup>b/</sup>
T O T A L	1,0	51,35	56,04	44,51	61,35	84,07	59,46	11,82**	C 8,86
	0,5	43,80	49,25	39,53	23,89	80,20	53,33	13,25**	N 7,44
	0,2	41,53	61,21	42,05	61,56	82,02	57,67	14,62**	CdN 17,72
	0,1	54,92	67,44	42,20	54,60	79,63	59,76	10,55**	NdC 16,63
	CV = 13,20%	MÉDIA	47,90	58,48	42,07	57,85	81,48	57,56	47,08**
	F	2,06n.s.	3,10*	0,21n.s.	0,91n.s.	0,21n.s.	2,28n.s.	1,05n.s.	<sup>b/</sup>

<sup>a/</sup> C = cultivar

d = dentro

N = nível

<sup>b/</sup> F da interação C x N

TABELA 7 - Sorgo granífero: Regressões lineares e quadráticas entre níveis de fósforo na aplicação definitiva e produção de matéria seca de raízes, colmo + folhas + raquis, grãos e total pela planta, por cultivo - var

PARTE DA PLANTA	C U L T I V A R E S				
	P 8417	TE Y 101	C 102	C 101	E 57
RAIZ	-	-	-	-	-
C + F + R	$25,106-43,602x+35,122x^2$ $R^2 = 0,54^{**}$	-	-	-	-
GRÃOS	-	$28,537-27,241x+33,985x^2$ $R^2 = 0,57^{**}$	$21,656-34,996x+27,917x^2$ $R^2 = 0,48^*$	$28,922-42,456x+40,090x^2$ $R^2 = 0,49^*$	-
T O T A L	-	$75,392-84,919x+65,554x^2$ $R^2 = 0,58^*$	-	-	-

TABELA 8 - Sorgo granífero: influência de Níveis de Potássio na produção de matéria seca de diversas partes da planta, por cultivar e por nível de Potássio, em gramas por planta

MATÉRIA SECA POR PARTE DA PLANTA	NÍVEL DE POTÁSSIO	C U L T I V A R E S					MÉDIA	F	TUKEY $\epsilon_{\alpha}^a/$
		P 8417	TE Y 101	C 102	C 101	E 57			
RAÍZES	1,0	11,04	15,11	11,47	10,41	18,26	13,26	3,05*	C 3,86
	0,5	10,01	18,81	8,45	14,87	17,44	13,92	5,64**	N 3,24
	0,2	11,68	18,83	7,60	12,66	14,70	13,10	4,84**	CdN 7,72
	0,1	15,91	22,66	9,70	14,64	13,58	15,30	6,10**	NdC 7,24
	MÉDIA	12,16	18,85	9,31	13,14	16,00	13,89	14,67**	
CV = 23,83%									
	F	1,84n.s.	2,60n.s.	0,77n.s.	1,17n.s.	1,34n.s.	1,37n.s.	1,59n.s.	b/
COLMO + FOLHAS + RAQUIS	1,0	14,57	15,70	18,30	24,14	34,45	21,43	11,93**	C 4,77
	0,5	16,35	17,84	13,17	24,05	34,16	21,12	12,34**	N 4,00
	0,2	13,55	17,49	12,82	24,87	32,79	20,30	12,83**	CdN 9,54
	0,1	14,85	18,76	12,99	25,68	26,76	19,81	6,94**	NdC 8,95
	MÉDIA	14,83	17,45	14,32	24,68	32,04	20,67	41,26**	
CV = 19,80%									
	F	0,24n.s.	0,29n.s.	0,13n.s.	0,10n.s.	2,31n.s.	0,49n.s.	0,93n.s.	b/
GRÃOS	1,0	25,75	25,22	14,73	26,80	31,36	24,77a	5,32**	C 5,35
	0,5	28,31	22,10	14,60	24,40	27,89	23,06ab	3,85**	N 4,49
	0,2	18,46	20,29	14,13	20,90	26,50	20,06 b	8,84**	CdN 10,71
	0,1	17,23	17,48	8,82	27,03	27,69	19,65 b	8,79**	NdC 10,05
	MÉDIA	21,94	21,27	13,07	24,78	28,36	21,89	18,27**	
CV = 20,98%									
	F	3,22*	1,50n.s.	1,15n.s.	1,16n.s.	0,62n.s.	4,28*	0,84n.s.	b/
T O T A L	1,0	51,35	56,04	45,51	61,35	84,07	59,46	12,86**	C 8,50
	0,5	52,68	58,76	36,23	63,32	79,49	58,09	14,04**	N 7,13
	0,2	43,69	56,61	24,56	58,43	74,00	53,46	12,85**	CdN 1,70
	0,1	47,98	58,90	31,51	67,35	68,04	54,76	13,26**	NdC 1,59
	MÉDIA	48,93	57,58	36,70	62,61	76,40	56,44	49,96**	
CV = 12,91%									
	F	0,91n.s.	0,12n.s.	1,75n.s.	0,79n.s.	2,71n.s.	2,22n.s.	1,01n.s.	b/

a/ C = Cultivares

N = Níveis

d = dentro

b/ F da interação C x N



TABLE 9 - Sorgho grainífero: Regressões lineares e quadráticas entre níveis de Potássio e produção de matéria seca por parte da planta e por cultivar

PARTE DA PLANTA	C U L T I V A R E S				
	P 8417	TE Y 101	C 102	C 101	E 57
RAIZ	$17,338P-25,368x+19,05x^2$ $R^2 = 0,50*$	-	-	-	-
C + F + R	-	-	$13,541-6,123x+10,880x^2$ $R^2 = 0,60**$	-	-
GRÃO	$17,501+9,859x$ $R^2 = 0,40*$	$17,797+7,728x$ $R^2 = 0,59*$	-	-	-
T O T A L	-	-	$30,622+13,511Y$ $R^2 = 0,51*$	-	-

N (TABELA 5), provavelmente em função do potencial genético de cada uma. Estes resultados concordam com aqueles obtidos por ROSOLEM et alii (1977), em condições de campo, onde as cultivares C 102 e TE Y 101 apresentaram respostas diferentes à aplicação de N. Esta resposta diferencial poderia ser explicada por diferenças na exigência de nutrientes (GERLOFF, 1963), ou por diferenças no transporte iônico (EPSTEIN e JEFFERIES, 1964). SMITH (1934) encontrou diferenças nas respostas do milho ao fósforo mas as diferenças observadas em função da aplicação de nitrogênio não foram tão marcantes. A cultivar P 8417 mostrou resposta linear ao N (TABELA 5), enquanto que as respostas das cultivares C 102, C 101 e TE Y 101 foram quadráticas, podendo-se inferir que a primeira deve responder à adubação nitrogenada em doses maiores que as demais. Por outro lado, como a menor dose de N não foi suficiente para que diminuísse a produção de grãos da cultivar E 57, e como a regressão entre níveis de N e produção de grãos desta cultivar não foi significativa, a capacidade de adaptação a condições de baixo nível de nitrogênio deve ser maior para esta cultivar do que para as outras. Os resultados obtidos para a cultivar E 57 concordam com os de WALL e ROSS (1970) que relatam essa habilidade de adaptação da planta de sorgo.

A produção de matéria seca total sofreu influência significativa dos níveis de N, com exceção das cultivares TE Y 101 e C 102, cujas diferenças não foram significativas, apesar da tendência à diminuição. A análise das regressões (TABELA 5), revelou respostas lineares para a cultivar P 8417, quadráticas para a cultivar TE Y 101 e ausência de significância nas regressões para as cultivares C 102, C 101 e E 57, evidenciando as respostas diferenciais, o que discorda dos resultados obtidos em condição de campo por VACHAROTAYAN et alii (1974) e THAWORNMAS e BOONAMPOOL (1975) que re

latam respostas semelhantes para variedades de sorgo granifero na Tailândia.

Parece ter havido diferenças na translocação de assimilados entre as cultivares pois os efeitos na matéria seca de raízes, de colmos + folhas + raquis e total da cultivar E 57 não encontraram reflexos na produção de grãos, ao contrário das demais cultivares onde a redução na matéria seca de grãos parece ter sido a principal causa da redução na matéria seca total da planta. VOSE (1963) relata que diferenças na translocação de nutrientes podem redundar em diferentes eficiências de produção de matéria seca.

Os níveis de P no substrato não afetaram a matéria seca de raízes, de colmo + folhas + raquis e matéria seca total da planta mas proporcionaram efeitos na produção de matéria seca de grãos das cultivares (TABELA 6).

É interessante a consistência com que aparecem menores produções de grãos com o nível 0,5 de P, tendências que são confirmadas por regressões quadráticas (TABELA 7) altamente significativas para as cultivares TE Y 101, C 102 e C 101.

EPSTEIN (1962) relata que a competição iônica leva a um movimento acelerado dos íons, assim, se existirem sítios de ligação ao longo do caminho dos íons com afinidade por duas espécies iônicas, o movimento de um deles presente em baixa concentração poderia ser impedido devido a sua união com esses sítios; a presença de uma segunda espécie iônica pode acelerar o movimento do primeiro por competir com ele, e portanto evitando que se torne imobilizado. No presente caso nos níveis 0,2 e 0,1 de P, baixas concentrações - portanto, pode ter havido maior movimentação do fósforo através da competição com outros íons, o que não deve ter ocorrido

do no nível 0,5, com reflexos na produção de matéria seca de grãos.

Outra hipótese, seria que estes cultivares talvez apresentem mecanismo duplo de absorção de fósforo (EPS-TEIN, 1975) e a diminuição de produção em níveis intermediários de fósforo seria explicada pelo fato do mecanismo de absorção para baixas concentrações estar saturado, e estas concentrações não terem sido suficientemente altas para induzir o mecanismo 2 (altas concentrações), por ser este menos específico.

WHITE (1973) estudando a interação entre a atividade metabólica e a taxa de absorção de fósforo, apresentou resultados de taxa de acumulação de fósforo e taxa de absorção de fósforo nas raízes de alfafa com tendências semelhantes às obtidas no presente trabalho, mas não apresentou comentários sobre o fato. Segundo este autor a absorção de fósforo, quando em baixas concentrações na solução, seria governada pela taxa de crescimento da planta que por sua vez é influenciada pelo N, presente em concentração alta nas condições dos tratamentos utilizados no caso do presente trabalho.

O exame das regressões (TABELA 7) mostra que as cultivares C 101, TE Y 101 e C 102, todas distribuídas pela mesma companhia, apresentam reações semelhantes entre si à deficiência de fósforo, e diferente das cultivares E 57 e P 8417, o que levou a se pensar em uma possível influência genética nesta reação.

As cultivares apresentaram produções de matéria seca total (TABELA 6) diferentes entre si, e de maneira geral as produções totais menores foram explicadas por produções menores dos componentes de raízes, colmo + folhas + ra-

quis e grãos, e a ordem decrescente de produção de matéria seca total foi: E 57, TE Y 101, C 101, P 8417 e C 102.

Embora as cultivares tenham apresentado potenciais diferentes para produção de matéria seca, suas reações ao "stress" relativo de fósforo foram semelhantes, o que ficou patente pela ausência de interações.

Os níveis de K na solução não afetaram significativamente as produções de matéria seca de raízes, colmos + folhas + raquis e matéria seca total da planta, apesar de terem aparecido algumas regressões significativas (TABELA 9), entretanto, apresentaram efeitos na produção de grãos de sorgo (TABELA 8).

HIPP e THOMAS (1968) relatam que as plantas de sorgo, antes de apresentarem deficiências visíveis de K, apresentavam redução no tamanho. No presente caso, não foi nota da deficiência visível e nem redução no tamanho, mas a produção de grãos já era afetada mesmo na ausência destes sintomas, mostrando que antes de terem ocorrido desordens no balanço de aminoácidos com acúmulo de putrescina nas folhas (CROCOMO, 1974, citado por MALAVOLTA, 1976), já existia dificuldade no transporte de carboidratos para os grãos (talvez por desarranjo no floema), e na síntese de amido (MALAVOLTA, 1976).

A análise de regressões para matéria seca de grãos (TABELA 9) mostra respostas lineares apenas para as cultivares P 8417 e TE Y 101.

Não foram encontradas interações significativas (TABELA 8), mas o estudo das regressões (TABELA 9) mostrou uma tendência a respostas diferentes entre as cultivares. Talvez com níveis mais baixos de K estas diferenças fi

cassem mais marcantes. ROSOLEM et alii (1977) encontraram, em condições de campo, resposta linear da cultivar TE Y 101 ao Potássio, mas a resposta da cultivar C 102 não foi significativa, o que concorda com os resultados do presente trabalho.

#### 5.1.2 - QUANTIDADES DE NUTRIENTES ABSORVIDOS E CONTIDOS NOS GRÃOS

Nas TABELAS 10, 14 e 16 encontram-se os resultados médios das quantidades de nutrientes contidos na planta de sorgo, em função dos níveis de nitrogênio, fósforo e potássio na solução nutritiva, bem como os valores de F, os coeficientes de variação e as diferenças mínimas significativas, por nutriente absorvido, por cultivar e por nível de N, P e K, respectivamente.

Encontram-se nas TABELAS 12, 15 e 17 as quantidades de nutrientes contidos nos grãos de sorgo, em função dos níveis de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente. Também se acham nas tabelas os valores de F, os coeficientes de variação e as diferenças mínimas significativas obtidas da análise de variância, por nutriente, por cultivar e por nível de N, P e K na solução nutritivas.

As regressões quadráticas ou lineares obtidas para níveis de N, P e K na solução e quantidades de N, P e K absorvidos pela planta de sorgo encontram-se na TABELA 11. As regressões foram apresentadas por cultivar e por nutriente absorvido.

Na TABELA 13, acham-se as regressões quadráticas ou lineares obtidas para níveis de N, P e K na solução

nutritiva e quantidades de N, P e K contidos nos grãos de sorgo. As regressões foram apresentadas por cultivar e por nutriente.

Os níveis de N na solução afetaram a absorção de nitrogênio pelo sorgo. Os resultados (TABELA 10) mostraram que o nível mais baixo de N não foi suficiente para diminuir a absorção de nitrogênio pelas cultivares TE Y 101, C 101, e C 102, mas a absorção de nitrogênio pelas cultivares P 8417 e E 57 foram diminuídas. No caso da cultivar TE Y 101, como a matéria seca total da planta não foi afetada significativamente pelos níveis de N, era esperado que não houvesse redução na quantidade de N absorvido. Já a cultivar C 102 apresentou tendência a diminuição na matéria seca total, levando a se considerar que houve um efeito de concentração do nitrogênio na planta. Para a cultivar E 57 a menor absorção encontra reflexos na diminuição da matéria seca total e para a cultivar P 8417, paralelamente à diminuição de matéria seca total parece ter havido um efeito de diluição de N na planta, principalmente no nível mais baixo de N na solução nutritiva, pois a diminuição da quantidade de N absorvido foi mais drástica que a diminuição na matéria seca total.

A análise das regressões (TABELA 11) mostrou que a absorção de nitrogênio, nas condições do ensaio, pelo sorgo foi uma função linear para as cultivares P 8417, TE Y 101 e C 102, e uma função quadrática para as cultivares C 101 e E 57. Como a resposta da cultivar TE Y 101 com relação a matéria seca total foi quadrática (tendência à estabilização) e a acumulação de N foi linear pode-se em primeiro lugar deduzir que foi atingido seu potencial máximo de produção, para as condições do ensaio, e, em segundo lugar, que esta cultivar apresentou alimentação de luxo nos níveis mais altos de N.

TABELA 10 - Sorgo granífero: Quantidades de N, P e K contidos na planta, em função dos níveis de Nitrogênio na solução nutritiva, por nível e por cultivar (em gramas/planta)

NUTRIENTE CONTI DO NA PLANTA	NÍVEL DE N NA SOLUÇÃO	C U L T I V A R E S					MÉDIAS	F	TUKEY <sup>a/</sup>
		C U L T I V A R E S							
		P 8417	TE Y 101	C 102	C 101	E 57			
NITROGÊNIO	1,0	1,336	1,319	0,945	1,243	1,734	1,315	15,76**	C 0,143
	0,5	1,002	1,279	0,870	1,533	1,782	1,293	27,78**	N 0,120
	0,2	0,853	1,156	0,806	1,145	1,658	1,124	22,89**	CdN 0,287
	0,1	0,340	1,060	0,709	1,153	0,819	0,816	20,37**	NdC 0,269
	MÉDIA	0,883	1,203	0,832	1,268	1,498	1,137	61,38**	
CV = 10,82%									
F		34,09**	2,78n.s.	1,99n.s.	6,56**	41,24**	52,75**	8,48** <sup>b/</sup>	
FÓSFORO	1,0	0,205	0,209	0,139	0,194	0,639	0,273	28,78**	C 0,078
	0,5	0,374	0,325	0,249	0,467	0,566	0,396	10,33**	N 0,065
	0,2	0,334	0,277	0,237	0,351	0,543	0,349	9,40**	CdN 0,155
	0,1	0,340	0,282	0,198	0,331	0,324	0,295	2,33n.s.	NdC 0,146
	MÉDIA	0,313	0,273	0,206	0,331	0,518	0,328	36,69**	
CV = 20,31%									
F		3,73*	1,55n.s.	1,66n.s.	9,78**	12,43**	10,28**	4,72** <sup>b/</sup>	
POTÁSSIO	1,0	0,330	0,413	0,374	0,503	0,790	0,482	23,79**	C 0,076
	0,5	0,338	0,532	0,353	0,552	0,752	0,513	19,66**	N 0,064
	0,2	0,294	0,364	0,333	0,504	0,713	0,442	20,71**	CdN 0,152
	0,1	0,351	0,441	0,287	0,595	0,524	0,440	11,02**	NdC 0,143
	MÉDIA	0,241	0,438	0,337	0,589	0,695	0,470	64,05**	
CV =									
F		1,10n.s.	5,50*	0,98n.s.	1,38n.s.	9,82**	4,61**	3,04** <sup>b/</sup>	

a/ C = Cultivares

N = Níveis

d = dentro

b/ F da interação C x N



TABELA 11 - Sorgo granífero: Regressões lineares ou quadráticas entre quantidades de N, P e K absorvidos pela planta, e níveis de N, P e K na solução nutritiva, por cultivar

NÍVEIS DE EXTRAÍDO	NUTRIENTE	P 8417	TE Y 101	C 102	C 101	E 57
N	N	0,467+0,924x R <sup>2</sup> = 0,76**	1,084+0,265x R <sup>2</sup> = 0,40*	0,728+0,232x R <sup>2</sup> = 0,42*	0,904+2,016x-1,671x <sup>2</sup> R <sup>2</sup> = 0,62**	0,669+3,924x-2,4680x <sup>2</sup> R <sup>2</sup> = 0,68**
		-	0,241+0,339x-0,370x <sup>2</sup> R <sup>2</sup> = 0,67**	0,173+0,354x-0,388x <sup>2</sup> R <sup>2</sup> = 0,72**	0,226+0,968x-1,018x <sup>2</sup> R <sup>2</sup> = 0,70**	0,398+0,266x R <sup>2</sup> = 0,48*
		-	0,341+0,574x-0,496x <sup>2</sup> R <sup>2</sup> = 0,41*	-	-	0,594+0,225 R <sup>2</sup> = 0,39*
P	P	1,317-1,749x+1,770x <sup>2</sup> R <sup>2</sup> = 0,64**	-	-	-	1,359+0,432 R <sup>2</sup> = 0,37*
		0,077+0,118x R <sup>2</sup> = 0,56*	-	0,061+0,080 R <sup>2</sup> = 0,64*	0,059+0,114x R <sup>2</sup> = 0,91 *	0,092+0,574x R <sup>2</sup> = 0,87**
		-	0,525-0,115x R <sup>2</sup> = 0,36*	-	-	-
K	K	-	-	0,637+0,302 R <sup>2</sup> = 0,41*	-	1,406+0,347x R <sup>2</sup> = 0,41*
		0,495-0,266x R <sup>2</sup> = 0,53*	0,922-0,666x R <sup>2</sup> = 0,62*	0,217+0,590x-0,665x <sup>2</sup> R <sup>2</sup> = 0,70**	0,588-0,397x R <sup>2</sup> = 0,70**	-
		0,154+0,514x-0,339x <sup>2</sup> R <sup>2</sup> = 0,72**	0,147+0,926x-0,661x <sup>2</sup> R <sup>2</sup> = 0,89**	0,148+0,222x R <sup>2</sup> = 0,77**	-	0,161+1,610x-0,988x <sup>2</sup> R <sup>2</sup> = 0,80**

TABELA 12 - Sorgo granífero: Quantidades de N, P e K contidos nos grãos, em função dos níveis de nitrogênio na solução nutritiva, por nível e por cultivar (em grammas/ planta)

NUTRIENTES CONTIDOS NOS GRÃOS	NÍVEIS DE NITROGÊNIO	C U L T I V A R E S					MÉDIAS	F	TUKEY 5% <sup>a/</sup>
		P 84,17	TE Y 101	C 102	C 102	E 57			
NITROGÊNIO	1,0	0,637	0,576	0,369	0,546	0,704	0,566	7,06**	C 0,096
	0,5	0,419	0,608	0,430	0,803	0,736	0,599	13,52**	N 0,080
	0,2	0,390	0,551	0,356	0,476	0,780	0,511	13,70**	CdN 0,192
	0,1	0,426	0,418	0,257	0,492	0,477	0,414	3,90**	NdC 0,180
	MÉDIA	0,468	0,538	0,353	0,579	0,674	0,523	25,96**	
CV = 15,71%									
	F	5,77**	3,11*	2,29n.s.	10,30**	8,12**	14,65**	3,74** <sup>b/</sup>	
FÓSFORO	1,0	0,132	0,139	0,075	0,099	0,140	0,117	4,16**	C 0,029
	0,5	0,089	0,098	0,089	0,122	0,149	0,109	3,31*	N 0,024
	0,2	0,072	0,094	0,071	0,136	0,129	0,100	4,75**	CdN 0,057
	0,1	0,088	0,061	0,036	0,102	0,119	0,081	5,46**	NdC 0,054
	MÉDIA	0,095	0,098	0,068	0,115	0,134	0,102	12,15**	
CV = 24,02%									
	F	3,28*	5,11**	2,43n.s.	1,51n.s.	0,84n.s.	5,89**	1,85n.s. <sup>b/</sup>	
POTÁSSIO	1,0	0,051	0,037	0,017	0,028	0,047	0,036	8,46**	C 0,010
	0,5	0,035	0,027	0,023	0,041	0,050	0,035	4,98**	N 0,008
	0,2	0,030	0,027	0,026	0,033	0,043	0,032	1,99n.s.	CdN 0,020
	0,1	0,028	0,017	0,010	0,026	0,058	0,028	14,47**	NdC 0,018
	MÉDIA	0,036	0,027	0,019	0,032	0,050	0,033	22,06**	
CV = 25,71%									
	F	4,70**	2,81n.s.	2,28n.s.	1,89n.s.	1,76n.s.	2,99**	2,61** <sup>b/</sup>	

a/ C = Cultivares

N = Níveis

d = dentro

b/ F da interação C x N

TABELA 13 - Sorgo granífero: Regressões lineares ou quadráticas entre quantidades de N, P ou K contidos nos grãos e níveis de N, P ou K na solução nutritiva, por cultivar

NÍVEL DE NUTRIENTE EXPORTADO	P 8417	TE Y 101	C 102	C 101	E 57
N	0,353+0,255x R <sup>2</sup> = 0,54*	0,371+0,813x-0,610x <sup>2</sup> R <sup>2</sup> = 0,48*	0,199+0,793x-0,675x <sup>2</sup> R <sup>2</sup> = 0,60**	0,282+1,681x-1,411x <sup>2</sup> R <sup>2</sup> = 0,64**	-
P	-	0,064+0,075x R <sup>2</sup> = 0,60*	2,129+0,235-0,182x <sup>2</sup> R <sup>2</sup> = 0,65**	-	-
K	0,025+0,026x R <sup>2</sup> = 0,56*	0,019+0,019x R <sup>2</sup> = 0,69*	-	0,019+0,079x-0,071x <sup>2</sup> R <sup>2</sup> = 0,47*	-
N	-	-	-	0,366+0,165x R <sup>2</sup> = 0,38*	0,478+0,265x R <sup>2</sup> = 0,51*
P	0,052+0,073x R <sup>2</sup> = 0,48*	-	0,038+0,037x R <sup>2</sup> = 0,43*	0,042+0,042x R <sup>2</sup> = 0,55*	0,062+0,086 R <sup>2</sup> = 0,61*
K	0,023+0,026x R <sup>2</sup> = 0,51	-	-	-	0,026+0,020x R <sup>2</sup> = 0,45
N	0,4238+0,226x R <sup>2</sup> = 0,36*	-	-	-	-
P	-	-	-	-	-
K	0,020+0,032 R <sup>2</sup> = 0,58*	-	-	-	-

TABELA 14 - Sorgo granífero: Quantidades de N, P e K contidos na planta, em função dos níveis de Fósforo na solução nutritiva, por nível e por cultivar (em grama/planta)

NUTRIENTES CONTIDOS NA PLANTA	NÍVEIS DE FÓSFORO	C U L T I V A R E S					MÉDIAS	F	TUKEY 5% <sup>a/</sup>
		P 8417	TE Y 101	C 102	C 101	E 57			
NITROGÊNIO	1,0	1,336	1,319	0,945	1,243	1,734	1,315	6,17**	C 0,229
	0,5	0,899	1,404	0,776	0,833	1,682	1,119	12,54**	N 0,192
	0,2	1,004	1,755	0,898	1,052	1,530	1,248	10,82**	CdN 0,459
	0,1	1,183	1,443	0,767	0,812	1,269	1,093	6,58**	NdC 0,430
	MÉDIA	1,106	1,477	0,846	0,985	1,553	1,194	29,64**	
CV = 16,47%									
FÓSFORO	F	2,90*	2,83n.s.	0,61n.s.	3,21*	3,40*	4,34**	2,15 <b>b/</b>	
	1,0	0,205	0,209	0,139	0,074	0,639	0,273	72,54**	C 0,049
	0,5	0,109	0,164	0,101	0,110	0,428	0,182	33,07	N 0,041
	0,2	0,117	0,239	0,102	0,089	0,255	0,160	10,91	CdN 0,098
	0,1	0,089	0,110	0,048	0,067	0,079	0,079	0,93n.s.	NdC 0,092
CV = 24,17%									
POTÁSSIO	F	4,48**	5,35**	2,39n.s.	3,65*	97,59**	54,44**	14,75** <sup>b/</sup>	
	1,0	0,330	0,413	0,374	0,503	0,790	0,482	20,12**	C 0,083
	0,5	0,291	0,450	0,362	0,527	0,717	0,469	16,17**	N 0,069
	0,2	0,342	0,547	0,298	0,511	0,777	0,495	21,56**	CdN 0,165
	0,1	0,378	0,484	0,360	0,381	0,657	0,452	9,20**	NdC 0,155
CV = 14,95%									
MÉDIA		0,335	0,493	0,349	0,480	0,735	0,475	61,58**	
	F	0,77n.s.	1,93n.s.	0,69n.s.	2,67n.s.	2,24n.s.	1,06n.s.	1,82n.s. <sup>b/</sup>	

a/ C = Cultivares

N = Níveis

d = dentro

b/ F da interação C x N

TABELA 15 - Sorgo granífero: Quantidades de N, P e K contidas nos grãos, em função dos níveis de Fósforo na solução nutritiva e por solução nutritiva, por nível e por cultivar (em gramas/plantas)

NUTRIENTES CONTIDOS NOS GRÃOS	NÍVEIS DE FÓSFORO	C U L T I V A R E S					MÉDIAS	F	TUKEY $s_{\alpha}^2$
		P 8417	TE Y 101	C 102	C 101	E 57			
NITROGÊNIO	1,0	0,637	0,576	0,369	0,546	0,740	0,574	8,83**	C 0,093
	0,5	0,408	0,587	0,299	0,392	0,607	0,459	8,42**	N 0,098
	0,2	0,387	0,726	0,413	0,499	0,574	0,520	8,86**	CdN 0,186
	0,1	0,526	0,565	0,331	0,326	0,469	0,443	5,78**	NdC 0,174
	MÉDIA	0,489	0,614	0,353	0,441	0,598	0,499	22,58**	
CV = 15,96%									
FÓSFORO	F	6,37**	2,69n.s.	1,15n.s.	4,75**	5,94**	8,49**	3,10** <u>b/</u>	
	1,0	0,132	0,139	0,075	0,088	0,140	0,115	3,88*	C 0,032
	0,5	0,075	0,105	0,055	0,054	0,119	0,082	3,52*	N 0,027
	0,2	0,065	0,166	0,059	0,057	0,091	0,088	8,47**	CdN 0,063
	0,1	0,069	0,080	0,031	0,045	0,052	0,055	1,51n.s.	NdC 0,059
MÉDIA	0,085	0,122	0,055	0,061	0,101	0,085	12,57**		
CV = 32,04%									
POTÁSSIO	F	3,97*	5,73**	1,32n.s.	1,38n.s.	5,97**	11,97**	1,60n.s. <u>b/</u>	
	1,0	0,051	0,037	0,017	0,028	0,047	0,036	9,38**	C 0,009
	0,5	0,031	0,032	0,016	0,022	0,033	0,027	2,61n.s.	N 0,008
	0,2	0,023	0,041	0,017	0,027	0,031	0,031	3,73*	CdN 0,019
	0,1	0,033	0,031	0,016	0,026	0,029	0,027	2,10n.s.	NdC 0,018
MÉDIA	0,034	0,035	0,016	0,026	0,035	0,029	12,76**		
CV = 27,25%									
F	6,84**	0,97n.s.	0,02n.s.	0,38n.s.	3,27*	4,75**	1,69n.s. <u>b/</u>		

a/ C = Cultivares

N = Níveis

d = dentro

b/ F da interação C x N

TABELA 16 - Sorgo granífero: Quantidades de N, P e K absorvidos pela planta, em função dos níveis de Potássio na solução nutritiva, por nível e por cultivar (em grama/planta)

NUTRIENTES CONTIDOS NA PLANTA	NÍVEIS DE POTÁSSIO	C U L T I V A R E S					MÉDIAS	F	TUKEY 5% <sup>a/</sup>
		P							
		8417	TE Y 101	C 102	C 101	E 57			
NITROGÊNIO	1,0	1,336	1,319	0,445	1,243	1,734	1,315	11,55**	C 0,168
	0,5	1,138	1,385	0,780	1,281	1,615	1,240	13,40**	N 0,141
	0,2	1,039	1,421	0,681	1,043	1,510	1,139	16,20**	CdN 0,335
	0,1	1,150	1,330	0,683	1,260	1,390	1,163	11,49	NdC 0,314
	MÉDIA	1,166	1,364	0,773	1,207	1,562	1,214	49,48**	
CV = 11,85%									
FÓSFORO	1,0	0,205	0,209	0,139	0,174	0,639	0,273	11,55**	C 0,123
	0,5	0,442	0,651	0,361	0,445	0,652	0,510	4,82**	N 0,103
	0,2	0,327	0,972	0,270	0,442	0,460	0,494	21,01**	CdN 0,245
	0,1	0,524	0,659	0,295	0,577	0,443	0,500	5,23**	NdC 0,230
	MÉDIA	0,375	0,623	0,266	0,409	0,548	0,444	21,82**	
CV = 23,67%									
POTÁSSIO	1,0	0,330	0,413	0,374	0,503	0,790	0,482	22,73**	C 0,078
	0,5	0,325	0,432	0,234	0,482	0,674	0,429	18,76**	N 0,065
	0,2	0,247	0,337	0,246	0,427	0,558	0,363	11,77**	CdN 0,156
	0,1	0,200	0,212	0,136	0,292	0,237	0,215	2,18n.s.	NdC 0,146
	MÉDIA	0,275	0,348	0,248	0,426	0,565	0,372	44,03**	
CV = 19,92%									
F	2,23n.s.	0,33n.s.	2,21n.s.	1,77n.s.	3,12*	4,64**	1,25n.s. <sup>b/</sup>		
	5,24**	26,67**	2,36n.s.	7,75**	3,43**	17,70**	6,92** <sup>b/</sup>		
F	2,68n.s.	6,73**	6,44**	6,04**	38,25**	44,95**	3,80** <sup>b/</sup>		
	5,24**	26,67**	2,36n.s.	7,75**	3,43**	17,70**	6,92** <sup>b/</sup>		

a/ C = Cultivares

N = Níveis

d = dentro

b/ F da interação C x N

TABELA 17 - Sorgo granífero: Quantidades de N, P e K contidos nos grãos, em função dos níveis de Potássio na solução nutritiva, por nível e por cultivar (em grama/planta)

NUTRIENTE CONTIDO NOS GRÃOS	NÍVEIS DE POTÁSSIO	C U L T I V A R E S					MÉDIAS	F	TUKEY 5% <sup>a/</sup>
		P 8417	TE Y 101	C 102	C 101	E 57			
NITROGÊNIO	1,0	0,637	0,576	0,369	0,546	0,704	0,566	4,69**	C 0,118
	0,5	0,583	0,598	0,370	0,556	0,632	0,548	3,14**	N 0,099
	0,2	0,450	0,627	0,308	0,409	0,617	0,482	5,59**	CdN 0,235
	0,1	0,447	0,452	0,210	0,528	0,653	0,458	7,71**	NdC 0,221
	MÉDIA	0,529	0,563	0,314	0,510	0,651	0,514	18,15**	
CV = 19,62%									
	F	2,72n.s.	1,75n.s.	1,66n.s.	1,36n.s.	0,42n.s.	3,95*	0,99n.s. <sup>b/</sup>	
FÓSFORO	1,0	0,132	0,139	0,075	0,090	0,140	0,115	3,21**	C 0,034
	0,5	0,147	0,099	0,044	0,133	0,123	0,109	5,74**	N 0,029
	0,2	0,101	0,123	0,062	0,113	0,138	0,108	2,84*	CdN 0,069
	0,1	0,101	0,086	0,046	0,143	0,125	0,100	4,82**	MdC 0,064
	MÉDIA	0,120	0,112	0,057	0,120	0,132	0,108	12,10**	
CV = 27,22%									
	F	1,84n.s.	1,92n.s.	0,75n.s.	1,89n.s.	0,25n.s.	0,65n.s.	0,15n.s. <sup>b/</sup>	
POTÁSSIO	1,0	0,051	0,037	0,017	0,028	0,047	0,036	7,77**	C 0,010
	0,5	0,039	0,027	0,012	0,032	0,039	0,030	4,63	N 0,009
	0,2	0,020	0,034	0,020	0,033	0,052	0,032	6,79**	CdN 0,021
	0,1	0,027	0,023	0,013	0,034	0,047	0,029	5,98**	MdC 0,019
	MÉDIA	0,034	0,030	0,015	0,032	0,046	0,032	18,61**	
CV = 27,84%									
	F	7,25**	1,67n.s.	0,43n.s.	0,27n.s.	1,19n.s.	2,06n.s.	2,19 <sup>b/</sup>	

a/ C = Cultivares

N = Níveis

d = dentro

b/ F da interação C x N

Quando se analisou o comportamento relativo das cultivares quanto à acumulação de N (TABELA 10), no nível 1,0 de N a cultivar E 57 mostrou maior capacidade de absorção de N, vindo a seguir as cultivares P 8417, TE Y 101 e C 101, e abaixo destas a cultivar C 102. Já no nível mais baixo de N (0,1), as cultivares C 101 e TE Y 101 mostraram maior absorção, seguidas pela E 57, depois C 102 e depois P 8417, o que, em termos gerais encontra reflexos na produção de matéria seca total (TABELA 4). Isto levou a inferir que as cultivares C 101, TE Y 101 e E 57, mostrando maior capacidade de absorção de N, teriam melhores condições de apresentar boas produções em condição de baixa fertilidade em nitrogênio.

Os níveis de N na solução nutritiva afetaram significativamente a absorção de fósforo pelo sorgo, com exceção das cultivares TE Y 101 e C 102 que apresentaram apenas tendências (TABELA 10). A literatura existente mostra que existe um efeito de N na absorção P pelas plantas (THIEN e McFEE, 1970; THIEN e McFEE, 1972; WHITE, 1973). As cultivares TE Y 101, C 102 e C 101 mostraram regressões quadráticas entre níveis de N na solução e absorção de P pelas plantas de sorgo, a cultivar E 57 apresentou regressão linear e a cultivar P 8417 não apresentou regressão (TABELA 11). Estes resultados mostram que as cultivares, com relação à absorção de P, reagem de maneira diferente entre si quando submetidas a diferentes níveis de N na solução nutritiva.

No nível 1,0 de N a cultivar E 57 acumulou mais fósforo que as outras cultivares, mas no nível mais baixo de N, a acumulação de P foi igual para todas as cultivares. Estes resultados não encontraram reflexos na produção de matéria seca total, onde a cultivar E 57 sempre produziu mais, o que discorda de WHITE (1973) quando relata que plantas com



maior crescimento relativo apresentam maior absorção de P. Por outro lado a regressão linear apresentada pela cultivar E 57 indicou que a relação N/P do meio ideal para esta cultivar deve ser menor do que para as outras cultivares.

Segundo BENNETT et alii (1962) são oferecidas geralmente 3 explicações para o efeito de N na absorção do fósforo: (1) aumento na solubilidade do P devido à acidez do fertilizante nitrogenado, (2) aumento na ramificação das raízes devido à aplicação de N e (3) estímulo fisiológico da planta pelo N. A primeira hipótese foi descartada por tratar-se de ensaio com solução nutritiva. No presente caso o crescimento de raízes parece aplicar-se parcialmente (nos níveis mais baixos de N), apenas no caso da cultivar E 57, e parece ter sido mais importante o estímulo fisiológico do N sobre as cultivares do sorgo para que estes absorvessem mais P. Isto seria explicado pelo fato de plantas que absorvem mais N possuírem maiores quantidades de compostos nitrogenados que exigem maior quantidade de fósforo, aumentando a demanda deste nutriente (BENNETT et alii, 1962; MALAVOLTA, 1976).

Quanto à absorção de potássio, apenas as cultivares TE Y 101 e E 57 apresentarem variações significativas em função dos níveis de N na solução, que são confirmadas por uma regressão quadrática no caso da TE Y 101 e linear no caso da E 57. NEWMAN e ANDREWS (1973) correlacionaram a absorção de potássio com o crescimento das raízes do trigo. A análise da TABELA 4 mostra que isto deve ter ocorrido no caso da cultivar E 57.

A quantidade de nitrogênio contida nos grãos de sorgo foi afetada pelos níveis de N no substrato. Os resultados (TABELAS 12 e 13) mostram respostas lineares para a cultivar P 8417, a exemplo do que ocorreu para N absorvido,

mostrando que quando se modificou a disponibilidade de N na solução, não deve ter sido modificada a relação N absorvido/ N transportado para os grãos, o que discorda de BENNETT et alii (1953) que relatam resultados com milho, onde esta relação aumenta quando se aumenta o suprimento de nitrogênio. Para as cultivares TE Y 101 e C 102, os resultados parecem concordar com BENNETT et alii (1953) pois a absorção de N seguiu um padrão linear, enquanto que as quantidades de N transportada para os grãos seguiram padrões quadráticos. Para a cultivar C 101 os padrões de N absorvido são os mesmos que para N contido nos grãos. E a cultivar E 57, à semelhança dos resultados obtidos para absorção de N, mostra diferenças significativas para N contido nos grãos, mas as regressões não são significativas e nem a redução na produção de grãos, demonstrando uma alta eficiência em aproviatar o N absorvido - para produzir grãos.

De maneira geral os resultados da análise de regressões para quantidade de N nos grãos (TABELA 13) são semelhantes aos resultados obtidos para produção de matéria seca de grãos (TABELA 5), mostrando que não devem ter ocorrido diferenças na translocação de N para os grãos.

Os níveis de N na solução nutritiva afetaram a quantidade de fósforo contida nos grãos de sorgo, e apesar das cultivares terem apresentado diferenças relativas na absorção de P em função dos níveis de N (TABELAS 10 e 11), a interação níveis x cultivares não foi significativa neste caso (TABELA 12). Como o comportamento relativo dos cultivares com relação a produção de matéria seca de grãos foi diferente, deve ter havido efeito de concentração de P em algumas cultivares, mostrando que os níveis de N no substrato afetam de maneira diferente a absorção e a translocação de P-

THIEN e McFEE (1972), em estudo com milho, relatam que existem dois mecanismos para absorção e translocação de P na planta. Em baixas concentrações de P, a absorção foi estimulada pelo N, não ocorrendo o mesmo com a translocação, e em altas concentrações de P a translocação foi estimulada pelo N, mas a absorção não o foi. No presente caso, com alta concentração de P, os resultados mostraram que a absorção de P foi estimulada pelos níveis de N em algumas cultivares e em outras não, evidenciando uma influência genética, mas a translocação foi estimulada pois todas as cultivares apresentaram mais fósforo nos grãos com níveis mais altos de N, mostrando que a translocação de P na planta parece sofrer maior influência do estado fisiológico da planta do que da carga genética desta.

Ficou também evidente que existem diferenças entre as cultivares na acumulação de P (TABELA 10), tendo ocorrido a seguinte ordem decrescente de acumulação: E 57, C 101, TE Y 101, P 8417 e C 102.

Com relação ao potássio, apenas a cultivar P 8417 mostrou variação significativa nas quantidades contidas nos grãos, e as diminuições do K contido nos grãos acompanharam a redução na produção de matéria seca de grãos, em função do N disponível, apesar de também aparecerem algumas regressões significativas para as outras cultivares. Como as cultivares TE Y 101, C 101 e C 102, apresentaram diminuição na matéria seca de grãos, deve ter havido um efeito de concentração de K nos grãos dessas cultivares.

Os níveis de P na solução nutritiva tiveram efeito sobre a absorção de N das cultivares P 8417, C 101 e E 57 (TABELA 14), o que, em parte, é confirmado pelo estudo das regressões (TABELA 11).

GLOVER (1953a) estudando a nutrição do milho em substrato de quartzo com solução nutritiva, relata efeitos do P e do N sobre a produção de matéria seca e sobre a acumulação de nutrientes, e diz que os efeitos de N e P não devem ser considerados separadamente, devido à interação existente. Relata ainda que o fósforo teve efeitos na acumulação de N mas não no teor de N, concluindo que os aumentos na quantidade de N acumulado foram devidos à maior produção de matéria seca. No presente caso, os níveis de P utilizados não chegaram a afetar significativamente a produção de matéria seca total da planta de sorgo (TABELA 10), mas pode-se notar uma tendência de diminuição nas produções, principalmente de grãos, que talvez expliquem os resultados obtidos para a absorção total de N pela planta, em função dos níveis de P na solução nutritiva.

De maneira geral, as cultivares que apresentaram maiores produções de material seca total, também apresentaram maiores quantidades de N absorvido em função dos níveis de P, o que concorda com os resultados de GLOVER(1953a).

As quantidades de P absorvidas pelas cultivares de sorgo sofreram influência significativa dos níveis de P na solução nutritiva (TABELA 14), com exceção da cultivar C 102 que demonstrou apenas uma tendência. Estes resultados são confirmados pelas regressões lineares obtidas para todas as cultivares (TABELA 11) com exceção da TE Y 101. Como a matéria seca total não foi influenciada pelos níveis de P (TABELA 6), infere-se que a absorção de P foi uma função da concentração do nutriente no substrato. Estes resultados concordam com GLOVER (1953a) e GLOVER (1953b).

É interessante notar que no nível mais alto de P a cultivar E 57 absorveu muito mais fósforo que as outras

cultivares (TABELA 14), mas no nível mais baixo do nutriente, as absorções de todas as cultivares foram equivalentes. Assim deve existir uma diferença entre as cultivares nas capacidades de absorção de P, pois a cultivar E 57 parece ter apresentado um mecanismo muito mais eficiente para a acumulação de P quando o nutriente estava presente em grandes quantidades. Como não foi aparente a diferença na produção de grãos, a fisiologia da planta parece não ter capacidade para utilizar todo o fósforo absorvido, tornando-se aparente uma alimentação de luxo.

Os níveis de fósforo na solução nutritiva não apresentaram efeitos sobre a absorção de potássio pelas cultivares de sorgo (TABELA 14), embora a cultivar C 101 tenha apresentado regressão linear entre níveis de P e absorção de K (TABELA 11). A absorção de K pelas cultivares obedeceu a seguinte ordem: E 57, C 101, TE Y 101, C 102 e P 8417 (TABELA 14). Isto veio demonstrar que os níveis de P utilizados não foram suficientemente baixos para afetar os processos de absorção "morro acima" em que o fósforo interfere (MALAVOLTA, 1976).

A exemplo do que ocorreu com a absorção de N pela planta, as quantidades de N contido nos grãos de sorgo foram influenciadas pelos níveis de P na solução nutritiva para as cultivares P 8417, C 101 e E 57 (TABELA 15), mas apenas as cultivares C 101 e E 57 apresentaram regressões lineares significativas (TABELA 13).

As quantidades de P contidas nos grãos de sorgo sofreram influência dos níveis de P no substrato (TABELA 15), mas a reação das cultivares ao "stress" relativo de P, ao contrário do que ocorreu com a absorção total de P, foi semelhante. Isto ficou evidenciado através da não signifi -

cância da interação cultivares x níveis no caso das quantidades de P contido nos grãos. O estudo das regressões (TABELAS 11 e 15) mostrou que deve existir correlação entre P absorvido e P transportado para os grãos, sendo que apenas a cultivar TE Y 101 apresentou comportamento diferente das demais, principalmente com relação ao P absorvido, o que deve ter sido um dos responsáveis pela interação significativa. De maneira geral a exportação de P pelas cultivares de sorgo seguiu a produção de matéria seca de grãos, com a seguinte ordem decrescente: TE Y 101, E 57, P 8417, C 101 e C 102.

Não foram notadas para absorção de fósforo, ou fósforo contido nos grãos, as mesmas tendências observadas para produção de matéria seca de grãos em função dos níveis de P no substrato; assim aquelas tendências devem ter sua razão de ser mais em função do balanço entre os nutrientes do que em função da absorção e translocação de P na planta.

Os níveis de P no substrato tiveram efeito na quantidade de K contido nos grãos de sorgo. Os resultados obtidos, tanto para absorção de K pela planta (TABELA 14) como para K contido nos grãos de sorgo (TABELA 15) parecem coincidir, de maneira geral, com os resultados obtidos para produção de matéria seca total (TABELA 6), e produção de matéria seca de grãos (TABELA 7), em função dos níveis de P no substrato. Assim, parece não ter havido efeitos fisiológicos do P na absorção e translocação de K. Todas as cultivares apresentaram quantidades semelhantes de potássio nos grãos, com exceção da C 102, cuja quantidade foi menor.

Os níveis de K tiveram efeito nas quantidades de N absorvido pela planta de sorgo granífero, e houve uma tendência nas cultivares P 8417, C 102 e E 57, para que diminuísse a absorção de N quando era diminuída a disponibilida-

de de potássio (TABELA 16), mas apenas as cultivares C 102 e E 57 apresentaram regressões positivas e lineares entre absorção de N e níveis de K na solução (TABELA 11). Assim estas cultivares devem ter sido as principais responsáveis pela significância das diferenças causadas pelas quantidades de N absorvidas.

Como apesar da ausência de significâncias na análise da variância das produções de matéria seca total (TABELA 8), a cultivar C 102 apresentou regressão positiva (TABELA 9), e as outras cultivares apresentaram tendências de diminuição da matéria seca total quando era diminuída a disponibilidade de K, poderia ser explicada a ação dos níveis de potássio na acumulação de N pela planta, através das variações de produções.

As quantidades de fósforo absorvidas pelo sorgo foram aumentadas quando foi diminuído o K da solução nutritiva, com exceção da cultivar E 57 (TABELA 16); e o estudo das regressões confirma estes resultados (TABELA 11).

Um efeito direto do K sobre a absorção de P não seria esperado (EPSTEIN, 1975; MALAVOLTA, 1976), desta maneira deve ter ocorrido um efeito indireto. Segundo EPSTEIN, 1975, quando há "alimentação de luxo" em potássio, a absorção e a translocação de magnésio pode ser diminuída, e LOURENÇO et alii (1968) demonstraram uma interação entre magnésio e fósforo. No presente caso deve ter acontecido "alimentação de luxo" em K, pois os níveis mais baixos deste elemento não foram suficientes para que fosse diminuída a produção, assim pode ter ocorrido um efeito do K sobre o Mg absorvido, indiretamente diminuindo o P acumulado pelo sorgo.

A cultivar E 57 apresentou grande capacidade de acumulação de P (TABELA 16), e talvez por isso não tenha si-

do afetado pelos níveis de K.

Estes resultados não concordam com aqueles obtidos por LANE e WALKER (1961) que relatam interação positiva entre K e P na cultura do sorgo.

Por outro lado, alguns autores têm apresentado resultados em que o boro promoveu a absorção de fósforo por algumas plantas, tais como: *Vicia faba* (ROBERTSON e LOUGHMAN, 1974) e bata (AVAKYAN et alii, 1974) e é conhecida a interação negativa entre potássio e boro (HILL e MORRILL, 1975; YAMAGUCHI et alii, 1958). O efeito do potássio na absorção de fósforo pelo sorgo pode ter acontecido via boro. Ou ainda, os efeitos indiretos do potássio poderiam ser devidos concomitantemente aos seus efeitos sobre a absorção de magnésio e de boro, com a resultante diminuição na absorção do fósforo.

Os níveis de K na solução nutritiva tiveram efeito na quantidade de K absorvido pelo sorgo, com exceção da cultivar P 8417 (TABELA 16). O estudo das regressões mostrou que estas são quadráticas para as cultivares P 8417, TE Y 101 e E 57, linear para a cultivar C 102, e a cultivar C 101 apresentou tendência à regressão quadrática, mas sem significância. Como os níveis de K na solução não tiveram efeito na produção de matéria seca total (TABELA 8), é possível inferir-se que houve "alimentação de luxo" em potássio para todas as cultivares.

Nos níveis mais altos de K as cultivares absorveram quantidades diferentes de potássio, mas no nível mais baixo esta diferença não foi significativa, demonstrando que provavelmente estas cultivares apresentam mecanismo duplo de absorção de K (EPSTEIN, 1975). Assim o mecanismo para baixas concentrações deve ter apresentado ação semelhante



entre as cultivares, e provavelmente não está sob controle genético, e o mecanismo para altas concentrações, como as cultivares absorveram K em quantidades diferentes, deve estar sob controle genético (EPSTEIN, 1975). Uma hipótese mais simplista seria atribuir a maior absorção de K nos níveis mais altos de potássio ao maior tamanho das raízes (NEWMAN e ANDREWS, 1973), mas a ordem de absorção e a ordem de produção de matéria seca de raízes não são coincidentes.

A quantidade de nitrogênio contido nos grãos de sorgo sofreram influência dos níveis de K na solução nutritiva (TABELA 17). Apesar das interações não significativas, a cultivar P 8417 apresentou uma regressão linear (TABELA 13).

Os efeitos registrados para quantidades de N nos grãos são muito semelhantes aqueles encontrados para absorção de total de N (TABELA 16), e ainda são acompanhados pela produção de matéria seca de grãos (TABELA 8), demonstrando que o potássio não deve ter apresentado efeito na translocação de N das cultivares.

A ordem decrescente de exportação de N, à semelhança da ordem decrescente de absorção foi: E 57, TE Y 101, P 8417, C 101 e C 102.

As quantidades de fósforo contido nos grãos de sorgo, ao contrário do que aconteceu com as quantidades absorvidas, não foram modificadas pelos níveis de K (TABELA 17), e não foram encontradas regressões significativas (TABELA 13), mesmo com a diminuição da produção de matéria seca de grãos (TABELA 8). Estes resultados mostraram uma concentração de P nos grãos das plantas cultivadas em níveis baixos de K, e por outro lado, mostram que os efeitos do K na absorção do fósforo não encontram correspondentes na translocação do P

para os grãos. Assim aquelas interações devem ter ocorrido a nível de absorção radicular, não tendo efeito no transporte do P para os grãos.

A ordem decrescente de exportação de P pelos grãos de sorgo foi: E 57, C 101, P 8417, TE Y 101 e C 102.

Quanto às quantidades de K contidas nos grãos de sorgo, apenas a cultivar P 8417 apresentou diferenças significativas (TABELA 17), acompanhada por regressão linear (TABELA 13), não tendo sido observados efeitos nas outras cultivares. No nível mais alto de K, a cultivar P 8417 apresentou mais potássio nos grãos do que as outras cultivares. Estes resultados ocorreram, talvez, porque a quantidade de potássio nos grãos de sorgo geralmente foi pequena, o que concorda com a literatura existente (ARRIVETS, 1976), e o potássio disponível foi suficiente para atender a esta exigência da planta de sorgo granífero, mesmo nos níveis mais baixos de K.

Pela TABELA 18 pode-se notar que as exigências em N das cultivares variaram de 141,8 kg/ha (C 102) a 260,1 kg/ha (E 57), as exigências em K, de 49,5 kg/ha (P 8417) a 118,5 kg/ha (E 57), e as exigências em P, de 20,9 kg/ha (C 102) a 95,9 kg/ha (E 57).

Quando se considerou uma produção de 1000 kg de grãos para todas as cultivares (TABELA 23), diminuiu a amplitude de variação das quantidades de nutrientes exigidos: de 46,4 kg (C 101) a 64,2 kg (C 102) para o nitrogênio; de 14,1 kg (P 8417) a 25,4 kg (C 102) para o potássio; e de 6,5 kg (C 101) a 20,4 kg (E 57) para o fósforo. Parece ter havido íntima relação entre produção de matéria seca e exigência em nutrientes para as diversas cultivares utilizadas.

TABELA 18 - Sorgo granífero: quantidades de matéria seca produzida, de nutrientes extraídos da solução nutritiva e exportados pelos grãos, correspondentes a 1 ha (população de 150000 plantas)

NUTRIENTES	PARTE DA PLANTA	C U L T I V A R E S				
		P 8417	TE Y 101	C 102	C 101	E 57
Matéria seca	grãos	3863	3785	2210	4020	4704
	restos	3840	4621	4467	5183	7907
	TOTAL	7703	8406	6677	9203	12611
Nitrogênio	grãos	95,6	86,4	55,4	81,9	105,6
	restos	104,8	111,5	86,4	104,6	154,5
	TOTAL	200,4	197,9	141,8	186,5	260,1
Fósforo	grãos	19,8	20,9	11,3	14,9	21,0
	restos	11,0	10,5	9,6	11,2	74,9
	TOTAL	30,8	31,4	20,9	26,1	95,9
Potássio	grãos	7,7	5,6	2,6	4,2	7,1
	restos	41,8	56,4	53,5	71,3	111,4
	TOTAL	49,5	62,0	56,1	75,5	118,5

Em média, as cultivares de sorgo absorveram para produzir 1000 kg de grãos, 54 kg de N, 10,5 kg de P e 19,9 kg de K, e 43% de N, 53% do P e 8% do K foram transportados para os grãos de sorgo.

Os resultados com relação a exigência de nutrientes, para o N e para o P concordam com os resultados obti-

TABELA 19 - Sorgo granífero: quantidades de matéria seca, de N, P e K extraídos e exportados por uma produção de 1000 kg de grãos

NUTRI ENTE	PARTE DA PLANTA	C U L T I V A R E S									
		P 8417		TE Y 101		C 102		C 101		E 57	
		kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
M S	grãos	1000	50,2	1000	45,0	1000	33,1	1000	43,7	1000	37,3
	restos	994	49,8	1221	55,0	2021	66,9	1289	56,3	1681	62,7
	TOTAL	1994	100,0	2221	100,0	3021	100,0	2289	100,0	2681	100,0
N	grãos	24,8	47,8	22,8	43,6	25,1	19,1	20,4	44,0	22,5	40,6
	restos	27,1	52,2	29,5	56,4	39,1	60,9	26,0	56,0	32,9	59,4
	TOTAL	51,9	100,0	52,3	100,0	64,2	100,0	46,4	100,0	55,4	100,0
P	grãos	5,1	64,6	5,5	66,3	5,1	54,3	3,7	56,9	4,5	22,1
	restos	2,8	35,4	2,8	33,7	4,3	45,7	2,8	43,1	15,9	77,9
	TOTAL	7,9	100,0	8,3	100,0	9,4	100,0	6,5	100,0	20,4	100,0
K	grãos	2,0	14,2	1,5	9,3	1,2	4,7	1,0	5,3	1,5	6,0
	restos	12,1	85,8	14,6	90,7	24,2	95,3	17,7	94,7	23,7	94,0
	TOTAL	14,1	100,0	16,1	100,0	25,4	100,0	18,7	100,0	25,2	100,0

dos por MALAVOLTA e LOURENÇO (1976), que trabalharam com a cultivar TE Y 101, em solução nutritiva, e para o potássio as quantidades aqui obtidas foram menores. Os resultados do presente trabalho também discordam daqueles obtidos por JACQUINOT (1964) e BOGULAWSKI (1965) quando às quantidades, e concordam com os resultados de ARRIVETS (1976) quanto à trans

locação de nutrientes para os grãos. As diferenças encontradas com relação aos três últimos autores devem-se provavelmente as diferenças climáticas, condições experimentais e cultivares.

### 5.1.3 - DIAGNOSE FOLIAR

Com exceção dos teores de N das folhas das cultivares P 8417, TE Y 101 e C 102, os níveis de N, P e K na solução nutritiva afetaram os níveis de N, P e K nas folhas do sorgo granífero, respectivamente, na época do emborrachamento (TABELA 20).

Os teores de N variaram de 3,76% a 4,24% no tratamento 1,0 de N, com média 4,03%; e de 2,56% a 3,88% no tratamento 0,1 de N, com média de 3,49% (TABELA 21).

Os teores de P nas folhas medianas do sorgo, no emborrachamento, variaram de 0,26% a 1,12%, com média 0,47%, no tratamento 1,0 de P, e de 0,15% a 0,64% no tratamento 0,1 de P, com média igual a 0,22%. É interessante notar que excluindo a cultivar E 57, que apresentou teores muito maiores de P do que as outras cultivares em todos os tratamentos, os teores no tratamento 1,0 de P ficariam entre 0,26% e 0,34%, com média 0,31%, e no tratamento 0,1 de P, entre 0,15% e 0,19%, com média de 0,16% (TABELA 21).

Os teores de K variaram, no tratamento 1,0 de K, de 1,30% a 7,29%, com média igual a 3,76%, e no tratamento 0,1 de K, de 0,67% a 3,50% com média de 1,40%. Excluindo-se a cultivar E 57, com teores muito maiores do que as demais, no tratamento 1,0 de K os teores variaram de 1,30% a 1,46%, com média de 1,38%, e no tratamento 0,1 de K, de 0,67%

a 1,02%, com média de 0,88% (TABELA 21). Estes resultados são semelhantes aos obtidos por HIPP e THOMAS (1967).

Os resultados obtidos para N, P e K concordam com aqueles obtidos por MALAVOLTA e LOURENÇO (1976a) que trabalharam com a cultivar TE Y 101, amostrando a folha mediana da planta, na ocasião da frutificação, mas são maiores do que os teores obtidos por MALAVOLTA e LOURENÇO (1976b), com a mesma TE Y 101, em folhas colhidas na ocasião do emborrachamento.

Estes resultados vêm demonstrar que é temerária uma extrapolação de dados de teores normais e deficientes de nutrientes obtidos através de uma única cultivar.

Com exceção de algumas cultivares, houve regressões significativas entre níveis de nutriente na solução nutritiva e teores de nutrientes nas folhas. As análises para o conjunto das cultivares sempre mostraram regressões significativas (TABELA 22).

Os estudos das correlações entre teores nas folhas e produções (TABELA 23), revelaram apenas alguns resultados significativos quando se considerou as cultivares separadamente, mas houve correlações positivas e significativas quando se considerou o conjunto das cultivares, com exceção dos resultados obtidos para nitrogênio.

Os resultados obtidos permitem inferir que a amostragem efetuada para a diagnose foliar no presente caso foi eficiente para avaliar o estado nutricional do sorgo com relação ao fósforo e potássio, mas não com relação ao nitrogênio.

TABELA 20 - Sorgo granífero: Teores de Nitrogênio, Fósforo e Potássio, em função de nitrogênio, fósforo e potássio na solução nutritiva, respectivamente, nas folhas, por ocasião do emborrachamento  $(\sqrt{\frac{x}{100}})$ , por nível de nutriente e por cultivar

NUTRIENTE	NÍVEIS NA SOLUÇÃO	C U L T I V A R E S					MÉDIAS	F	TUKEY 5% <sup>a/</sup>
		P 8417	TE Y 101	C 102	C 101	E 57			
NITROGÊNIO	1,0	0,205	0,194	0,204	0,196	0,206	0,201	3,35*	C 0,006
	0,5	0,198	0,196	0,195	0,185	0,205	0,196	4,84**	N 0,005
	0,2	0,195	0,200	0,193	0,190	0,206	0,197	3,92**	CdN 0,013
	0,1	0,197	0,195	0,197	0,183	0,160	0,186	25,92**	NdC 0,012
	MÉDIA	0,199	0,196	0,197	0,188	0,194	0,195	6,47**	
CV = 2,81%									
F	1,84n.s.	0,79n.s.	2,28n.s.	3,15*	52,90**	18,87**	10,52** <sup>b/</sup>		
FÓSFORO	1,0	0,058	0,057	0,054	0,051	0,106	0,065	99,63**	C 0,005
	0,5	0,055	0,057	0,051	0,048	0,103	0,062	96,95**	N 0,004
	0,2	0,053	0,050	0,058	0,047	0,095	0,061	72,85**	CdN 0,009
	0,1	0,043	0,039	0,040	0,040	0,080	0,048	57,40**	NdC 0,009
	MÉDIA	0,052	0,050	0,051	0,046	0,096	0,059	319,49**	
CV = 6,76%									
F	8,48**	12,75**	10,05**	4,02*	26,36**	52,32**	2,45** <sup>b/</sup>		
POTÁSSIO	1,0	0,117	0,114	0,117	0,121	0,270	0,148	265,76**	C 0,008
	0,5	0,099	0,113	0,109	0,109	0,242	0,135	206,68**	N 0,009
	0,2	0,083	0,118	0,115	0,108	0,225	0,130	172,86**	CdN 0,017
	0,1	0,089	0,101	0,082	0,101	0,187	0,112	102,39**	NdC 0,016
	MÉDIA	0,097	0,111	0,106	0,110	0,231	0,131	716,94**	
CV = 5,54%									
F	12,66**	3,20*	14,41**	3,79*	6,93**	62,33**	10,25** <sup>b/</sup>		

<sup>a/</sup> C = Cultivares

N = Níveis

d = dentro

<sup>b/</sup> F da interação C x N

TABELA 21 - Sorgo granífero: Teores de Nitrogênio, Fósforo e Potássio, na solução nutritiva, respectivamente, nas folhas, por ocasião do emborrachamento (%), por nível de nutriente e por cultivar de sorgo

NUTRIENTE	NÍVEIS NA SOLUÇÃO	C U L T I V A R E S					MÉDIAS
		P 8417	TE Y 101	C 102	C 101	E 57	
NITROGÊNIO	1,0	4,20	3,76	4,16	3,80	4,24	4,03
	0,5	3,92	3,84	3,80	3,42	4,20	3,84
	0,2	3,80	4,00	3,72	3,61	4,24	3,89
	0,1	3,88	3,80	3,88	3,35	2,56	3,49
	MÉDIA	3,95	3,85	3,89	3,55	3,81	
FÓSFORO	1,0	0,34	0,32	0,29	0,26	1,12	0,47
	0,5	0,30	0,32	0,26	0,23	1,06	0,43
	0,2	0,28	0,25	0,34	0,22	0,90	0,40
	0,1	0,18	0,15	0,16	0,16	0,64	0,26
	MÉDIA	0,28	0,26	0,26	0,22	0,93	
POTÁSSIO	1,0	1,37	1,30	1,37	1,46	7,29	2,30
	0,5	0,98	1,28	1,19	1,19	5,86	2,10
	0,2	0,69	1,39	1,32	1,17	5,06	2,18
	0,1	0,79	1,02	0,67	1,02	3,50	1,28
	MÉDIA	0,96	1,25	0,99	1,21	5,43	



TABELA 22 - Sorgo granífero: Regressões lineares ou quadráticas entre Teores de Nitrogênio, Fósforo e Potássio, e níveis de nitrogênio, fósforo e potássio na solução nutritiva, respectivamente, por cultivar, para o conjunto de cultivares e por nutriente

NUTRIENTE	C U L T I V A R E S					CONJUNTO DOS CULTIVARES
	P 8417	TE Y 101	C 102	C 101	E 57	
N	-	-	3,727+0,387x R <sup>2</sup> = 0,39*	3,365+0,421x R <sup>2</sup> = 0,39*	2,424+6,421x-4,629x <sup>2</sup> R <sup>2</sup> = 0,58*	
P	0,218+0,132x R <sup>2</sup> = 0,42*	0,115+0,617x-0,407x <sup>2</sup> R <sup>2</sup> = 0,81**	-	0,179+0,090x R <sup>2</sup> = 0,40*	0,723+0,459x R <sup>2</sup> = 0,68*	0,053+0,014x R <sup>2</sup> = 0,56*
K	0,634+0,720x R <sup>2</sup> = 0,92**	-	-	1,015+0,453x R <sup>2</sup> = 0,46*	3,767+3,713x R <sup>2</sup> = 0,81**	0,116+0,034x R <sup>2</sup> = 0,83**

TABELA 23 - Sorgo granífero: Correlações entre produção de Matéria seca de algumas partes da planta e teores de N, P ou K nas folhas, colhidas no emborrachamento

TEORES DE	PARTE DA PLANTA	C U L T I V A R E S				CONJUNTO DOS CULTIVARES	
		P 8417	TE Y 101	C 102	C 101		E 57
N	GRÃOS	-	-	-	-	15,502+4,176x R = 0,78*	-
	M.S. VEG.	-	-	-	-	11,169+9,550x R = 0,85*	-
	M.S.TOTAL	-	-	-	-	26,670+13,721x R = 0,88**	-
P	GRÃOS	-	-	-	-	-	18,153+9,927x R = 0,47*
	M.S. VEG.	-	51,966-62,717x R = 0,65*	-	-	-	24,933+27,255x R = 0,71*
	M.S.TOTAL	-	80,673-85,341 R = 0,71*	-	-	-	4,173+36,899x R = 0,69*
K	GRÃOS	9,656+12,816x R = 0,62*	-	14,303+10,181x R = 0,60*	-	-	18,195+18,44x R = 0,49*
	M.S. VEG.	-	-	-	-	-	27,012+3,770x R = 0,68*
	M.S.TOTAL	-	-	-	-	-	45,207+5,614x R = 0,69*

#### 5.1.4 - EFICIÊNCIA NUTRICIONAL

As eficiências nutricionais do sorgo granífero para nitrogênio, fósforo e potássio encontram-se na TABELA 24, por cultivar e por nível de nutriente na solução nutritiva, bem como os coeficientes de variação, os valores de F e as diferenças mínimas significativas encontradas na análise de variância.

Na TABELA 25 encontram-se as regressões lineares ou quadráticas entre níveis de N, P ou K na solução nutritiva e eficiências nutricionais do sorgo. E na TABELA 26 acham-se as correlações entre as eficiências nutricionais para N, P ou K entre si e com as produções de grãos do sorgo nos níveis 1,0 e 0,1 de N, P ou K nas soluções nutritivas.

Pode-se notar pela TABELA 24 que quando foi diminuída a disponibilidade de N na solução nutritiva, as cultivares P 8417 e E 57 mostraram eficiências nutricionais para nitrogênio maiores, o que ficou confirmado pelas equações das regressões quadráticas semelhantes que apresentaram (TABELA 25). A análise das regressões, e da relação entre os dados utilizada para o cálculo das eficiências nutricionais revela que as quantidades de nutriente absorvido diminuíram mais do que a produção de grãos até certo ponto, a partir de onde a diminuição da produção foi mais pronunciada.

Apesar das eficiências nutricionais para nitrogênio da cultivar TE Y 101 não apresentarem diferença estatística (TABELA 24), as mesmas apresentaram regressão linear e positiva com os níveis de N na solução (TABELA 25), mostrando que para esta cultivar a absorção de nutrientes diminuiu menos do que a produção de grãos, com a diminuição dos teores de N da solução.

TABELA 24 - Sorgo granífero: Eficiência nutricional para N, P e K, em função, respectivamente, dos níveis de N, P e K na solução nutritiva, por cultivar e por nível de nutriente

NUTRIENTE	NÍVEL NA SOLUÇÃO	C U L T I V A R E S					MÉDIAS	F	TUKEY 5% <sup>a/</sup>
		P 8417	TE Y 101	C 102	C 101	E 57			
NITROGÊNIO	1,0	0,179	0,174	0,141	0,196	0,164	0,171	1,08n.s.	C 0,040
	0,5	0,144	0,158	0,196	0,209	0,163	0,174	1,92n.s.	N 0,033
	0,2	0,160	0,160	0,193	0,172	0,197	0,176	0,80n.s.	CdN 0,079
	0,1	0,465	0,124	0,121	0,170	0,309	0,238	56,99**	NdC 0,074
	MÉDIA	0,237	0,154	0,163	0,187	0,208	0,190	11,93**	
	F	60,37**	1,20n.s.	3,70*	0,91n.s.	12,24**	13,28	16,28** <sup>b/</sup>	
FOSFÓRO	1,0	1,167	1,103	0,956	1,401	0,451	1,016	1,90n.s.	C 0,519
	0,5	1,738	1,190	1,222	1,354	0,580	1,217	2,64*	N 0,436
	0,2	1,260	0,823	1,630	2,260	0,900	1,455	8,42**	CdN 1,014
	0,1	2,341	2,151	3,216	3,164	3,715	2,917	6,45**	NdC 0,475
	MÉDIA	1,476	1,317	1,756	2,145	1,411	1,451	6,42*	
	F	4,38*	5,05*	15,49**	12,52**	36,20**	56,36**	4,33** <sup>b/</sup>	
POTÁSSIO	1,0	0,711	0,566	0,358	0,486	0,364	0,495	4,09*	C 0,147
	0,5	0,751	0,465	0,551	0,526	0,377	0,534	3,63*	N 0,123
	0,2	0,687	0,606	0,647	0,446	0,440	0,565	2,50n.s.	CdN 0,294
	0,1	0,785	0,751	0,594	0,826	1,120	0,815	6,93**	NdC 0,776
	MÉDIA	0,733	0,595	0,537	0,571	0,575	0,602	43,78**	
	F	0,35n.s.	2,69n.s.	3,01*	5,68*	25,09**	19,79**	4,29** <sup>b/</sup>	

a/ C = Cultivares

N = Níveis

d = dentro

b/ F da interação C x N

TABELA 25 - Sorgo granífero: Regressões lineares ou quadráticas entre eficiências nutricionais para N, P e K, e níveis de N, P e K na solução nutritiva, por cultivar e pelo conjunto de cultivares

NUTRIENTE	C U L T I V A R E S				CONJUNTO DOS CULTIVARES	
	P 8417	TE Y 101	C 102	C 101		E 57
N	$0,506-1,323x+1,004x^2$ $R^2 = 0,58^*$	$0,135+0,042x$ $R^2 = 0,43^*$	$0,105+0,374x-0,340x^2$ $R^2 = 0,56^*$	$0,149+0,182x-0,134x^2$ $R^2 = 0,50^*$	$0,337-0,588x+0,418x^2$ $R^2 = 0,66^*$	-
P	-	-	$3,542-7,665x+5,117x^2$ $R^2 = 0,75^{**}$	$3,319-7,638x+5,116x^2$ $R^2 = 0,82^{**}$	$4,126-12,352x+8,752x^2$ $R^2 = 0,61^*$	$0,315-0,654x+0,444x^2$ $R^2 = 0,45^*$
K	-	$0,853-1,298x+1,004x^2$ $R^2 = 0,92^{**}$	$0,671-0,297x$ $R^2 = 0,40^*$	-	$1,214-2,944x+2,118x^2$ $R^2 = 0,62$	$0,849-0,017x+0,723x^2$ $R^2 = 0,29^*$

TABELA 26 - Sorgo granífero: Correlações entre eficiências nutricionais para Nitrogênio, Fósforo e Potássio (ENN, ENP e ENK), e produção de grãos dos cultivares, nos níveis 1,0 e 0,1 de N, P e K, respectivamente

NÍVEL	EFICIÊNCIAS	E N P	E N K	M.S. GRÃOS
1,0	E N N	0,207 + 4,741x R = 0,41n.s.	-0,064 + 3,274x R = 0,64**	-0,251 + 146,453x R = 0,68**
	E N P		0,263 + 0,229x R = 0,51n.s.	n.s.
	E N K			n.s.
0,1	E N N	n.s.	n.s.	n.s.
	E N P		0,546 + 0,096x R = 0,50n.s.	n.s.
	E N K			-0,347 + 25,935 R = 0,82**

As cultivares C 101 e C 102 apresentaram tendências semelhantes ao TE Y 101 (TABELA 24), mas as regressões apresentadas pelas cultivares C 101 e C 102 foram quadráticas (TABELA 25). Os resultados obtidos para as cultivares TE Y 101, C 101 e C 102 não concordam com aqueles obtidos por AMARAL (1975), que encontrou eficiências nutricionais maiores com os níveis mais baixos de nutrientes.

As cultivares dentro dos níveis, apresentaram eficiências nutricionais para nitrogênio (ENN) estatisticamente semelhantes, com exceção do nível 0,1, onde as eficiências decresceram na seguinte ordem: P 8417, E 57, C 101, TE Y 101 e C 102. De maneira geral, tanto no nível 1,0 como no nível 0,1, as cultivares que apresentaram maiores eficiências para nitrogênio (ENN) foram as que apresentaram maiores produções de grãos (TABELA 4), o que fica confirmado, para o nível 1,0, pela correlação positiva encontrada entre ENN e matéria seca de grãos (TABELA 26). No nível 0,1 de N na solução nutritiva, não foram encontradas correlações, demonstrando que o desbalanço nutricional deve ter interferido no processo, o que concorda com as afirmações de AMARAL (1975).

Com relação à eficiência nutricional para o fósforo (ENP), as cultivares P 8417 e TE Y 101 apresentaram tendências semelhantes entre si (TABELA 24), e diferentes das cultivares C 102, C 101 e E 57, que apresentaram regressões quadráticas (TABELA 25) entre níveis de P e eficiências nutricionais para fósforo (ENP), à semelhança do que ocorreu com a ENN para as cultivares C 102 e TE Y 101, discutidas anteriormente.

No nível 1,0 de P as ENP para as diferentes cultivares foram estatisticamente semelhantes (TABELA 24), entretanto, com exceção da E 57, os valores observados correspondem aproximadamente aos resultados obtidos para a produ -

ção de grãos (TABELA 6), apesar de não ter havido correlação significativa entre ENP e produção de grãos para as cultivares de sorgo granífero.

No nível 0,1 de P as tendências observadas para as diferentes cultivares para ENP (TABELA 24) e produção de grãos (TABELA 6), de maneira geral são concordantes, com exceção da cultivar C 102, apesar de não se ter conseguido correlação significativa entre ENP e produção de grãos do sorgo granífero (TABELA 26).

Com relação à eficiência nutricional para potássio (ENK), a tendência geral foi aumentar a ENK com menores disponibilidades de potássio na solução nutritiva (TABELA 24), o que em parte é confirmado pelo estudo das regressões (TABELA 25).

No nível 1,0 de K, os resultados obtidos para ENK (TABELA 24) não concordam plenamente com aqueles obtidos para produção de grãos (TABELA 8), o que fica comprovado pela não significância das correlações entre ENK e produção de grãos das cultivares (TABELA 26), mas a cultivar que apresentou uma das menores eficiências (C 102) foi também a menos produtiva, e a cultivar C 101 que apresentou uma das maiores produções (TABELA 8), também apresentou uma das maiores eficiências (TABELA 24).

Já no nível 0,1 de K, os resultados obtidos para ENK (TABELA 24) concordam com aqueles obtidos para produção de grãos (TABELA 8), e foi encontrada correlação positiva altamente significativa entre os dois parâmetros (TABELA 26). Neste caso o tratamento mais deficiente foi o mais efetivo para selecionar a cultivar mais produtiva, discordando de AMARAL (1975), que encontrou maiores correlações entre estes dois parâmetros nos níveis completos de solução nutriti-



va, trabalhando com feijão e com tratamentos diferentes do presente caso.

Foram encontradas correlações entre ENN e ENK, mas estas não se correlacionaram significativamente com ENP (TABELA 26), embora os valores de R encontrados se aproximem da significância estatística. KLEESE et alii (1968) trabalhando com trigo, cevada e soja, e AMARAL (1975) trabalhando com feijão encontraram correlações altamente significativas entre estes parâmetros.

Apesar de ter sido demonstrado a validade do conceito de eficiência nutricional para plantas como o tomateiro (SULLIVAN et alii, 1974) e feijoeiro (AMARAL, 1975). Para o sorgo, os resultados obtidos, embora promissores, não foram tão conclusivos como aqueles obtidos para tomate e feijão, demonstrando a necessidade de novos estudos sobre o assunto, incluindo a maneira de se calcular a eficiência. Há que se ressaltar que além das espécies, a metodologia utilizada no presente caso foi diferente daquelas utilizadas por aqueles autores.

## 5.2 - ENSAIO COM MILHO

Em virtude da perda das amostras de grãos de milho, não foram possíveis os cálculos das exigências minerais e exportação de nutrientes.

### 5.2.1 - PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA

Os resultados obtidos para produção de matéria seca do milho, por cultivar e por nível de solução nutritiva, bem como os coeficientes de variação, valores de F e diferenças mínimas significativas encontradas na análise de variância, encontram-se na TABELA 27.

Na TABELA 28 encontram-se as produções do milho, no nível 1,0 (completo) de solução nutritiva, em kg/ha, considerando-se uma população de 50000 plantas por hectare.

Pela TABELA 27 pode-se notar que as cultivares de milho reagiram de maneira diferente ao "stress" com relação à produção de matéria seca de raízes, pois as cultivares AG 504, Piranão e Flint Composto produziram menos raízes quando era diminuída a disponibilidade de nutrientes, ao passo - que as cultivares Centralmex, HMD 7974 e AG 152 não sofreram este tipo de influência.

Com relação à matéria seca da parte aérea vegetativa, apenas as cultivares HMD 7974 e AG 152 não apresentaram diminuição no nível mais baixo de solução nutritiva.

A ordem decrescente de produção de matéria seca de raízes (TABELA 27) foi aproximadamente a mesma nos níveis 1,0 e 0,2 de solução nutritiva, demonstrando que as cultivares que mostraram raízes mais desenvolvidas em condições próximas das ideais, também o fizeram em condição de "stress". Já com relação à produção da parte aérea vegetativa, o mesmo não aconteceu.

Com relação à produção de grãos, os níveis de solução nutritiva tiveram efeito na produção de matéria seca de grãos das cultivares de milho (TABELA 27), que por sua vez

TABELA 27 - Milho: Matéria Seca produzida, por nível de solução nutritiva, por cultivar e por parte da planta (g/planta)

PARTE DA PLANTA	TRATAMENTOS	CULTIVARES						MÉDIAS	F	TUKEZ 5% <sup>a/</sup>
		AG 504	Piranão	Flint Composto	Centralmex	HMD 7974	AG 152			
RAIZ	1,0	11,43	26,50	21,77	13,73	17,47	10,57	15,91		C 3,05
	0,2	8,13	19,60	10,80	13,73	15,03	10,33	12,94		N 1,18 CdN 4,31 NdC 2,88
	MÉDIA	9,78	23,05	16,28	13,73	16,25	10,45	14,92	48,22**	
CV = 11,46%	F							48,56**	9,24** <sup>b/</sup>	
PARTE AÉREA VEGETATIVA	1,0	168,30	153,07	117,03	129,43	97,53	134,50	133,31		C 27,66
	0,2	85,47	94,90	68,77	92,57	85,90	122,13	91,79		N 6,81 CdN 24,97 NdC 25,68
	MÉDIA	126,88	123,98	92,90	111,00	92,22	128,32	112,55	16,99**	
CV = 8,79%	F							158,38**	11,80** <sup>b/</sup>	
GRÃOS	1,0	10,77	51,23	39,33	14,73	26,47	10,33	25,48		C 13,71
	0,2	0,00	7,77	3,60	2,37	22,93	4,00	6,78		N 5,14 CdN 33,54 NdC 22,41
	MÉDIA	5,38	29,50	21,47	8,55	24,70	7,17	16,13	3,63*	
CV = 82,43%	F							17,81**	2,34n.s. <sup>b/</sup>	
ESPIGA	1,0	24,53	111,40	83,37	44,57	51,07	40,90	59,30		C 36,89
	0,2	8,40	45,03	27,97	20,50	43,67	34,53	30,02		N 14,25 CdN 51,89 NdC 34,69
	MÉDIA	16,47	78,22	55,67	32,53	47,37	37,72	44,66	6,37**	
CV = 46,05%	F							18,25**	2,31n.s. <sup>b/</sup>	
TOTAL	1,0	204,27	290,97	222,17	195,50	160,07	185,97	210,82		C 43,51
	0,2	102,00	158,20	107,53	126,80	145,63	167,00	134,53		N 16,79 CdN 61,54 NdC 41,12
	MÉDIA	153,13	224,58	164,85	161,15	155,85	176,48	172,67	7,20**	
CV = 14,12%	F							88,06**	5,95** <sup>b/</sup>	

apresentaram a seguinte ordem decrescente de produção: Piranão, HMD 7974, Flint Composto, Centralmex, AG 152 e Ag 504 (TABELA 27). A produção de matéria seca de espigas (TABELA 27) seguiu os mesmos padrões. Quando se considerou a produção de 1 ha, com 50000 plantas de milho do nível 1,0 de solução nutritiva, as produções variaram de 2562 kg/ha (Piranão) a 517 kg/ha (AG 152) (TABELA 28).

TABELA 28 - Milho: produção, em kg/ha, considerando uma população de 50000 plantas/ha, no nível 1,0 de solução nutritiva

CULTIVARES	PRODUÇÃO - kg/ha
Piranão	2562
Flint Composto	1967
HMD 7974	1326
Centralmex	737
AG 504	539
AG 152	517

A maior produção de matéria seca total (TABELA 27) nem sempre foi acompanhada de maiores produções de grãos, mostrando que nem sempre uma cultivar que consegue crescer mais, produz mais nas mesmas condições de fertilidade do solo.

Pelos resultados obtidos ficou aparente que as cultivares de milho apresentaram diferentes potenciais de produção, e as mais produtivas em condições de fertilidade próxima da ideal, também o foram em condição de fornecimento limitado de nutrientes.

### 5.2.2 - EFICIÊNCIA NUTRICIONAL

Encontram-se na TABELA 29 as eficiências nutricionais apresentadas pelo milho em função dos níveis de solução nutritiva, bem como os coeficientes de variação, valores de F e diferenças mínimas significativas obtidas na análise de variância.

Na TABELA 30 encontram-se os valores obtidos no estudo das correlações entre ENN, ENP, ENK e matéria seca de grãos do milho, nos níveis 1,0 e 0,2 de solução nutritiva

Quando foi diminuída a disponibilidade de nutrientes, a ENN das cultivares Piranão, Centralmex e HMD 7974 não apresentaram diferenças significativas, enquanto que as outras cultivares apresentam aumentos das ENN. Estes últimos resultados concordam com aqueles obtidos por AMARAL (1975) que encontrou comportamentos semelhantes para variedades de feijão.

No nível 1,0 de solução nutritiva os cultivares apresentaram ENN diferentes (TABELA 29), na seguinte ordem decrescente: Flint Composto, Piranão, HMD 7974, Centralmex, AG 504 e AG 152, que de maneira geral concorda com a ordem decrescente de produção de grãos, o que fica confirmado pela correlação linear positiva e altamente significativa encontrada entre ENN e produção de grãos no nível 1,0 de solução nutritiva (TABELA 20). Já no nível 0,2, as ENN foram semelhantes para todos os cultivares (TABELA 29), o que levaria a pensar que em condição de fornecimento limitado de nutrientes, as cultivares teriam reações semelhantes. Não foi encontrada correlação entre ENN e produção de grãos no nível 0,2 de solução nutritiva. Estes resultados concordam com AMARAL (1975) quando diz que o estudo das eficiências é mais

TABELA 29 - Milho: Eficiência Nutricional para N, P e K, por cultivar e por nível de solução nutritiva

ELEMENTO	TRATAMENTOS	C U L T I V A R E S					MÉDIAS	F	TUKEY 5% <sup>a/</sup>
		AG 504	Piranoão	Flint Composto	Centralmex	HMD 7974			
NITROGÊNIO	1,0	0,436	0,624	0,764	0,526	0,580	0,411	0,567	** C 0,111 N 0,043
	0,2	0,699	0,609	0,646	0,572	0,646	0,555	0,621	n.s. CdN 0,157 Ndc 0,105
	MÉDIA	0,567	0,616	0,705	0,549	0,613	0,483	0,589	8,69**
CV = 10,57%									
FÓSFORO	1,0	2,057	4,271	4,136	1,606	1,701	2,101	2,645	** C 0,723 N 0,279
	0,2	2,620	3,516	2,772	1,483	5,046	3,497	3,156	** CdN 1,022 Ndc 0,683
	MÉDIA	2,339	3,893	3,454	1,545	3,373	2,799	2,901	26,92**
CV = 13,96%									
POTÁSSIO	1,0	0,498	0,427	0,382	0,268	5,229	0,422	1,204	** C 0,506 N 0,195
	0,2	0,705	0,401	0,369	0,487	8,223	0,732	1,820	** CdN 0,715 Ndc 0,478
	MÉDIA	0,602	0,414	0,375	0,377	6,727	0,577	0,151	488,05**
CV = 18,74%									
F	n.s.	**	**	n.s.	**	*	n.s.	42,44**	25,71** <sup>b/</sup>

a/ C = Cultivares

N = Níveis

d = dentro

b/ F da interação C x N

TABELA 30 - Milho: Correlações entre eficiências nutricionais para nitrogênio, fósforo e potássio (ENN, ENP e ENK) e produção de grãos, nos níveis 1,0 e 0,2 de solução nutritiva

NÍVEL	EFICIÊNCIAS	EN P	EN K	M.S. GRAOS
1,0	ENN	- 0,863+6,283x R = 0,71**	n.s.	- 0,383+113,522x R = 0,72**
	ENP		n.s.	- 7,891+12,397x R = 0,70**
	ENK			n.s.
0,2	ENN	n.s.	n.s.	
	ENP		- 4,034+1,856x R = 0,75**	- 15,708+7,128x R = 0,77**
	ENK			2,063+2,591x R = 0,69**

efetivo quando feito em condições de fornecimento adequado de nutrientes.

No nível 0,2 de solução as cultivares AG 504, HMD 7974 e AG 152 apresentaram ENP maior do que no nível 1,0 de solução (TABELA 29), o que não aconteceu com as cultivares Piranão, Flint Composto e Centralmex. As cultivares Piranão e Flint Composto apresentaram as maiores ENP no nível 1,0, e as demais cultivares apresentaram ENP semelhantes entre si. No nível 0,2 a cultivar HMD 7974 apresentou a maior ENP e a Centralmex a menor, estando as demais em posição intermediária. Foram encontradas correlações altamente significativas e positivas entre ENP e produção de grãos das cultivares, tanto no nível 1,0 como no nível 0,2 de solução nutritiva (TABELA 30).

Com relação a ENK, apenas a cultivar HMD 7974 apresentou influência dos níveis de solução, com ENK maior no nível mais baixo de solução nutritiva (TABELA 29). Também a HMD 7974 apresentou ENK muito maior que as outras cultivares (semelhantes entre si), tanto no nível 1,0 como no nível 0,2 de solução, mostrando assim alta capacidade de adaptação a condições de baixa fertilidade em potássio. Foi encontrada correlação significativa entre produção de grãos e ENK apenas no nível 0,2 de solução nutritiva (TABELA 30).

Foram encontradas correlações positivas e significativas apenas entre ENP e ENN no nível 1,0, e entre ENP e ENK no nível 0,2 de solução, discordando de KLEESE et alii (1968) e AMARAL (1975), com culturas diferentes.

Para o milho, o conceito de eficiência nutricional mostrou ser um meio com amplas possibilidades para se estudar a capacidade da planta em responder à adubação e se adaptar a condições de baixa fertilidade, a exemplo do que



foi demonstrado para outras culturas (SULLIVAN et alii, 1974 e AMARAL, 1975).

### 5.3 - SORGO X MILHO

As eficiências nutricionais do sorgo calculadas utilizando nutrientes contidos na parte vegetativa da planta para comparação com o milho, correlacionaram-se a nível de 1% de probabilidade com aquelas calculadas utilizando-se nutrientes contidos na planta toda como denominador.

Na TABELA 31 encontram-se as produções de grãos estimadas do sorgo e do milho, em kg/ha, com populações estimada em 150000 plantas para o sorgo e 50000 para o milho.

Pela TABELA 31 pode-se notar que houve alguma correspondência entre ENN, ENP e ENK entre si, e com a produção de grãos, tanto para o sorgo como para o milho, conforme discutido anteriormente. As cultivares de sorgo, em solução nutritiva, geralmente apresentaram maiores eficiências que as cultivares de milho, correspondentes a maiores produções das cultivares de sorgo, o que fica confirmado pelas médias obtidas embora não se tenha efetuado análise da variância destes resultados.

Estes resultados concordam plenamente com a hipótese levantada por MALAVOLTA (1973), segundo a qual o sorgo tem maior capacidade de aproveitamento de nutrientes para produção, e em parte com os resultados obtidos por PERRY e OLSON (1975), que encontraram maiores produções de sorgo em relação ao milho apenas em parcelas que não receberam adubação.

TABELA 31 - Eficiências nutricionais para nitrogênio, fósforo e potássio, produção de grãos em kg/ha do sorgo e do milho, por cultivar, considerando o tratamento completo a/

ESPÉCIES	CULTIVARES	ENN	ENP	ENK	PRODUÇÃO DE GRÃOS
SORGO	E 57	0,742	1,560	1,029	4704
	C 101	0,809	7,436	1,158	4020
	P 8417	0,815	6,465	1,688	3863
	TE Y 101	0,676	7,190	1,527	3785
	C 102	0,701	6,366	1,138	2210
	MÉDIA	0,749	5,803	1,308	3716
MILHO	Piranão	0,624	4,271	0,427	2562
	Flint Com posto	0,764	4,136	0,382	1967
	HMD 7974	0,580	1,701	5,229	1326
	Centralmex	0,526	1,606	0,268	737
	AG 504	0,436	2,057	0,498	539
	AG 152	0,411	2,101	0,422	517
	MÉDIA	0,567	2,645	1,204	1275

a/ população estimada para 1 ha de sorgo: 15000 plantas  
população estimada para 1 ha de milho: 50000 plantas

## 6 - CONCLUSÕES

Nas condições experimentais utilizadas, através da análise e interpretação dos resultados obtidos, foi possível chegar-se às seguintes conclusões:

- 6.1 - Os níveis de N utilizados, de maneira geral, influenciaram na produção de matéria seca das diversas partes da planta de sorgo, enquanto que os níveis de fósforo e potássio apenas tiveram efeito na produção de matéria seca de grãos.
- 6.2 - As cultivares de sorgo apresentaram respostas diferenciais de produção de matéria seca em função dos níveis de N na solução nutritiva, mas não foram evidenciadas respostas diferenciais aos níveis de P e K.

- 6.3 - As quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio absorvidas pela planta de sorgo sofreram influência dos níveis de nitrogênio na solução nutritiva, enquanto as plantas que absorveram mais N, P ou K, nem sempre apresentaram maiores quantidades destes elementos nos grãos.
- 6.4 - Os níveis de fósforo na solução nutritiva tiveram efeito nas quantidades de nitrogênio e fósforo contidos na planta e nos grãos de sorgo granífero, não acontecendo o mesmo em relação à absorção de potássio pela planta. Ainda os níveis de P tiveram efeito na quantidade de potássio contido nos grãos de sorgo.
- 6.5 - Os níveis de potássio na solução nutritiva tiveram efeito sobre as quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio absorvidas pelo sorgo, entretanto apenas as quantidades de nitrogênio contido nos grãos sofreram influência dos níveis de K na solução nutritiva.
- 6.6 - As cultivares de sorgo apresentaram diferentes capacidades de absorção e utilização de nutrientes do meio, com reflexos na produção de grãos, sendo que a E 57 sempre produziu mais que as demais e não apresentou diferenças de produção de grãos, mesmo nos níveis mais baixos de nutrientes na solução nutritiva.
- 6.7 - As exigências de nutrientes pelo sorgo, consideradas 150000 plantas/ha, variaram de 141,8 kg (C 102) a 260,1 kg (E 57) para o nitrogênio; de 20,9 kg (C 102) e 95,9 kg (E 57) para o fósforo

e de 49,5 kg (P 8417) a 118,5 kg (E 57) para o potássio. Por outro lado, a mesma população por hectare exportou de 55,4 kg (C 102) a 105,6 kg (E 57) de nitrogênio; de 11,3 kg (C 102) a 21,0 kg (E 57) de fósforo e de 2,6 kg (C 102) a 7,7 kg (P 8417) de potássio.

6.8 - Para uma produção de 1000 kg de grãos para todas as cultivares, os nutrientes absorvidos foram, em média, 54 kg de N, 10,5 kg de P e 19,9 kg de K, e foram translocados para os grãos 43% do N, 53% do P e 8% do K.

6.9 - O método utilizado para a diagnose foliar mostrou-se eficiente apenas para avaliar o estado nutricional da planta de sorgo em fósforo e potássio.

6.10 - As eficiências nutricionais para nitrogênio e fósforo no nível completo de solução nutritiva foram semelhantes entre as cultivares de sorgo, com valores médios de 0,171 e 1,016, respectivamente. A cultivar P 8417 apresentou a maior eficiência nutricional para potássio (0,711) e a cultivar E 57 a menor (0,364), estando as demais em posição intermediária.

6.11 - As eficiências nutricionais para nitrogênio apresentaram correlação com as produções de grãos, enquanto que para as eficiências nutricionais para fósforo e potássio do sorgo foram encontradas apenas algumas correspondências com as produções, sendo portanto necessários mais estudos sobre a

aplicabilidade do conceito de eficiência nutricional ao sorgo granífero.

- 6.12 - Os níveis de nutrientes na solução nutritiva afetaram as produções totais e das partes das plantas de milho, de maneira diferente entre as cultivares, que sempre produziram menos grãos no nível 0,2 que no nível completo de solução nutritiva.
- 6.13 - As eficiências nutricionais do milho no nível completo variaram de 0,411 (AG 152) a 0,764 (Flint Composto); 1,606 (Centralmex) a 4,271 (Piranão) e de 0,268 (Centralmex) a 5,229 (HMD 7974), respectivamente para nitrogênio, fósforo e potássio.
- 6.14 - No nível completo de solução nutritiva, existiram correlações significativas entre produção de grãos de milho e eficiências nutricionais para nitrogênio e fósforo, e algumas correspondências - entre eficiência nutricional para potássio e produção de grãos de milho.
- 6.15 - As cultivares de sorgo granífero apresentaram - maiores produções de grãos e maiores eficiências nutricionais para nitrogênio, fósforo e potássio do que as cultivares de milho.

## 7 - S U M M A R Y

This work, conducted at the Center for Nuclear Energy in Agriculture (CENA) of the Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" of the University of São Paulo, Piracicaba, São Paulo, Brazil, had the following aims:

- a - To present a contribution to the knowledge of N, P and K requirements of 5 grain sorghum cultivars and 6 corn cultivars.
- b - To ascertain the effects of N, P and K deficiencies in dry matter production, and N, P and K absorption by 5 cultivars of grain sorghum.
- c - To verify the nutrient absorption capacity of 5 cultivars of grain sorghum and 6 cultivars of corn in full strength

solution and relative stress.

- d - To calculate the nutritional efficiency of 5 cultivars - grain sorghum and 6 cultivars corn.

Sorghum was grown in greenhouse in presence either of full strength solution, or N, P or K diluted to 0,5, 0,2 and 0,1 of normal concentration.

Corn was grown in greenhouse in presence either of full strength solution or diluted five fold solution.

In the end of the cycle (110 days for sorghum and 120 days for corn) the plants were harvested, separated in parts and dried; dry weight was obtained and the samples were then analysed for total N, P and K.

The nutritional efficiency of sorghum was calculated by the following formula:

$$E = \text{grains yield/nutrient absorbed/plant cycle}$$

and the corn nutritional efficiency, the grain samples having been lost and total absorption of N, P and K calculation turned impossible, was calculated by the following formula:

$$E = \text{grains yield/nutrient contained in vegetative part of the plant/plant cycle}$$

In order to be compared with corn, sorghum efficiency was calculated in the same way.

The results obtained allowed for the following conclusions:



- a - Nitrogen, phosphorus and potassium levels caused differences in grain yields of sorghum, and the same happened with N, P and K absorption and N, P and K contained in the grains, with some exceptions.
- b - Grain sorghum cultivars presented different N absorption patterns and different N, P and K absorption capacity, and the production potentiality was different too. The average requirement to produce 1000 kg of grains was 54 kg of N, 10,5 kg of P and 19,9 kg of K, and the grain of sorghum contained 43%, 53% and 8% of N, P and K total contained in the plant, respectively.
- c - Grain sorghum nutritional efficiency were, in full strength solution, in average 0,171, 1,016 and 0,495 for N, P and K, respectively, further studies are necessary, however, to establish conclusively the concept of nutritional efficiency for grain sorghum.
- d - The average nutritional efficiency of corn were for N, P and K respectively: 0,567, 2,645 and 1,204, with significant correlations with production for N and P nutritional efficiency.
- e - Grain sorghum yielded more than corn, and the nutritional efficiency was higher for sorghum than for corn.

## 8 - L I T E R A T U R A C I T A D A

ABED, F.M.A.H.; HASSAN, F.M.H., 1974. Comparative study of the root cation exchange capacity of different plants using acid-washing technique. Ann. Agri. Sci., Moshtohos 2:183-191. High Inst. of Agri., Moshtohos, Egypt.

AMARAL, F. de A.L. do, 1975. Eficiência de utilização de nitrogênio, Fósforo e Potássio de 104 variedades de Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). (Tese Doutorado). ESALQ USP. Piracicaba, 111 p.

ANDRADE, A.G., 1975. Acumulação diferencial de nutrientes - por 5 cultivares de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ USP. (Dissertação de Mestrado). 91 p.

ARNON, I., 1975. Mineral Nutrition of Mayse. Int. Potash

Inst. (ed.). Bern, Switzerland. 452 p.

- ARRIVETS, J., 1976. Exigences Minerales du Sorgho: Etude D'üne variete Voltaique a Grande Tige. Agronomie Tropicale. Paris. XXXI:29-46.
- ASHER, C.T. e A.M. COWIE, 1974. Grain Sorghum - High Yield, satisfactory protein contend, or both? Proc. Agro. Soc. New Zealand. Queensland Univ., St Lucia, Australia, 4: 79-82.
- AVAKIAN, N.O.; S.H.K.H. MIRAKIAN e V.S. SHARIAN, 1974. Effect of microfertilizers on the accumulation of nutrients and quality of potato tubers. Izv. Sel. Skokhos Nauk, 1973, 16:91-94. Apud: Boron in Agriculture, nº 106, 14 p.
- BENNETT, W.F.; J. PESEK e J. HANWAY, 1962. Effect of N on phosphorus absorpction by corn. Agr. J., 54:437-442.
- BENNETT, W.F., 1971. A comparision of the chemical compositions of the corn and the grain sorghum leaf. Soil Sci Plant Analysis, New York, 2(6):399-405.
- BLONDEL, D. e G. POCTHIER, 1970. Results from the foliar analysis of sorghum (*Sorghum vulgare*, var. 51-59). Agron. Trop., Paris, 25:543-554.
- BOGULAWSKI, E. VON; N. ATANASIU e K. SHAA BAN, 1975. Requirement, removal and uptake of nutrients, and Yield of sorghum in a temperate climate. Z. Acker - U. Pfl Barru. 122:251-66.
- BOON-AMPOL, P.; P. MEESWAT; R. PANICHKUL e M. SLIT, 1975. Application of nitrogen for corn and sorghum grown in Chai

- Nat soil during dry season. Thai Journal of Agri. Science, 8(3):131-137. Dep. of Agric. Bangkok, Thailand.
- BOX, J., 1971. Soil management - fertility. Em: Grain Sorghum Research in Texas ... 1970. Consolidated PR-2938-2949. Texas A & M University. p 112-115.
- BRADFORD, R.R. et alii, 1966. Effect of soil treatments on chemical element accumulation of four corn hybrids. Agron. J., 58:614-617.
- BRAWAND, H. e L.R. HOSSNER, 1976. Nutrient content of Sorghum leaves and grain as influenced by long-term crop rotation and fertilizer treatment. Agron. J., 68:277-280.
- BRIEGER, F.G. e A. BLUMENSCHNEIN, 1966. Botânica e origem do milho. Em: POTASSA, I.B. Cultura e Adubação do Milho, São Paulo, p. 81-105.
- BROWN, J.C. e J.E. AMBLER, 1970. Further characterization of iron uptake in two genotypes of corn. Proc. Soil Sci. Soc. Amer., 34(2):249-252.
- BROWN, J.C.; J.E. AMBLER; R.L. CHANEY e C.D. FOY, 1972. Differential responses of plant genotypes to micronutrients. Em: MORTVEDT et alii, ed. Micronutrients in Agriculture. Soil Sci. Soc. of Amer. Inc. Madison.
- CAMPBELL, A.R. e R.C. PICKET, 1968. Effect of nitrogen fertilization on Protein Quality and Quantity and certain other characteristics of 19 strains of Sorghum bicolos(L) Moench. Crop Sci., 8(5):545-547.

- CHAIWANAKUPT, S.; D. THAWORNMAS; R. MEESAWAT e P. BOONAMPOL, 1974. Effect of different rates of fertilizer applied to three corn varieties at various locations of Thailand. Thailand National Corn and Sorghum Program, 1974 Annual Report. Kasetsart University. Department of Agriculture. p. 147-150.
- CLARK, R.B. e J.C. BROWN, 1974. Differential mineral uptake by maize inbreds. Comm. in Soil Sci. and Plant Analysis, 5(3):213-277.
- CUNHA, P.G. da e D.S. da SILVA, 1972. Estudo comparativo do grãos de sorgo de de milho na alimentação de bezerros des manados na primeira seca visando a antecipação da idade do abate. Em: 19 Simpósio Interamericano de Sorgo, Anais Ministério da Agricultura, Brasília, p. 299-302.
- DOGGETT, H., 1970. Sorghum. Longman, Gren & Co Ltda. Great Britain. 403 p.
- DOGGETT, H. et alii, 1975. Sorgo en Africa. Em: WALL, J.S. e W.M. ROSS, organiz. Produccion y usos del sorgo. Argentina, Ed. Hemisferio Sur. p. 161-181.
- EPSTEIN, E., 1962. Mutual effects of ions in their absorpti on by plants. Agrochimica, 6:293-322.
- EPSTEIN, E. e R.L. JEFFERIES, 1964. The genetic basis of se letive ion transport in plants. Ann. Rev. Plant Physiol., 15:169-184.
- EPSTEIN, E., 1975. Nutrição mineral da plantas - Princípios e perspectivas. Trad. e Notas E. MALAVOLTA. Rio de Ja - neiro. Livros Técnicos e Científicos; São Paulo, Ed. da

Universidade de São Paulo. 344 p.

FAO, 1972. Improvement and production of maize, sorghum and millets. Roma, 509 p.

GERLOFF, G.C., 1963. Comparative mineral nutrition of plants. Ann. Rev. Plant Physiol., 14:107-124.

GLOVER, J., 1952a. The nutrition of maize in sand culture. I. The balance of nutrition with particular reference to the level of supply of nitrogen and phosphorus. J. Agric. Sci., 43(2):154-159.

GLOVER, J., 1953b. The nutrition of maize in sand culture. II. The uptake of nitrogen and phosphorus and its relevance to plant analysis. J. Agric. Sci., 43(2):160-165.

GOLDSWORTHY, P.R. e R.G. HEATHCOTE, 1966. Leaf sampling for the determination of the phosphorus status of sorghum. J. Sci. Food Agric., 17:176-180.

GORSLINE, G.W.; J.L. RAGLAND e N.I. THOMAS, 1961. Evidence for inheritance of differential accumulation of calcium, magnesium and potassium by maize. Crop Sci., 1:155-156.

HALIM, A.H.; C.E. WASON e R. ELLIS, Jr., 1968. Zinc deficiency symptoms and zinc and phosphorus interactions in several strains of corn. Agron. J., 60:267-271.

HILL, W.E. e L.G. MORRILL, 1975. Boron, Calcium and Potassium interactions in Spanish Peanuts. Soil Sci. Soc. Proc., 39(1):80-83.

- HIPP, B.W. e G.W. THOMAS, 1968. Method for predicting potassium uptake by grain sorghum. Agron. J., 60:467-469.
- HIPP, B.W. e C.G. GERARD, 1971. Influence of previous crop and nitrogen mineralization on crop response to applied nitrogen. Agron. J., 63:583-586.
- HOAGLAND, D.R. e D.I. ARNON, 1950. The water culture method for growing plants without soil. Calif. Agr. Espt. Sta. Circ. 347.
- HUMBERT, R.P., 1968. The growing of sugar cane. Elsiwier - Publis. Co. Amsterdam, London, New York.
- JACOBSON, L., 1951. Maintenance of iron supply in nutrient solutions by a single addition of ferric potassium ethylenediamine tetra acetate. Plant Physiol., 26:411-413.
- JACQUINOT, L., 1964. Contribution to the study of the mineral nutrition of sorghum congossane (*Sorghum vulgare*, var. Guineense). Agron. Trop., Paris, 19(8-9):669-722.
- JAQUES, G.L.; R.L. VANDERLIP e D.A. WHITNEY, 1975. Growth and nutrient accumulation and distribution in grain sorghum. I. Dry matter production and Ca and Mg uptake and distribution. Agron. J., 67(5):607-611.
- KAFKAFI, V., 1971. Nitrogen, phosphorus and potassium contents in sorghum leaves during the growing season. Israel J. Agric. Res., 17(3):171-172.
- KLEESE, R.A.; D.C. RASMUSSEN e L.H. SMITH, 1968. Genetic and environmental variation in mineral element accumulation in

- Barley, wheat and soybeans. Crop Sci., 8(5):591-594.
- KRUG, C.A., 1966. O milho no mundo. Em: POTASSA, I.B. Cultura e adubação do milho. São Paulo. p. 11-19.
- LANE, H.C. e H.J. WALKER, 1961. Mineral accumulation and distribution in grain sorghum. MP - 533. Texas Agric. - Exp. Sta. 9 p.
- LIRA, M. de A. e M.A. FARIS, 1977. Perspectivas para a introdução da cultura do sorgo no nordeste brasileiro. Programa de sorgo e milheto. Relatório parcial nº 35/76. - Inst. Pesq. Agronômicas, Recife, PE. 10 p.
- LOUË, A., 1963. Estudo comparativo das exigências minerais de algumas variedades de milho híbrido. Fertilité, 20: 22-32.
- LOURENÇO, S.; O.J. CROCOMO; I.R. NOGUEIRA e E. MALAVOLTA, - 1968. Kinetic studies of phosphorus uptake by excised roots of barley in the presence of magnesium. An. Acad. Brasil. Cienc., 40(2):171-179.
- MALAVOLTA, E. e H. GARGANTINI, 1966. Nutrição e Adubação mineral. Em: POTASSA, I.B. (ed.). Cultura e adubação do milho. São Paulo. p. 381-428.
- MALAVOLTA, E., 1973. Nutrição e adubação do milho (Zea mays) e do sorgo (Sorghum vulgare). Apostila mimeo. Piracicaba.
- MALAVOLTA, E.; H.P. HAAG; F.A.F. de MELLO e M.O.C. BRASIL SOB, 1974. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo. Liv. Pioneira Ed., 727 p.



- MALAVOLTA, E., 1975. Práticas de nutrição mineral de plantas. Apostila mimeo. ESALQ, Piracicaba.
- MALAVOLTA, E., 1976. Manual de Química Agrícola: Nutrição de plantas e fertilidade do solo. Ed. Agronômica Ceres, São Paulo. 528 p.
- MALAVOLTA, E. e S. LOURENÇO, 1976a. Estudos sobre a nutrição mineral do sorgo granífero *Sorghum bicolor* (L.) Moench I - Nota sobre o efeito das carências de macronutrientes no crescimento, e produção e composição mineral. XI Reunião Brasileira de milho e sorgo. Anais. Paterniani, E. (ed.). Piracicaba, 1978. p. 691-700.
- MALAVOLTA, E. e S. LOURENÇO, 1976b. Estudos sobre a nutrição mineral do sorgo granífero. *Sorghum bicolor* (L.) Moench. II - Nota sobre a amostragem para a diagnose foliar. XI Reunião Brasileira de milho e sorgo. Anais. Paterniani, E. (ed.). Piracicaba, 1978. p. 701-706.
- MATOCHA, J.E.; B.E. CONRAD; L. REYES e G.W. THOMAS, 1970. Influence of zinc, iron, potassium and phosphorus on yield and chemical composition of grain sorghum. PR - 2839 - Texas A & M University. 20 p.
- MICHAN, M.M., 1978. Comunicação Particular.
- MOGWIRA, L.M. e B.D. KNEZEK, 1972. Navy bean response to zinc fertilizers. Field Crop Abstracts, 25(4):740.
- NEWMAN, E.I. e R.E. ANDREWS, 1973. Uptake of phosphorus and potassium in relation to root growth and root density. Plant and Soil, 38:49-69.

- NIDER, F. e P.A. SEMIENCHUK, 1972. El cultivo de los sorgos graníferos y forrageros en la Republica Argentina. Em: 1º Simpósio Interamericano do sorgo. Anais. Ministério da Agricultura, Brasília, p. 273-284.
- PERRY, Jr., L.J. e R.A. OLSON, 1975. Yield and Quality of corn and grain sorghum and residues as influenced by N fertilization. Agron. J., 67(6):816-819.
- RAO, L.V. e A.V. PARTHASARATHY, 1971. High yield varieties of sorghum in Nandyal: Their response to nitrogen. Sorghum Newsletter., 14:65-67.
- ROBERTSON, W.K. et alii, 1968. Yield and nutrient removal by corn (*Zea mays* L.) by grain as influenced by fertilizer, plant population and hybrid. Soil Sci. Amer. Proc., 32: 245-49.
- ROBERTSON, G.A. e B.C. LOUGHMAN, 1974. Reversible effects of boron on the absorption and incorporation of phosphate in *Vicia faba* L. New Phytol., 73:291-298.
- ROSOLEM, C.A., 1977. Situação da Produção brasileira de Cereais. Seminário apresentado aos alunos do curso de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ. Piracicaba, 22 p.
- ROSOLEM, C.A.; J.R. MACHADO; JOÃO NAKAGAWA; E. MALAVOLTA e J. P. DANTAS, 1977. Respostas do sorgo granífero (*Sorghum* sp) a N, P e K, em Latossol vermelho escuro fase arenosa. VII Jornada Científica do "Campus" de Botucatu. Anais, No prelo.

- ROSS, W.M. e F.G. BIEBERLY, 1962. Growing and utilizing sorghums in Kansas. Bull C-301, Kansas State University, Manhattan. 19 p.
- ROSS, W.M. e O.J. WEBSTER, 1970. Fertilizers. Em: Culture and Use of Grain Sorghum. Agriculture Handbook 385, U.S. Dept. of Agriculture, Washington. p. 18-20.
- ROY, R.N. e B.C. WRIGHT, 1974. Sorghum growth and nutrient uptake in relation fo soil fertility. II - N, P e K uptake pattern by various plant parts. Agron. J., 66(1):5-10.
- SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG, 1974. Análises químicas em plantas. Departamento de Química - ESALQ, publicação especial Piracicaba.
- SAYRE, J.D., 1948. Mineral nutrition of corn. Em: SPRAGUE, G.F. (ed.). Corn and corn improvement. Academic Press, Inc. New York, p. 293-314.
- SILVA, J.D.M. e E. AMBROS, 1973. Comercialização do sorgo granífero. Em: 1º Simpósio Interamericano de Sorgo. Anais. Brasília, p. 267-272.
- SMITH, S.N., 1934. Response of inbred lines and crosses in maize to variations of nitrogen and phosphorus supplied as nutrients. J. of Amer. Soc. of Agronomy, 26:785-804.
- SULLIVAN, J.; W.H. GABELMAN e G.L. GERLOFF, 1974. Variations in efficiency of nitrogen utilization in Tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill) Grown under nitrogen stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 99(6):543-547.

- SUWANARIT, A.; C. SUWANARAT; V. IMPITUKSA e S. CHANCHAREONSO  
OK, 1974. Comparative responses of corn varieties to N-P  
fertilizers. Thailand National Corn and Sorghum Program  
1974 Annual Report. Kasetsart University. Dept. Agricul  
ture. p. 151-154.
- SUWANARIT, A., 1975. Comparative responses of corn varieties  
to N-P fertilizer. Thailand National Corn and Sorghum -  
Program. 1975 Annual Report. p. 228-234.
- TERMAM, J.L.; P.M. GIRODANO e N.W. CHRISTENSEN, 1975. Corn  
hybrid yield effects on phosphorus, Manganese and zinc ab  
sorption. Agron. J., 67:182-185.
- THAWORNMAS, D. e P. BOONAMPOL, 1975. A rate study of ni  
trogen for three sorghum varieties ar Chainat. Thailand  
National Corn and sorghum Program. 1975 Annual Report.  
p. 271-276.
- THIEN, S.J. e W.W. McFEE, 1970. Influence of nitrogen on  
phosphorus absorption and translocation in *Zea mays*. Soil  
Sci. Amer. Proc., 34:87-90.
- THIEN, S.J. e W.W. McFEE, 1972. Effect of nitrogen on phos  
phorus transport systems in *Zea mays* L. Soil Sci. Amer.  
Proc., 36:617-620.
- TUCKER, B.B. e W.F. BENNETT, 1968. Fertilizer use on grain  
sorghum. Em: DINAUER, R.C. (ed.). Changing Patterns in  
Fertilizer Use. Madison, Soil Sci. Soc. Amer.
- T.V.A., 1971. Nutrition of maize. Bull. 4-26.

- VACHAROTAYAN et alii, 1974. Comparative responses of sorghum varieties to N-P fertilizers. Thailand National Corn and Sorghum Program - 1974 Annual Report. Kasetsart University. p. 154.
- VANDERLIP, R.L., 1972. How e Sorghum plant develops. Contribution N<sup>o</sup> 1203. Kansas Agr. Exp. Sta., Manhattan, 19 p.
- VIEGAS, G.P.; J. ANDRADE SOB<sup>o</sup> e W.R. VENTURINI, 1963. Comportamento dos milhos H 6999, Asteca e Cateto em três níveis de adubação e três espaçamentos em São Paulo. Bragantia, 22(18):201-236.
- VOSE, P.B., 1963. Varietal differences in plant nutrition. Herbage Abstracts, 33(1):1-13.
- YAMAGUCHI, M.; F.D. HOWARD e P.A. MINGES, 1958. Brown checking of Celery, a symptom of boron deficiency. III. Effects of potassium, nitrogen and boron in culture solutions on the physiological disorder and nutrient uptake. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 71:455-467.
- WALL, J.S. e W.M. ROSS, 1975. Produccion y Usos del Sorgo. - ed. Hemisferio Sur. Madrid. 400 p.
- WARSI, A.S. e WRIGHT, 1973. Influence of nitrogen on the root growth of grain sorghum. Indian J. Agric. Sci., 43(2):142-147.
- WHITE, R.E., 1973. Studies on mineral ion absorption by plants. II. The interaction between metabolic activity and the rate of phosphorus uptake. Plant and Soil., 38:509-523.

WHITNEY, D., 1974. Fertilize Wisely. Em: Grain sorghum -  
handbook. C - 494 - Cooperative Extension Service. Kan -  
sas State University. Manhattan. p. 10-14.