

**CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA NUTRIÇÃO MINERAL E ADUBAÇÃO
DO SORGO SACARINO [*Sorghum bicolor (L.) Moench*].**

CIRO ANTONIO RO SOLEM
ENGENHEIRO AGRÔNOMO

Orientador: Prof. Eurípedes Malavolta

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", da Univer-
sidade de São Paulo, para obtenção do
título de Doutor em Solos e Nutrição de
Plantas.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo – Brasil
Julho de 1979

À

Mônica,

Sabrina,

Ondina e Antonio

Ofereço

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

Ao BNDE e FAPESP, pelo suporte financeiro;

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

Ao Centro de Energia Nuclear, particularmente suas divisões de Nutrição de Plantas e Química Analítica, pela franquia de suas instalações;

Ao Prof. *Eurípedes Malavolta*, pela segura orientação;

À Usina da Barra S.A., por ter permitido a condução dos ensaios de campo em suas terras, e na pessoa do Engenheiro Agrônomo *Oswaldo Alonso*, ter realizado as análises tecnológicas necessárias;

Aos Drs. *José Ricardo Machado*, *João Nakagawa*, *Gil Eduardo Serra*, *Oswaldo Brinholi* e *Daniel Antonio Salati Marcondes*, pela colaboração e sugestões apresentadas;

Aos funcionários do Departamento de Agricultura e Silvicultura da Faculdade de Ciências Agro

nômicas do "Campus" de Botucatu da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", pela valiosa colaboração;

E às demais pessoas que de qualquer forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Í N D I C E

1.	RESUMO	1
2.	INTRODUÇÃO	4
3.	REVISÃO DA LITERATURA	8
4.	MATERIAL E MÉTODOS	18
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1.	ENSAIO EM CASA DE VEGETAÇÃO	29
5.1.1.	DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS	29
5.1.2.	PRODUÇÃO DE MATÉRIA VERDE DE COLMOS	31
5.1.3.	PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA	31
5.1.4.	TEORES E QUANTIDADES DE NUTRIENTES CONTIDOS NAS PARTES DAS PLANTAS	33
5.1.5.	EXIGÊNCIAS E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES EM CONDIÇÃO DE CASA DE VEGETAÇÃO	39
5.1.6.	EFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS	41
5.2.	ACUMULAÇÃO DE MATÉRIA SECA E NUTRIENTES	52
5.3.	ENSAIOS DE CAMPO	84
5.3.1.	PRODUÇÕES E SEUS COMPONENTES	84
5.3.2.	CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS	91
5.4.	DIAGNOSE FOLIAR	110

6.	CONCLUSÕES	119
7.	SUMMARY	124
8.	LITERATURA CITADA	127

1. R E S U M O

O presente trabalho constou de 3 ensaios, sendo 2 conduzidos em condição de campo, no município de Barra Bonita - SP e 1 em condição de Casa de Vegetação, com solução nutritiva, na Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP "Campus" de Botucatu, com os seguintes objetivos:

- a - Estudar o potencial de colheita e os efeitos das adubações nitrogenadas, fosfatadas e potássicas na produção e na qualidade do sorgo sacarino para a industrialização.
- b - Estimar os valores de N, P e K em condições de campo, e de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn e Zn em condições de Casa de Vegetação, abaixo dos quais a produção é limitada.

c - Estudar a capacidade de absorção de nutrientes com fornecimento adequado e com diluições na solução nutritiva, as exigências e exportações de nutrientes e as curvas de acumulação de matéria seca e nutrientes pelo sorgo sacarino.

Os ensaios de campo foram instalados em 2 locais com solos diferentes (Latossol Roxo e Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa) utilizando-se duas cultivares de sorgo sacarino (Brandes e Rio). Foram empregados os seguintes tratamentos: 0 - 200 - 100; 75 - 200 - 100; 150 - 200 - 100; 150 - 0 - 100; 150 - 100 - 100; 150 - 200 - 0; 150 - 200 - 50 e 150 - 200 - 100 + micronutrientes, em Kg/ha de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente. Foram determinadas as produções de colmos, de grãos, altura das plantas, diâmetro dos colmos, tamanho das panículas, Brix, teor de açúcares redutores, açúcares totais, sacarose, fibras e produção de álcool (rendimento de fermentação). Ao emborrachamento foram colhidas amostras de folhas para a diagnose foliar.

A partir da emergência das plantas foram efetuadas colheitas de 20 em 20 dias para as determinações da marcha de acumulação de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Zn e B nos colmos, folhas, raquis e grãos do sorgo sacarino. Estas colheitas foram feitas nas parcelas com adubação completa (150 - 200 - 100), no Latossol Roxo. Foram calculadas as exigências e exportações de nutrientes em condições de campo.

No ensaio em casa de vegetação foram utilizadas as mesmas cultivares de sorgo sacarino, submetidas a cultivo em solução nutritiva completa, diluída a 1:5 e a 1:10. Na colheita as plantas foram dissecadas em raiz, colmos, folhas, raquis e grãos, onde foram determinados: matéria sêca,

teores e quantidades de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn e Zn absorvidas. Foram calculadas as eficiências nutricionais e feita a diagnose foliar.

Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões principais:

- O sorgo sacarino mostrou potencial de produção intermediário à cana-de-açúcar e a mandioca, em ambos os solos em que foi estudado (comparação com dados da literatura).
- De maneira geral as duas cultivares apresentaram capacidades de absorção de nutrientes semelhantes, em casa de vegetação.
- As eficiências nutricionais calculadas acompanharam as produções de colmo obtidas.
- A cultivar Rio apresentou ciclo mais curto do que a cultivar Brandes, embora as velocidades de absorção de nutrientes da cultivar Brandes tenham sido maiores.
- As duas cultivares apresentam comportamento diferente com relação as respostas à adubação, mas a cultivar Brandes produziu mais colmos e mais álcool do que a cultivar Rio.
- Podem ser considerados normais os seguintes níveis de nutrientes nas folhas medianas do sorgo sacarino, na época do emborrachamento, em condição de Casa de Vegetação, com solução nutritiva: 3,2% de N, 0,80 a 0,95% de P, 2,60 a 3,10% de K, 0,45 a 0,65% de Ca, 0,45 a 0,52% de Mg, 9,60 a 9,70 ppm de Cu e 48 a 54 ppm de Mn.

2. I N T R O D U Ç Ã O

2.1. GENERALIDADES

Em virtude da necessidade de aumento da produção de álcool no Brasil, e em consequência do Decreto 76593, de 14 de novembro de 1975 (Programa Nacional do Álcool), houve um estímulo à pesquisa e ao debate com relação a matérias primas a serem utilizadas.

Desta maneira, além da tradicionalmente empregada cana-de-açúcar, cogitou-se de início a utilização da mandioca para produção de álcool. Mais recentemente o Sorgo Sacarino foi apresentado como uma outra fonte alternativa para a produção de álcool etílico no Brasil (SERRA, 1976).

A expressão "Sorgo Sacarino", ou "Sorgo Doce", é usada para identificar variedades de sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, que possuem altos teores de caldo e açúcar no colmo e nos grãos, podendo por isso ser empregado para a produção de álcool, açúcar e forragem.

O sorgo sacarino vem sendo cultivado desde a segunda metade do século passado nos Estados Unidos da América, onde foi introduzido da África e da Índia (COLEMAN, 1975). No Brasil, os primeiros trabalhos parecem ter sido desenvolvidos no Instituto Agrônomo de Campinas, por Teixeira, na década de 50 (TEIXEIRA et alii, 1977).

A planta de sorgo sacarino apresenta colmos ricos em sacarose, glucose e frutose, além de outras características semelhantes à cana-de-açúcar (SERRA, 1976). Como fonte para transformação em álcool, esta composição com monossacarídeos (glucose e frutose) e dissacarídeos (sacarose), facilita o processo de fermentação, ao passo que outras matérias primas como a mandioca, batata, batata-doce, milho e sorgo-grão (matérias primas amiláceas ou feculentas), por apresentarem polissacarídeos (amido) como fonte principal para transformação em álcool, exigem a instalação de equipamento especial, e portanto de investimentos para realizar a sacarificação, onerando os custos de produção.

Com relação às características tecnológicas, o sorgo sacarino tem apresentado em média, brix, Teor de sacarose e Teor de açúcares redutores iguais ou menores do que aqueles da cana-de-açúcar, sendo que as diferenças observadas são devidas às condições de cultivo, e principalmente às variedades de sorgo sacarino utilizadas (SERRA, 1976; TEIXEIRA et alii, 1977; SERRA et alii, 1978).

Comparado à cana-de-açúcar e à mandioca e considerando os diferentes ciclos das culturas, o sorgo sacarino apresenta uma produção de álcool por ano menor do que a cana-de-açúcar, porém maior do que a mandioca, isto quando são processados apenas os colmos. Quando se utiliza também os grãos para a fermentação, a produção de álcool do sorgo passa a ser equivalente àquele da cana-de-açúcar (SERRA, 1977).

Os trabalhos até agora realizados em condições brasileiras demonstram que o sorgo apresenta-se como excelente matéria prima para a produção de Etanol (ARAUJO et alii, 1977; SERRA, 1977), mas muitos são os aspectos desconhecidos da cultura em nossas condições que não estão suficientemente esclarecidos na literatura, advindo a necessidade de desenvolverem-se pesquisas para a melhor condução e aproveitamento desta matéria prima (SERRA, 1977; TEIXEIRA et alii, 1977). Dentre estes aspectos encontram-se a nutrição e adubação do sorgo sacarino.

2.2. OBJETIVOS

Com o intuito de contribuir para o conhecimento da nutrição mineral e da adubação do sorgo sacarino, foi conduzido o presente trabalho, com os seguintes objetivos:

- 2.2.1. Estudar o potencial de colheita de duas cultivares sorgo sacarino, em dois tipos de solo.

2.2.2. Estudar as respostas das duas cultivares de sorgo sacarino à adubação, do ponto de vista agrônomo e tecnológico-industrial, isto é, os efeitos das adubações nitrogenadas, fosfatadas e potássicas na produção e na qualidade do sorgo para a industrialização.

2.2.3. Determinar as curvas de acumulação de matéria seca e absorção de macro e micronutrientes para duas cultivares de sorgo sacarino, procurando-se estimar os períodos de maior exigência de nutrientes, tendo em vista principalmente épocas de aplicação de fertilizantes.

2.2.4. Estimar os valores de N, P e K em condições de campo e de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn e Zn em condições de casa de vegetação, abaixo dos quais a produção é limitada, ou as características tecnológico-industriais são afetadas.

2.2.5. Estudar a capacidade de absorção de nutrientes do substrato e produção de matéria seca em regime de fornecimento adequado e com soluções nutritivas diluídas, bem como a eficiência nutricional para cada cultivar e cada nutriente, correlacionando-a à produção.

3. REVISÃO DA LITERATURA

Diversos são os pesquisadores que têm se dedicado ao estudo do sorgo sacarino, principalmente nos Estados Unidos da América (VENTRE et alii, 1948; COWLEY, 1969; HIPP et alii, 1970; COWLEY & SMITH, 1972; FREEMAN et alii, 1973a; 1975 e 1976; REEVES JR., 1976); no México (FORS, 1971; COETO & SMITH, 1973; BERNAL et alii, 1973); e no Brasil (SERRA, 1976; SERRA et alii, 1976; SERRA, 1977; SERRA et alii, 1977; TEIXEIRA et alii, 1977; ARAUJO et alii, 1977). Mas na sua maioria, os trabalhos versam sobre desenvolvimento de novas variedades ou introdução de variedades em novos locais, e no Brasil, se estudam principalmente as características tecnológicas do sorgo sacarino.

Mesmo nos Estados Unidos, segundo REEVES (1976), a nutrição mineral e a adubação do sorgo sacarino têm sido

pouco estudadas e o autor relata que práticas de adubação similares às do sorgo granífero parecem estar dando resultados satisfatórios.

Na literatura foram encontradas poucas referências com respeito às exigências minerais e às exportações de nutrientes pelo sorgo sacarino. Assim, para efeito de comparação, serão também citados os resultados obtidos para o sorgo granífero, que é uma planta anã e com produção de grãos maior do que o sorgo sacarino, embora pertencendo à mesma espécie (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).

Quanto à exigência de nutrientes pelo sorgo granífero, JACQUINOT (1964), analisou N, P, K, Ca, Mg e S nas diversas partes da planta, e concluiu que para produzir 1 tonelada de grãos, o sorgo granífero exporta do solo 34 kg de N, 7 kg de P_2O_5 e 17 kg de K_2O .

Hipp, citado por COWLEY (1969), atesta através de análises de plantas, que o sorgo sacarino absorve manganês e ferro em níveis substanciais, e os níveis de zinco encontrados foram muito baixos, talvez indicando uma condição de deficiência.

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 do que as de nitrogênio.

Os colmos de sorgo granífero 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.

ROSOLEM (1978), estudando as exigências e exportações de nutrientes de 5 cultivares de sorgo granífero - concluiu que para produzir 1 tonelada de grãos, a planta acumula de 1994 a 3021 kg/ha de matéria seca total e dependendo da cultivar, retira do substrato de 46 a 64 kg de N, de 6 a 20 kg de P e de 14 a 25 kg de K. Aproximadamente 43% do N, 53% do P e 8% do K em média, foram transportados para os grãos do sorgo granífero.

Por outro lado, são fatos bem demonstrados as diferentes respostas de cultivares da mesma espécie às condições de fertilidade do solo e adubação, como por exemplo, sorgo granífero (CAMPBELL e PICKET, 1968; ROSOLEM, 1978) e feijão (AMARAL, 1975), entre muitos outros.

Estas diferenças tem sido explicadas de diversas maneiras tais como: o metabolismo do nutriente na planta permite que ele seja reutilizado em períodos de carência; uma diferença herdada na composição percentual pode resultar em baixa exigência do nutriente; composição e distribuição do sistema radicular (SMITH, 1934) e diferenças na absorção e transporte iônico (EPSTEIN e JEFFERIES, 1964).

Outros autores demonstraram que estas diferenças são herdadas, ou seja, são características genéticas, - (VOSE, 1963; GERLOFF, 1963; EPSTEIN e JEFFERIES, 1964; KLEESE et alii, 1968; EPSTEIN, 1975).

A essas plantas que conseguem se adaptar em

condições relativamente desfavoráveis de fertilidade de solo, convencionou-se chamar de plantas "eficientes", sendo o termo "eficiência" definido de diversas formas, conforme o autor (VOSE, 1963; BROWN e AMBLER, 1970; CLARK e BROWN, 1974; EPSTEIN e JEFFERIES, 1964; EPSTEIN, 1975).

MALAVOLTA (1976), 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 em avaliar a utilização do nutriente 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) comprovou a validade do conceito para a cultura do feijão e ROSOLEM et alii (1978) concluiu que as deficiências nutricionais para o sorgo granífero se correlacionam muito bem com as produções de grãos, no caso do nitrogênio, para o fósforo e potássio foram encontradas apenas algumas correspondências entre maiores eficiências e maiores produções, mas a correlação não foi estatisticamente significativa.

Na literatura não foram encontrados relatos sobre a acumulação de nutrientes pelo sorgo sacarino em função da idade.

De maneira geral, parece haver concordância entre os autores quanto à acumulação de nutrientes pelo sorgo granífero, sendo que a absorção de N é rápida nos estágios iniciais da cultura e nos estágios finais da mesma, sendo que nos estágios finais, em números absolutos, a planta absorve

mais N do que nos estágios iniciais. A absorção do potássio assemelha-se à do nitrogênio e a absorção de fósforo é praticamente linear durante todo o ciclo da cultura.

Do emborrachamento até o estágio de final do florescimento há decréscimo na taxa de absorção de nutrientes pelo sorgo granífero, e nessa fase o acúmulo de N aparentemente cessa (LANE e WALKER, 1961; BOX, 1971; VANDERLIP, 1972; ROY e WRIGHT, 1974).

Os teores de N e K são altos até o emborrachamento e são diferentes em plantas de sorgo granífero adubadas e não adubadas, do emborrachamento até o início da formação dos grãos os teores são menores e não há diferença entre plantas adubadas e não adubadas, e nos estágios mais tardios aumentam os teores de N e K, e ainda as diferenças entre plantas adubadas e não adubadas. Para o fósforo, cujos teores diminuem com a idade da planta, as diferenças entre plantas adubadas e não adubadas são aparentes durante todo o ciclo da cultura (LANE e WALKER, 1961). Existem evidências na literatura de que o N e o P são translocados para os grãos do sorgo granífero, mas quase não há translocação do Potássio - (LANE e WALKER, 1961; VANDERLIP, 1972; ROY e WRIGHT, 1974; RO SOLEM, 1978).

Com relação à adubação do sorgo sacarino, alguns dados são disponíveis.

COWLEY (1969), cita que os dados disponíveis sobre as exigências minerais e adubação do sorgo sacarino no Vale do Rio Grande (Texas), ainda não são definitivos em termos de respostas em produção ou qualidade do caldo, e as experiências de campo indicaram a necessidade de níveis modera

dos de nitrogênio no solo. O autor cita que Gerard, em 1966, não encontrou relação entre o nível de nitrogênio e o teor de sacarose e a pureza do caldo.

Experimentos com micronutrientes, conduzidos por Matocha, em 1964, citado por COWLEY (1969), revelaram respostas não consistentes em termos de produção e teor de sacarose do caldo.

COWLEY (1969) e COWLEY e SMITH (1972), citando estudos feitos por Gerard em 1967, mostram que há extração de água e atividade de raízes de sorgo sacarino em profundidade de aproximadamente 1,70 m, e concluem que tal expansão do sistema radicular deve proporcionar condições para que a planta se desenvolva bem em solos relativamente pobres.

RICAUD (1971), utilizando as doses de 40, 80 e 120 kg/ha de nitrogênio, em três populações diferentes de plantas e em dois locais, não verificou efeito do nitrogênio na produção de colmos, mas a porcentagem de sacarose e a produção de açúcar decresceram com o aumento da quantidade de nitrogênio aplicada.

Estudando a influência da fertilização nitrogenada sobre a raiz do sorgo granífero 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.

BERNAL et alii (1973a), no México, utilizando 180 kg de N, 50 kg de P_2O_5 e 50 kg de K_2O por hectare, conseguiu produção média de 28,79 toneladas de colmos por hectare e estimou a produção de grãos em 4 toneladas por hectare. Determinou Brix igual a 13,82%, 65,56% de pureza, 1,4% de açúcares redutores e 14,5% de fibra, quando o sorgo era colhido maduro.

São ainda relatadas produções de até 75 t/ha de colmos com adubação de 160 kg de N, 60 kg de P_2O_5 e 40 kg de K_2O por hectare, também no México (BERNAL et alii, 1973b).

Segundo FREEMAN et alii, (1973b), a adubação do sorgo sacarino depende do tipo de solo, precipitação, história das culturas na gleba e adubações verdes. Recomenda o autor, a aplicação de calcário para corrigir a acidez do solo e regularizar o suprimento de Ca para a planta. O mesmo autor recomenda, na falta de maiores informações, a aplicação de 40 kg de N e P_2O_5 , 30-40 kg de K_2O por hectare, e diz que pode ser obtido caldo de boa qualidade com qualquer fonte de nitrogênio, seja Sulfato de Amônio, Nitrato de Sódio, Nitrato de Amônio ou Amônia Anidra. O nitrogênio deve ser aplicado antes que a planta atinja 80 cm de altura.

BHAGWAT e DATAR (1974), na Índia, estudando os efeitos da inoculação de sementes de sorgo com *Azotobacter* encontraram aumentos na produção de grãos de sorgo granífero

quando as sementes foram inoculadas.

Na Índia, 1976 (NIMBKAR AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE), a aplicação de 150 kg/ha de N, P_2O_5 e K_2O à cultivar Rio, de sorgo sacarino, fez com que a produção aumentasse de 10,34 t (sem NPK) para 21,9 t de colmos por hectare.

SERRA et alii (1977), obtiveram produções de até 60 t de colmos por hectare, e os teores de açúcares totais no caldo foram de 14-16%, os teores de sacarose variaram de 11 a 13%, com adubação de 80 kg de N, 90 kg de P_2O_5 e K_2O por hectare, em Latossol Roxo.

Com relação ao efeito das adubações nas características tecnológicas do sorgo sacarino são poucos os trabalhos existentes, assim procurou-se estabelecer um paralelo com outras culturas.

GREGORY, 1937, trabalhando com a cultura de cevada, relata que ocorreu alta relação de sacarose: açúcares redutores com deficiência de nitrogênio, uma baixa relação com deficiência de Potássio e intermediária com deficiência de fósforo. O nível de açúcar foi relacionado com a assimilação de carbono, translocação, síntese de proteína e respiração. A ocorrência de teores altos de açúcar com deficiência de nitrogênio é devida a alta taxa de assimilação, baixa respiração, baixa síntese de proteínas e baixa atividade meristemática. Taxas de assimilação mais baixas com deficiência de fósforo são compensadas por baixa atividade meristemática, de maneira que o teor de açúcar não difere muito do normal. Na planta deficiente em potássio, a assimilação muito baixa, alta respiração, síntese ativa de proteína e atividade meristemática excessiva contribuem para um teor muito baixo de açúcar.

Diversos autores (MALAVOLTA e HAAG, 1964; MARTIN e EVANS, 1964; HUMBERT, 1968; ALVAREZ, 1975; PLANALSUCAR, 1976), são unânimes ao relatar que doses excessivas de nitrogênio fazem com que haja diminuição no teor de sacarose da cana-de-açúcar e aumento dos açúcares redutores, mas sempre as doses de nitrogênio estão relacionadas a aumentos das produções de colmos.

Segundo MARTIN e EVANS (1964), a época de aplicação de nitrogênio é importante, pois se o elemento for aplicado tardiamente, haverá estímulo ao crescimento vegetativo e a acumulação de açúcar ficará limitada.

Alguns autores descreveram efeitos negativos do nitrogênio sobre as características tecnológicas do sorgo sacarino (STOKES, 1968).

Os compostos de fósforo estão relacionados com o processo de respiração e com a eficiência do metabolismo e utilização do nitrogênio, assim, é lógico que os níveis de fósforo na cana influem na maturidade e portanto no teor de açúcar (HUMBERT, 1968).

Samuels, citado por HUMBERT (1968), reporta que a deficiência de potássio causa reduções altamente significativas no açúcar do caldo e do colmo na polarização, brix e pureza.

As plantas de cana-de-açúcar deficientes em K apresentam um teor mais baixo de açúcar (HARTT, 1934; HAAG, 1961), o que pode ocorrer devido a uma diminuição na atividade fotossintética, ou na translocação das folhas para o colmo, ou ambas as coisas.

ALVAREZ (1975), cita que Sheck e Hanck, em 1953 e 1954, demonstraram que nas plantas deficientes em Potássio, a atividade hidrolítica da invertase é aumentada e, assim, as plantas têm maior quantidade de açúcares redutores do que de sacarose, desta maneira, um bom suprimento de potássio aumenta a quantidade de sacarose e uma dose excessiva aumenta o teor de amido.

Para a diagnose foliar do sorgo sacarino também não foram encontrados padrões na literatura. Em se tratando de sorgo granífero, as amostragens efetuadas na época do emborrachamento, tomando-se uma folha da altura média da planta tem mostrado resultados satisfatórios (GOLDSWORTHY e HEATHCOTE, 1966; MALAVOLTA e LOURENÇO, 1976a; ROSOLEM, 1978), embora alguns autores tenham obtido melhores correlações com amostragens na época do florescimento (HIPPEL e GERARD, 1971; BRAWAND e HOSSNER, 1976).

Ainda para o sorgo granífero poderiam ser considerados normais, de maneira geral, os seguintes teores de nutrientes encontrados na folha mediana, na época do emborrachamento: 3,0 a 4,2% de N; 0,15 a 0,35% de P; 1,0 a 1,5% de K (MALAVOLTA e LOURENÇO, 1976b; ROSOLEM, 1978); 0,2 a 0,6% de Ca e 0,1 a 0,5% de Mg (MALAVOLTA e LOURENÇO, 1976b).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho constou de 3 experimentos: dois em condição de campo e um em casa de vegetação. Os ensaios de campo foram instalados em dois locais de solos diferentes, um de alta fertilidade e outro de baixa fertilidade; o terceiro ensaio foi conduzido em Casa de Vegetação, utilizando solução nutritiva. Em todos os casos foram utilizadas duas cultivares de Sorgo Sacarino de ciclos culturais diferentes.

4.1. CULTIVARES UTILIZADAS

Nos três ensaios foram utilizadas as cultivares Brandes e Rio. As sementes foram cedidas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, da EMBRAPA. A cultivar Brandes tem ciclo de aproximadamente 130-135 dias e a

cultivar Rio tem ciclo de aproximadamente 125-130 dias (EMBRAPA, 1978; SERRA et alii, 1978a). Dentre as cultivares distribuídas atualmente pela EMBRAPA, e recomendadas para produção de álcool, a BR-501-R e a BR-601 originaram-se da cultivar Brandes, e a BR-500-R é originária da cultivar Rio.

4.2. ENSAIO EM CASA DE VEGETAÇÃO

A Casa de Vegetação em que foi conduzido o ensaio, localiza-se na Estação Experimental "Presidente Médici", no município de Botucatu, Estado de São Paulo.

4.2.1. OBTENÇÃO DAS MUDAS

As cultivares de sorgo sacarino foram semeadas em vermiculite umidecida com água destilada, no dia 10/02/78. A emergência das plântulas deu-se entre 3 e 6 dias, e no dia 21/02/78, quando estavam com 3 folhas, foram transplantadas 15 mudas de cada cultivar para bandejas com 30 litros de solução nº 1 HOAGLAND e ARNON (1950), com adição de micronutrientes (MALAVOLTA, 1975) e Fe-EDTA (JACOBSON, 1951), diluída a 1/3 da concentração usual. As plantas permaneceram nestas condições por 15 dias.

Em razão de se ter notado deficiência de Ferro, foi necessária a adição de Fe-EDTA, que desta fase em diante foi utilizado em dose dobrada, ou seja, 2 ml/l de solução nutritiva ao invés de 1 ml/l como normalmente se utiliza na concentração usual da solução.

4.2.2. INSTALAÇÃO DOS TRATAMENTOS

A seguir foram instalados os tratamentos, que consistiram de: a) solução nutritiva de HOAGLAND e ARNON nº 1 com micronutrientes e Fe-EDTA na concentração usual; b) a mesma diluída a 1:5; c) a mesma diluída a 1:10. Foram utilizadas bandejas de 30 litros de capacidade com duas plantas em cada uma. Para cada tratamento foram empregadas duas bandejas.

4.2.3. 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 as substituições das soluções nutritivas, até a colheita do ensaio. Os volumes das soluções foram completados com água destilada sempre que necessário.

Houve ataque generalizado de pulgão (*Aphis maidis*) que foi controlado por duas pulverizações de Malathion.

4.2.4. COLHEITA E PREPARO DO MATERIAL PARA ANÁLISE

No dia 10/05/78 todas as plantas foram colhidas. As plantas do tratamento completo apresentavam-se no estágio de início de enchimento dos grãos, enquanto as demais estavam mais atrasadas, sendo que as plantas do tratamento 1:10 estavam morrendo.

As plantas foram separadas em raiz, colmo, fo-

lhas, raquis e grãos. As raízes foram lavadas em água destilada e enxugadas com papel toalha. As partes das plantas foram secadas em estufa com circulação forçada de ar pelo menos por 72 horas, com temperatura de 65-70°C. e então pesadas para obtenção dos dados de matéria seca, moídas em moinho tipo "Wiley" com peneira 20, e guardadas em frascos de vidro até a realização das análises químicas.

4.2.5. ANÁLISES QUÍMICAS

Foram analisadas N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn e Zn em todas as partes das plantas seguindo os métodos descritos por SARRUGE e HAAG (1974).

4.2.6. CÁLCULO DAS EFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS

Foram calculadas as eficiências nutricionais para N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn e Zn para todos os tratamentos utilizando-se a seguinte fórmula sugerida por MALAVOLTA (1976);

$$E = \text{Produção/Elemento absorvido} \times \text{tempo}$$

onde:

E = eficiência nutricional

produção = peso de colmos verdes, em g/planta

elemento absorvido = g de N, P, ..., Zn contidos na planta toda

tempo = ciclo biológico da planta (82 dias)

4.2.7. DIAGNOSE FOLIAR

No dia 20/04/78, quando as plantas estavam com 63 dias da emergência e no estágio de emborrachamento, foi feita amostragem de uma folha da altura média por planta para a diagnose foliar. As amostras foram preparadas como em 4.2.4., e foram realizadas análises químicas como em 4.2.5..

4.2.8. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para todos os dados coletados, foram efetuadas análises de variância segundo um delineamento em fatorial 2 x 3, com duas cultivares e 3 níveis de concentração da solução nutritiva, com 4 repetições inteiramente casualizadas, de acordo com GOMES (1966).

Foram efetuadas análises de correlação entre concentração de nutrientes nas folhas medianas do sorgo e as produções.

As análises estatísticas foram baseadas em GOMES (1966).

4.3. ENSAIOS DE CAMPO

4.3.1. SOLOS

Os ensaios de campo foram instalados em dois

solos: Latossol Roxo e Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa (COMISSÃO DE SOLOS, 1960), localizados na Usina da Barra S/A, município de Barra Bonita, Estado de São Paulo. O Latossol Roxo corresponde ao local Boracéia e o Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa ao local Riachuelo, distante aproximadamente 4 km do primeiro. Os resultados das análises químicas dos solos em que foram instalados os ensaios encontram-se na TABELA 1.

As análises de K^+ , H^+ , Al^{3+} e PO_4^{3-} foram feitas segundo CATANI et alii (1955), Ca^{2+} e Mg^{2+} segundo GLÓRIA et alii (1964) e M.O.% segundo MALAVOLTA e COURY (1954).

TABELA 1. Resultados das análises químicas dos solos em que foram instalados os ensaios de campo

	pH	M.O. %	H^+	Al^{3+}	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	PO_4^{3-}
			e mg/100 g TFSA					
Boracéia	6,0	2,07	3,36	0,16	0,27	5,52	2,08	0,07
Riachuelo	6,0	0,67	1,76	0,16	0,10	1,68	0,40	0,81

A interpretação dos resultados apresentados na TABELA 1, segundo GARGANTINI et alii (1970), é a seguinte: pH pouco ácido nos dois locais, M.O. média em Boracéia e pobre em Riachuelo, Al^{3+} baixo nos dois locais, K^+ médio em Boracéia e pobre em Riachuelo, PO_4^{3-} pobre em Boracéia e rico em Riachuelo, $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ rico em Boracéia e pobre em Riachuelo.

4.3.2. TRATAMENTOS

Em Boracéia (LR) o ensaio constou de duas cultivares de sorgo sacarino submetidas a 9 tratamentos: 000, 022, 122, 222, 202, 212, 220, 221 e 222 + micronutrientes, - correspondendo às doses de N, P e K, respectivamente. As doses utilizadas foram 0, 75 e 150 kg de N/ha, 0, 10 e 200 kg de P_2O_5 /ha, 0, 50 e 100 kg de K_2O /ha, respectivamente, nas formas de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio; e 45,5 kg/ha de uma mistura de micronutrientes: 5 kg/ha de borax, 5 kg/ha de $CuSO_4$, 10 kg/ha de $FeSO_4$, 5 kg/ha de $MnSO_4$, 20 kg/ha de $ZnSO_4$, 0,5 kg/ha de H_2MoO_4 . Foi aplicada 1/3 da dose de N na ocasião da semeadura e 2/3 em cobertura, aos 30 dias da emergência das plantas. Os adubos restantes foram aplicados no sulco, na época da semeadura.

Em Riachuelo (LVEa), o esquema básico foi o mesmo, mas foi eliminado o tratamento 000.

As parcelas com o tratamento 222 em Boracéia foram repetidas 8 vezes, e as demais 4 vezes, isto porque 4 repetições das parcelas 222 foram amostradas para o estudo da acumulação de matéria seca e nutrientes.

4.3.3. INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO ENSAIO

Em ambos os locais foram abertos sulcos de 8-10 cm de profundidade espaçados de 1,0 m; os adubos foram distribuídos e misturados com a terra, a seguir foi feita a semeadura com 15 - 20 sementes por metro linear, e estas foram cobertas com 2 - 4 cm de terra.

Em Riachuelo a semeadura foi realizada no dia 13/12/1977 e em Boracéia no dia 14/12/1977.

Aos 20 dias após a emergência das plantas foi efetuado o desbaste, sendo deixadas 10 plantas por metro linear de sulco.

As ervas daninhas foram controladas através de capinas manuais, e foi realizada uma pulverização com Malathion em cada local para controle de pulgões (*Aphis maidis*).

Em Boracéia as colheitas foram efetuadas no dia 18/04/1978 para a cultivar Rio e no dia 05/05/1978 para a cultivar Brandes; e em Riachuelo as colheitas foram realizadas no dia 27/04/1978 para a cultivar Rio e no dia 02/05/1978 para a cultivar Brandes. Em Riachuelo, as plantas foram colhidas um pouco antes do estágio de grãos duros por estarem apresentando na época uma requeima excessiva.

Na colheita foram feitas medições do diâmetro na base dos colmos, altura das plantas e tamanho das panículas. Foram anotados os pesos de colmos por parcela e peso de grãos por parcela. Foram ainda tomadas como amostra as plantas contidas em 1,0 m de linha, ao acaso na parcela, para as análises tecnológicas.

4.3.4. ANÁLISES TECNOLÓGICAS

Foram realizadas as seguintes análises: Brix do caldo, sacarose % no colmo, açúcares redutores % no colmo e fibra % para todas as parcelas dos ensaios de campo. O Brix foi determinado pelo refratômetro. As demais determina

ções foram feitas segundo o "método da prensa", descrito por TANIMOTO (1964).

O teor de açúcares totais e a estimativa da produção de álcool por tonelada de colmo foram calculados utilizando as fórmulas empregadas por SERRA et alii (1978b), que fornecem uma estimativa do rendimento na fermentação.

4.3.5. ACUMULAÇÃO DE MATÉRIA SECA E NUTRIENTES

A partir do vigésimo dia da emergência das plantas foram feitas 5 amostragens para a cultivar Rio e 6 amostragens para a cultivar Brandes, com intervalos de 20 dias entre amostragens. Na primeira amostragem foram colhidas 10 plantas adjacentes da mesma linha, ao acaso na parcela; na segunda amostragem foram colhidas 5 plantas, na terceira 3 plantas, e nas demais 1 planta representativa da parcela. As plantas colhidas, sempre que possível, foram divididas em colmo, folhas, raquis e grãos. As partes das plantas foram então secadas, pesadas, moídas e guardadas como em 4.2.4..

Foram realizadas análises de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Zn e B em todas as partes das plantas para cada amostragem. Foram utilizados os métodos descritos por SARRUGE e HAAG (1974).

4.3.6. DIAGNOSE FOLIAR

A amostragem para a diagnose foliar foi feita em todos os tratamentos na época do emborrachamento das plantas das cultivares Brandes (65 dias da emergência em Bora-

cêia e 80 dias em Riachuelo), e Rio (60 dias da emergência em Boracéia e 74 dias em Riachuelo). Foi colhida uma folha da altura média de cada planta, totalizando 20 folhas da linha central por parcela.

O material foi secado, pesado e moído conforme descrição em 4.2.4., e foram realizadas análises de N, P e K, segundo SARRUGE e HAAG (1974).

4.3.7. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTADÍSTICAS

O delineamento experimental e as análises estatísticas foram baseados em GOMES (1966).

As parcelas dos ensaios de campo constaram de 5 linhas de sorgo espaçadas de 1,0 m entre si e com 10,0 m de comprimento. Na colheita foram desprezados 1,0 m em cada extremidade da parcela e as duas linhas laterais. Desta forma cada parcela ficou com área útil de 24,0 m².

Em Boracéia, as análises de variância foram feitas segundo um esquema fatorial 2 x 9, com 2 cultivares e 9 adubações, distribuídas em 4 blocos casualizados.

Em Riachuelo, as análises de variância foram efetuadas segundo um esquema fatorial 2 x 8, também em quatro blocos ao acaso.

A análise da variância dos dados de concentração e quantidade de nutrientes extraídos foi efetuada segundo um delineamento em blocos ao acaso, com 4 repetições, com

as épocas de amostragem constituindo os tratamentos. Cada parte da planta foi analisada separadamente.

Ajustaram-se equações* de regressão aos dados de acumulação de matéria seca, concentração de nutrientes e quantidade de nutrientes absorvidos em função da idade. Foi escolhido o maior grau significativo, tendo como limite o 4º grau no caso da acumulação de matéria seca e nutrientes.

* Nos estudos de regressão foi utilizada a seguinte transformação para os valores de X (idade): 1 = 20 dias; 2 = 40 dias; 3 = 60 dias; 4 = 80 dias; 5 = 100 dias e 6 = 120 dias.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas tabelas são apresentados os resultados obtidos para cada parâmetro estudado, o coeficiente de variação, as diferenças mínimas significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (DMS), bem como a significância ou não da interação (ns - não significativo, * significativa a 5% e ** significativa a 1% de probabilidade, pelo teste F).

5.1. ENSAIO EM CASA DE VEGETAÇÃO

5.1.1. DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS

Os tratamentos foram instalados no dia 08/03/

1978, quando as plantas estavam com 20 dias de idade. Nesta época praticamente todas as plantas apresentavam deficiência de ferro, sendo que nas plantas da cultivar Brandes a deficiência era mais severa. Com a adição de mais Fe-EDTA à solução nutritiva, as deficiências desapareceram nos tratamentos 1:1 e 1:5, mas permaneceram nos tratamentos 1:10. Com o desenvolvimento das plantas as deficiências de ferro desapareceram também no tratamento 1:10. ROSS e WEBSTER (1970) relatam este fenômeno exatamente como ocorreu no presente trabalho, e o atribuíram a uma falta de habilidade da planta de sorgo em extrair o ferro do substrato, exigindo por isso grandes quantidades de Fe disponível para que não demonstre sintomas de deficiência.

Quando as plantas estavam com aproximadamente 40 dias de idade apareceram deficiências, aparentemente de nitrogênio e potássio, nas folhas mais velhas dos tratamentos 1:5 e 1:10, sendo que no último os sintomas eram mais se veros. Também se notava nas folhas mais novas dos tratamentos 1:5 e 1:10 manchas esbranquiçadas, semelhantes ao sintoma de deficiência de zinco descrita por ALDRICH e LENG (1972) para o milho. ROSS e WEBSTER (1970) relataram que as deficiências de zinco na cultura do sorgo são relativamente comuns nos Estados Unidos principalmente em culturas irrigadas, que exigem movimento de solo para a sistematização.

O desenvolvimento aparente das plantas seguiu as diluições das soluções nutritivas.

Possivelmente devido à época de semeadura tardia, o ciclo das plantas não foi diferente para as duas cultivares de sorgo sacarino. A época de semeadura provavelmente fez com que fosse acelerado o ciclo biológico das plantas,

principalmente da cultivar Brandes.

5.1.2. PRODUÇÃO DE MATÉRIA VERDE DE COLMOS

Os resultados obtidos para produção de matéria verde de colmos, em grama/planta e em kg/ha, para uma população estimada de 50.000 plantas/ha encontram-se na TABELA 2.

Pela referida tabela nota-se que a cultivar Brandes produziu mais do que a cultivar Rio no tratamento 1:1, mas nos demais tratamentos a cultivar Rio produziu mais, demonstrando talvez uma maior capacidade de produção em condições de baixa fertilidade. Houve acentuado efeito dos níveis de nutrientes, mas de maneira geral as produções foram baixas quando comparadas às de outros ensaios conduzidos com a cultura em condições de campo (SERRA et alii, 1978a). Isto provavelmente possa ser explicado pela semeadura tardia, que fez com que as plantas, apesar de crescerem mais rapidamente, apresentassem porte menor, conforme relata ARNON (1975) para a cultura do milho.

5.1.3. PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA

As produções de matéria seca total e por partes da planta de sorgo sacarino encontram-se na TABELA 3.

Pela TABELA 3 nota-se que os níveis de nutrientes na solução afetaram a produção de matéria seca de raízes das duas cultivares de maneira semelhante, pois a interação não foi significativa. Quanto ao efeito dos níveis, verificou-se que a produção de matéria seca de raízes somente foi

diminuída no nível 1:10 de solução nutritiva.

Quanto à matéria seca de colmos, a cultivar Rio sempre produziu mais do que a cultivar Brandes, o que não aconteceu com a produção de colmos verdes (TABELA 2). Isto deve ter acontecido porque a cultivar Brandes provavelmente tenha apresentado um maior teor de umidade, ou ainda, menor porcentagem de fibras do que a cultivar Rio. Verificou-se ainda uma sensível redução da matéria seca de colmos quando se passou do nível 1:1 para 1:5.

A produção de matéria seca de folhas foi equivalente para as duas cultivares e seguiu as diluições da solução nutritiva, ao passo que a matéria seca de raquis só apresentou diminuição de produção quando se passou do nível 1:1 para o nível 1:5 para a cultivar Rio e de 1:5 para 1:10 para a cultivar Brandes.

A cultivar Brandes sempre produziu mais grãos do que a cultivar Rio, e os níveis de nutrientes na solução afetaram apenas a produção de grãos da cultivar Brandes. Explica-se o coeficiente de variação alto pela ocorrência de diversas parcelas com valor 0,0, onde as plantas não chegaram a apresentar grãos.

A produção de matéria seca total acompanhou as diluições na solução nutritiva para as duas cultivares. Comparando-se as cultivares verificou-se apenas que no nível 1:10, a cultivar Rio produziu mais do que a cultivar Brandes.

Os resultados obtidos demonstram que existe uma diferença na distribuição de matéria seca para as duas cultivares, principalmente nos níveis 1:1 e 1:5, onde a matéria

seca total, matéria seca de folhas e de raízes foram semelhantes para as duas cultivares, mas a cultivar Rio produziu mais colmos secos, e a cultivar Brandes produziu mais grãos nestes níveis.

Comparado aos trabalhos de MALAVOLTA e LOURENÇO (1976) e ROSOLEM (1978), o sorgo sacarino produziu em média cerca de 4 vezes mais matéria seca do que o sorgo granífero.

5.1.4. TEORES E QUANTIDADES DE NUTRIENTES CONTIDOS NAS PARTES DAS PLANTAS

Na TABELA 4 encontram-se os teores e quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio contidos nas partes da planta de sorgo e os totais absorvidos pela planta toda.

Em linhas gerais pode-se dizer que as quantidades de nitrogênio e potássio contidas na planta toda, raízes, folhas, raquis e grãos seguiram a produção de matéria seca, e sofreram os efeitos das diluições na solução nutritiva. Entretanto, para colmos, as quantidades de nitrogênio e potássio mostraram comportamento um pouco diferente com relação à matéria seca pois os teores encontrados nos colmos da cultivar Brandes tenderam a ser maiores do que os da cultivar Rio, compensando a menor produção de matéria seca, principalmente nos níveis 1:5 e 1:1. Os resultados obtidos parecem demonstrar que ambas as cultivares têm capacidade de absorção de nitrogênio e potássio semelhantes.

A quantidade de nitrogênio contida nas plantas de sorgo sacarino foi da ordem de 3,4 vezes maior do que a

média de 5 cultivares de sorgo granífero obtida por ROSOLEM (1978). Os teores de nitrogênio nas partes da planta de sorgo sacarino, foram em média 1,2 vezes maiores do que no sorgo granífero obtidos por MALAVOLTA e LOURENÇO (1976b), demonstrando que a maior absorção de nitrogênio pelo sorgo sacarino se deu em função principalmente da maior produção de matéria seca por planta.

A quantidade média de potássio na planta de sorgo sacarino foi da ordem de 14,4 vezes maior do que a média das quantidades contidas em 5 cultivares de sorgo granífero, obtida por ROSOLEM (1978), e os teores, em média, para todas as partes da planta, foram 1,3 vezes maiores no sorgo granífero obtidos por MALAVOLTA e LOURENÇO (1976b). Esta aparente discrepância entre os valores ocorreu porque o sorgo sacarino apresentou maior produção de matéria seca de colmos do que o sorgo granífero, e os colmos contêm altos teores de potássio.

Os teores de fósforo em todas as partes das plantas, com poucas exceções, foram semelhantes para as duas cultivares, resultando em extrações semelhantes para as mesmas. Quanto ao efeito dos níveis de nutrientes pode-se inferir que as mesmas considerações feitas para nitrogênio e potássio são válidas também para o fósforo.

A quantidade média de fósforo contida no sorgo sacarino foi da ordem de 3,2 vezes maior do que aquela contida em média de 5 cultivares de sorgo granífero obtidas por ROSOLEM (1978), e os teores, em média de todas as partes da planta foram 1,4 vezes maiores no sorgo granífero obtidos por MALAVOLTA e LOURENÇO (1976b), demonstrando que a maior absorção de fósforo pelo sorgo sacarino se deu em função princi -

palmente da maior produção de matéria seca.

Na TABELA 5 encontram-se os teores e quantidades de cálcio, magnésio e enxôfre contidos nas partes das plantas toda de sorgo sacarino.

Com exceção da quantidade de cálcio contida nos grãos para a cultivar Rio e na raquis para a cultivar Brandes, as quantidades de cálcio contidas nas demais partes e em toda a planta de sorgo sacarino sofreram influência dos níveis de nutrientes na solução nutritiva (TABELA 5).

No nível 1:1 de solução a cultivar Rio absorveu mais cálcio do que a cultivar Brandes, e isto pode ser explicado pelos teores encontrados nas raízes, que foram muito maiores para a cultivar Rio, uma vez que não houve diferença significativa entre as produções de matéria seca de raízes das duas cultivares (TABELA 3). Com exceção das raízes, a cultivar Brandes apresentou em geral maiores teores e maiores quantidades de cálcio absorvidas por parte da planta, e estes resultados não acompanharam exatamente as produções de matéria seca, refletindo talvez uma maior capacidade de absorção e translocação de cálcio na cultivar Brandes.

Os teores de cálcio encontrados no sorgo granífero por MALAVOLTA e LOURENÇO (1976b) foram em média 1,7 vezes maiores que a média encontrada no presente trabalho para o sorgo sacarino, o que leva a se inferir que as quantidades absorvidas pelo último são maiores do que aquelas absorvidas pelo sorgo granífero, pois o sorgo sacarino produziu 3,8 vezes mais matéria seca.

Com exceção de folhas e grãos, onde a cultivar

Brandes apresentou mais magnésio, as quantidades deste nutriente que foram absorvidas pelas duas cultivares foram semelhantes. Estas maiores quantidades de magnésio nas folhas e grãos da cultivar Brandes são explicadas pela produção de matéria seca (TABELA 3) e pelos teores de nutriente (TABELA 5).

As quantidades de magnésio contidas nas plantas sempre foram influenciadas pelas concentrações de nutrientes na solução nutritiva. O mesmo não aconteceu para teores de magnésio nos colmos e folhas da cultivar Brandes e grãos de ambas as cultivares, mostrando que nestes casos a redução na matéria seca (TABELA 3) foi mais importante para a redução na quantidade absorvida, havendo certa independência entre teores de magnésio no tecido e magnésio disponível no substrato.

Os teores de magnésio obtidos para o sorgo granífero em média, por MALAVOLTA e LOURENÇO (1976b), são 1,4 vezes maiores do que os encontrados no sorgo sacarino no presente trabalho. Entretanto, levando-se em consideração a produção de matéria seca, pode-se inferir que o sorgo sacarino absorve mais magnésio do que o sorgo granífero.

As quantidades e os teores de enxofre nas partes da planta de sorgo sacarino, com algumas exceções, foram influenciadas pelas concentrações de nutrientes na solução nutritiva. Apesar da diminuição verificada nos teores, as quantidades de enxofre absorvidas seguem de perto as produções de matéria seca.

Na TABELA 6 encontram-se os teores e quantidades de ferro e cobre contidas nas partes das plantas de sorgo, bem como os totais absorvidos.

Nota-se pela referida tabela que os teores e as quantidades de ferro contidos nas partes da planta de sorgo sacarino, com algumas exceções, foram influenciadas pelas concentrações de nutrientes na solução nutritiva.

As quantidades totais de ferro absorvidas pelas duas cultivares foram semelhantes, mas os teores nas raízes da cultivar Rio, apesar da não significância estatística em alguns casos, foram em geral maiores do que aquelas da cultivar Brandes. Com relação aos outros órgãos das plantas, o inverso parece ser verdadeiro de maneira geral tanto para teores como para quantidades. Este fato, aliado às deficiências observadas, leva a se pensar que a cultivar Brandes tem maior dificuldade para absorver o ferro do substrato, mas o translocamento do nutriente para as outras partes da planta parece ser mais fácil para esta cultivar do que para a cultivar Rio. É comum encontrar-se na literatura relatos de cultivares de sorgo mais ou menos eficientes para absorver ferro, existindo atualmente nos Estados Unidos linhas de melhoramento que levam este fato em consideração.

As quantidades de cobre absorvidas pelo sorgo seguem de perto os resultados obtidos para matéria seca. É interessante ressaltar que as concentrações de nutrientes na solução nutritiva somente afetaram significativamente os teores de cobre nas raízes e folhas da cultivar Brandes.

Encontram-se na TABELA 7 os resultados obtidos para teores e quantidades de manganês e zinco nas partes das plantas de sorgo sacarino, e a absorção total de manganês e zinco pelas mesmas.

No nível 1:1, a cultivar Brandes absorveu mais

manganês do que a cultivar Rio. Isto se explica principalmente pela maior quantidade do nutriente contida nos grãos e nas folhas e pelo maior teor encontrado nas folhas. Nos demais órgãos os teores foram, de maneira geral compensados pela produção de matéria seca, resultando em absorções semelhantes para as duas cultivares.

Com exceção dos teores nos grãos de ambas as cultivares, e das quantidades nos grãos da cultivar Rio, a concentração de nutrientes na solução teve influência na absorção de manganês pelo sorgo sacarino.

As cultivares Brandes e Rio absorveram quantidades totais de zinco semelhantes entre si, mas houve efeito das concentrações da solução nutritiva nas quantidades absorvidas. Este fato é explicado pelas diminuições observadas nos teores de zinco na maioria dos casos e ainda pela diminuição da produção de matéria seca das partes das plantas.

Nos órgãos e nos níveis em que uma ou outra cultivar apresentou maiores ou menores teores ou quantidades de zinco, estes valores foram compensados pelas diferenças na produção de matéria seca entre cultivares e entre órgãos, de maneira que as absorções totais fossem semelhantes para as duas cultivares.

A capacidade de absorção de nutrientes do substrato em geral foi semelhante para as duas cultivares, com as seguintes exceções: a cultivar Brandes absorveu mais nitrogênio do que a cultivar Rio no nível 1:5 de solução nutritiva, e mais manganês no nível 1:1 da solução, ao passo que a cultivar Rio absorveu mais cálcio no nível 1:1, mais enxôfre nos níveis 1:1 e 1:10, e mais cobre no nível 1:10 de con

centração de nutrientes na solução nutritiva.

5.1.5. EXIGÊNCIAS E EXPORTAÇÕES DE NUTRIENTES EM CONDIÇÃO DE CASA DE VEGETAÇÃO

Considerando-se as produções obtidas e as quantidades de nutrientes contidas nas partes da planta de sorgo sacarino cultivado no nível 1:1 de solução nutritiva, extrapoladas para uma população de 50000 plantas por hectare, elaborou-se a TABELA 8, que contém os valores obtidos para as exigências de nutrientes pelo sorgo sacarino.

Nota-se pela TABELA 8 que as exigências em N, P, K, Mg, Fe, Cu e Zn são semelhantes para as duas cultivares, mas a cultivar Rio extrai do substrato mais Ca e S e menos Mn do que a cultivar Brandes. Considerando-se a utilização apenas dos colmos para industrialização, as quantidades de nutrientes exportadas poderiam ser consideradas semelhantes para as cultivares, mas quando se considera a exportação pelos colmos mais a exportação pelos grãos, a cultivar Brandes exporta mais nutrientes do solo do que a cultivar Rio em quantidades absolutas.

Nesta condição a cultivar Brandes exporta 55% do N, 41% do P, 69% do K, 16% do Ca, 38% do Mg, 47% do S, 6% do Fe, 55% do Cu, 10% do Mn e 14% do Zn absorvidos; a cultivar Rio exporta 59% do N, 43% do P, 72% do K, 10% do Ca, 44% do Mg, 60% do S, 7% do Fe, 66% do Cu, 8% do Mn e 10% do Zn absorvidos.

É interessante notar na TABELA 7 as altas exigências do sorgo sacarino, principalmente em potássio e fer-

ro.

Os valores das exigências nutricionais do sorgo sacarino observados no presente trabalho são, em média, inferiores para N, P, Ca, Mg e S, quando comparados aos dados obtidos com sorgo granífero por MALAVOLTA e LOURENÇO (1976b); e superiores, em média para N, P e K em relação aos dados obtidos com sorgo granífero por ROSOLEM (1978).

Há que se ressaltar que a população estimada para um hectare de sorgo granífero é de 150000 plantas, e para o sorgo sacarino de 50000 plantas, assim, embora as exigências nutricionais por planta deste último sejam maiores, algumas cultivares de sorgo granífero, como aquela com a qual trabalharam MALAVOLTA e LOURENÇO (1976b), podem mostrar-se mais exigentes em alguns nutrientes quando se considera a unidade de área ocupada por planta.

Na TABELA 9 encontram-se as quantidades de nutrientes exigidos e exportados por uma produção de 1000 kg de colmos verdes de sorgo sacarino, considerando a utilização apenas dos colmos para industrialização.

Nestas condições, a ordem decrescente de exigências em nutrientes seria, para as duas cultivares:

$K > N > Ca > Mg > P > S$ e $Fe > Mn > Cu > Zn$.

E a ordem decrescente de exportação, também para as duas cultivares, seria aproximadamente:

$K > N > Mg > P > S > Ca$ e $Fe > Cu > Mn > Zn$.

Estas ordens não são coincidentes com aquelas relatadas por MALAVOLTA (1973) para o sorgo granífero, que é a seguinte:

exigência - N > K > Ca > P > Mg > S
exportação - N > K > P > Ca > Mg > S

5.1.6. EFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS

As eficiências nutricionais calculadas para o sorgo sacarino encontram-se na TABELA 10.

A exemplo do que relataram AMARAL (1975) e ROSOLEM (1978), à medida que se diluiu a solução nutritiva, as eficiências nutricionais do sorgo sacarino aumentaram, com algumas exceções.

Nota-se ainda pela TABELA 10 que as eficiências nutricionais da cultivar Brandes, com exceção do Mn, foram maiores do que as da cultivar Rio no nível 1:1 de solução nutritiva. Os resultados obtidos para as eficiências não apresentaram a correspondência esperada com aqueles referentes a matéria seca, (TABELA 3), mas ocorreram correspondências perfeitas com a produção de matéria verde de colmos (TABELA 2).

No nível 1:10, com exceção do cobre, a cultivar Rio apresentou maiores eficiências nutricionais e também maiores produções de matéria verde de colmos, demonstrando a validade da hipótese levantada por MALAVOLTA (1976), para a cultura do sorgo sacarino, segundo a qual uma planta mais eficiente deve produzir mais.

Talvez em outras condições, onde as plantas pudessem apresentar ciclo biológico com duração normal, a cultivar Rio poderia mostrar-se mais eficiente também no nível 1:1 de solução nutritiva, pois seu ciclo é menor do que o ciclo da cultivar Brandes.

TABELA 2. Produção de colmos verdes, em g/planta e em kg/ha estimados para uma população de 50000 plantas/ha em casa de vegetação

Solução	g/planta	kg/ha	g/planta	kg/ha	D M S ^a / C.V. a/
1:1	566,0	28229	461,5	23074	3313
1:5	271,5	13577	354,1	17705	3313
1:10	196,2	9812	286,5	14326	3313
D M S ^a / C.V. a/		4028		4028	+ +
			12,5%		+ +

a/ Referem-se aos dados em kg/ha.

TABELA 3. Matéria seca total produzida pela planta de sorgo sa carino por suas partes, em casa de vegetação, por cultivar, em solução nutritiva completa, diluída a 1:5 e a 1:10

Solução	Órgão	M A T É R I A			S E C A (g)			
		Brandes	Rio	D M S	Órgão	Brandes	Rio	D M S
1:1	RAIZ	49,22	42,33	n.s.	RAQUIS	9,53	8,96	n.s.
1:5		48,47	43,14	n.s.		8,58	4,88	2,47
1:10		34,55	28,51	n.s.		5,02	4,48	n.s.
D M S		10,79	10,79	n.s.		3,00	3,00	n.s.
C.V.			14,6%				24,0%	
1:1	COLMO	149,75	209,9	27,69	GRÃOS	19,19	3,86	3,60
1:5		77,54	119,37	27,69		3,95	0,19	3,60
1:10		50,59	106,97	27,69		5,99	0,29	3,60
D M S		33,55	33,65	n.s.		4,37	n.s.	++
C.V.			15,7%				43,4%	
1:1	FOLHAS	51,15	44,85	n.s.	TOTAL	278,84	309,90	n.s.
1:5		40,47	38,12	n.s.		179,01	205,70	n.s.
1:10		25,02	29,89	n.s.		121,18	170,15	43,02
D M S		12,61	12,61	n.s.		52,29	52,29	n.s.
C.V.			18,3%				13,7%	

TABELA 4. Teores (X) e quantidades (g/planta) de Nitrogênio, Fósforo e Potássio, contidos nas partes da planta de sorgo sacarino cultivadas em solução completa, diluída a 1:5 e a 1:10, por parte e por cultivar

CULTIVO	SOLUÇÃO	NITROGÊNIO						FÓSFORO						POTÁSSIO					
		X			g/planta			X			g/planta			X			g/planta		
		Brandes	Rio	DMS	Brandes	Rio	DMS	Brandes	Rio	DMS	Brandes	Rio	DMS	Brandes	Rio	DMS	Brandes	Rio	DMS
SAIZ	1:1	1,73	1,78	n.s.	0,87	0,76	n.s.	0,48	0,58	0,05	0,24	0,25	n.s.	1,96	1,75	0,37	0,99	0,74	0,16
	1:5	1,38	1,05	0,13	0,67	0,46	0,15	0,18	0,20	n.s.	0,09	0,09	n.s.	1,57	1,41	n.s.	0,76	0,60	n.s.
	1:10	0,84	0,92	n.s.	0,29	0,26	n.s.	0,10	0,13	n.s.	0,03	0,04	n.s.	0,83	1,00	n.s.	0,29	0,27	n.s.
	DMS	0,16	0,16	n.s.	0,18	0,18	n.s.	0,06	0,06	n.s.	0,05	0,05	n.s.	0,45	0,45	n.s.	0,19	0,19	n.s.
	C V X		7,1			18,6			12,9			24,5			17,6				17,6
COLMO	1:1	1,33	1,12	n.s.	2,00	2,51	0,27	0,20	0,18	n.s.	0,30	0,38	0,04	3,14	2,36	0,09	4,71	4,93	n.s.
	1:5	0,94	0,52	n.s.	0,73	0,62	n.s.	0,12	0,10	n.s.	0,09	0,12	n.s.	1,04	0,71	0,09	0,81	0,84	n.s.
	1:10	0,51	0,49	n.s.	0,26	0,52	n.s.	0,06	0,07	n.s.	0,03	0,07	0,04	0,69	0,56	0,09	0,35	0,59	n.s.
	DMS	0,18	0,18	n.s.	0,33	0,33	*	0,03	0,03	n.s.	0,04	0,04	n.s.	0,11	0,11	**	0,53	0,53	n.s.
	C V X		12			16,7			12,9			14,7			4,4				14,4
FOLHAS	1:1	1,70	1,88	0,13	0,87	0,85	n.s.	0,59	0,60	n.s.	0,30	0,27	n.s.	2,33	2,41	n.s.	1,19	1,07	n.s.
	1:5	1,34	1,12	0,13	0,54	0,43	n.s.	0,33	0,24	0,05	0,13	0,09	0,04	1,28	0,91	0,17	0,51	0,35	0,13
	1:10	1,03	0,78	0,13	0,25	0,23	n.s.	0,17	0,14	n.s.	0,04	0,04	n.s.	0,92	0,53	0,17	0,23	0,16	n.s.
	DMS	0,16	0,16	**	0,18	0,18	n.s.	0,06	0,06	*	0,05	0,05	n.s.	0,20	0,20	**	0,16	0,16	n.s.
	C V X		6,9			18,8			10,3			8,6			8,1				15,0
RAQUIS	1:1	2,58	3,12	0,43	0,25	0,28	n.s.	0,26	0,32	n.s.	0,02	0,03	n.s.	0,81	0,75	n.s.	0,08	0,07	n.s.
	1:5	2,27	2,24	n.s.	0,19	0,11	0,06	0,23	0,19	n.s.	0,02	0,01	n.s.	0,48	0,59	n.s.	0,04	0,03	n.s.
	1:10	1,58	2,08	0,43	0,08	0,09	n.s.	0,13	0,19	0,06	0,01	0,01	n.s.	0,46	0,42	n.s.	0,02	0,02	n.s.
	DMS	0,52	0,52	n.s.	0,07	0,07	*	0,08	0,08	*	n.s.	n.s.	n.s.	0,09	0,09	n.s.	0,02	0,02	n.s.
	C V X		12,4			22,4			19,2			21,0			8,7				21,6
GRÃOS	1:1	2,17	1,69	n.s.	0,41	0,09	0,08	0,48	0,39	n.s.	0,09	0,02	0,02	0,28	0,36		0,05	0,01	0,01
	1:5	1,86	0,54	0,26	0,04	0,01	n.s.	0,41	0,12	0,26	0,02	0,00	n.s.	0,34	0,15		0,01	0,00	0,01
	1:10	2,29	0,60	0,26	0,14	0,01	0,08	0,20	0,13	n.s.	0,01	0,00	n.s.	0,36	0,16		0,02	0,00	0,01
	DMS	n.s.	n.s.	n.s.	0,10	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	0,02	0,02	**	n.s.	n.s.		0,01	n.s.	**
	C V X		53,5			46,2			61,4			44,5			74,6				42,7
TOTAL	1:1				4,41	4,40	n.s.				0,96	0,94	n.s.				7,03	6,82	n.s.
	1:5				2,17	1,62	0,45				0,35	0,31	n.s.				2,13	1,83	n.s.
	1:10				1,02	1,11	n.s.				0,12	0,14	n.s.				0,91	1,04	n.s.
	DMS				0,54	0,54	n.s.				0,11	0,11	n.s.				0,64	0,64	n.s.
	C V X					12,2						13,12							10,7

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

TABELA 5. Teores (X) e quantidades (g/planta) de Cálcio, Magnésio e Enxofre, contidos nas partes da planta de sorgo sacarino cultivadas em solução completa, diluída a 1:5 e a 1:10, por parte da planta, por cultivar e por solução nutritiva

GRÃO	SOLUÇÃO	C Á L C I O						M A G N É S I O						E N X O F R E					
		I			g/planta			I			g/planta			I			g/planta		
		Brandes	Rio	DMS	Brandes	Rio	DMS	Brandes	Rio	DMS	Brandes	Rio	DMS	Brandes	Rio	DMS	Brandes	Rio	DMS
RAIZ	1:1	1,27	2,94	0,18	0,64	1,24	0,19	0,39	0,55	0,05	0,20	0,23	n.s.	0,30	0,31	n.s.	0,15	0,13	n.s.
	1:5	0,29	0,36	n.s.	0,14	0,16	n.s.	0,20	0,24	n.s.	0,10	0,10	n.s.	0,25	0,19	0,04	0,12	0,08	0,03
	1:10	0,22	0,31	n.s.	0,08	0,08	n.s.	0,19	0,24	0,05	0,06	0,07	n.s.	0,21	0,20	n.s.	0,07	0,06	n.s.
	DMS	0,22	0,22	**	0,23	0,23	**	0,06	0,06	**	0,04	0,04	n.s.	0,05	0,05	*	0,03	0,03	n.s.
	C V X		13,9			13,4			11,5			17,4			10,3			16,7	
COLMO	1:1	0,15	0,08	0,02	0,22	0,17	0,03	0,26	0,25	n.s.	0,040	0,52	n.s.	0,40	0,52	n.s.	0,16	0,19	0,02
	1:5	0,02	0,08	0,01	0,08	0,01	0,03	0,23	0,11	0,08	0,18	0,13	n.s.	0,14	0,14	n.s.	0,11	0,16	0,05
	1:10	0,06	0,01	0,02	0,03	0,01	n.s.	0,23	0,16	0,08	0,12	0,16	n.s.	0,17	0,16	n.s.	0,08	0,17	0,05
	DMS	0,02	0,02	*	0,04	0,04	n.s.	n.s.	0,09	n.s.	0,17	0,17	n.s.	n.s.	0,03	n.s.	0,07	0,07	*
	C V X		16,9			25,6			25,2			38,7			10,6			19,1	
FOLHAS	1:1	1,08	0,82	0,06	0,55	0,37	0,08	0,96	0,88	n.s.	0,49	0,40	0,08	0,25	0,27	b.s.	0,13	0,11	n.s.
	1:5	0,91	0,68	0,06	0,37	0,26	0,08	0,88	0,66	0,09	0,35	0,25	0,08	0,17	0,16	n.s.	0,06	0,06	n.s.
	1:10	0,88	0,64	0,06	0,22	0,19	n.s.	0,87	0,60	0,09	0,21	0,19	n.s.	0,17	0,21	n.s.	0,04	0,06	n.s.
	DMS	0,07	0,07	n.s.	0,10	0,10	*	n.s.	0,11	*	0,09	n.s.	0,06	0,06	0,06	n.s.	0,02	0,02	n.s.
	C V X		4,7			16,3			7,8			16,3			16,7			16,9	
RAQUIS	1:1	0,11	0,11	n.s.	0,011	0,011	n.s.	0,39	0,43	n.s.	0,04	0,04	n.s.	0,09	0,16	0,03	0,009	0,013	n.s.
	1:5	0,17	0,06	0,05	0,014	0,002	0,006	0,45	0,30	0,05	0,04	0,01	0,01	0,12	0,12	n.s.	0,010	0,006	n.s.
	1:10	0,16	0,04	0,05	0,008	0,002	0,006	0,42	0,30	0,05	0,02	0,01	n.s.	0,10	0,11	n.s.	0,005	0,005	n.s.
	DMS	n.s.	0,06	**	n.s.	0,007	*	0,06	0,06	**	0,01	0,01	*	n.s.	0,03	**	n.s.	0,006	n.s.
	C V X		29,3			50,8			9,5			29,0			14,7			40,2	
GRÃOS	1:1	0,01	0,008	n.s.	0,002	0,001	0,001	0,26	0,19	n.s.	0,049	0,01	0,008	0,11	0,15	n.s.	0,028	0,006	0,006
	1:5	0,01	0,005	n.s.	0,001	0,001	n.s.	0,23	0,08	n.s.	0,009	0,001	0,008	0,05	0,17	0,09	0,007	0,001	0,006
	1:10	0,01	0,005	n.s.	0,001	0,001	n.s.	0,25	0,08	0,16	0,015	0,015	0,008	0,04	0,17	0,09	0,010	0,001	0,006
	DMS	n.s.	n.s.	n.s.	0,001	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,010	0,010	**	n.s.	n.s.	n.s.	0,007	n.s.	**
	C V X		77,4			69,5			58,5			40,1			54,5			45,8	
TOTAL	1:1				1,43	1,79	0,21				1,17	1,20	n.s.				0,55	0,66	0,07
	1:5				0,59	0,43	n.s.				0,67	0,50	n.s.				0,27	0,31	n.s.
	1:10				0,33	0,29	n.s.				0,43	0,43	n.s.				0,22	0,29	0,07
	DMS				0,25	0,25	**				0,23	0,23	n.s.				0,08	0,08	n.s.
	C V X					17,3						17,7						12,0	

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

TABELA 6. Teores (ppm) e quantidades de Ferro e Cobre contidos nas partes da planta de sorgo sacarino cultivadas em solução completa, diluídas a 1:5 e a 1:10, por parte da planta, por cultivar e por solução nutritiva

ÓRGÃO	SOLUÇÃO	F E R R O						C O B R E					
		ppm			mg/planta			ppm			mg/planta		
		Brandes	Rio	DMS	Brandes	Rio	DMS	Brandes	Rio	DMS	Brandes	Rio	DMS
RAIZ	1:1	6,88	9,41	52	34,79	39,57	n.s.	8,72	9,69	n.s.	0,44	0,41	n.s.
	1:5	2,36	3,00	52	11,21	13,00	n.s.	6,65	7,66	n.s.	0,31	0,33	n.s.
	1:10	2,09	1,98	n.s.	7,20	5,64	n.s.	5,13	7,66	2,04	0,18	0,22	n.s.
	DMS	63	63	**	6,39	6,39	n.s.	2,49	n.s.	n.s.	0,12	0,12	n.s.
	C V X		8,1			19,1			18,2				21,7
COLMO	1:1	15,7	16,8	n.s.	2,35	3,54	n.s.	7,66	7,66	n.s.	1,15	1,61	0,21
	1:5	59,68	12,8	60	4,80	1,52	1,60	7,69	7,66	n.s.	0,59	0,91	0,21
	1:10	14,7	17,8	n.s.	0,74	1,90	n.s.	7,66	7,66	n.s.	0,39	0,82	0,21
	DMS	7,3	n.s.	**	1,95	1,95	**	n.s.	n.s.		0,26	0,26	n.s.
	C V X		17,6			43,6			0,3				15,7
FOLHAS	1:1	2,76	1,81	49	14,14	8,12	1,70	12,12	9,68	2,11	0,62	0,43	0,18
	1:5	1,95	1,83	n.s.	7,76	6,95	n.s.	8,17	8,17	n.s.	0,32	0,31	n.s.
	1:10	71	65	n.s.	3,25	1,96	n.s.	7,67	7,67	n.s.	0,19	0,23	n.s.
	DMS	59	59	*	2,07	2,07	**	2,56	n.s.	n.s.	0,12	0,12	**
	C V X		20,3			16,33			15,9				18,8
RAQUIS	1:1	44,90	18,05	5,63	0,43	0,16	0,07	6,36	6,65	n.s.	0,06	0,06	n.s.
	1:5	14,47	11,15	n.s.	0,12	0,05	n.s.	6,65	6,14	n.s.	0,06	0,03	0,02
	1:10	16,52	14,1	n.s.	0,08	0,06	n.s.	7,16	5,64	n.s.	0,04	0,03	n.s.
	DMS	6,84	6,84	**	0,09	0,09	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,03	n.s.
	C V X		19,1			40,0			18,3				32,6
GRÃOS	1:1	42,35	12,50	9,15	0,81	0,06	0,06	7,66	4,72	n.s.	0,15	0,03	0,03
	1:5	19,55	3,93	9,15	0,08	0,01	0,06	7,66	1,41	3,50	0,04	0,01	0,03
	1:10	13,20	3,93	9,15	0,08	0,01	0,06	7,66	1,92	3,50	0,05	0,01	0,03
	DMS	11,12	n.s.	*	0,08	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	0,03	n.s.	**
	C V X		38,7			25,1			45,6				44,2
TOTAL	1:1				52,48	51,46	n.s.				2,41	2,52	n.s.
	1:5				24,05	21,73	n.s.				1,32	1,58	n.s.
	1:10				11,35	9,56	n.s.				0,84	1,29	0,28
	DMS				7,19	7,19	n.s.				0,34	0,34	n.s.
	C V X					14,0							11,2

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

TABELA 7. Teores (ppm) e quantidades (mg/planta) de Manganês e Zinco contidos nas plantas de sorgo sacarino cultivadas em solução completa, diluída em solução completa, diluída a 1:5 e a 1:10, por parte da planta por cultivar e por solução nutritiva

ÓRGÃO	SOLUÇÃO	M A N G A N Ê S						Z I N C O					
		ppm			mg/planta			ppm			mg/planta		
		Brandes	Rio	DMS	Brandes	Rio	DMS	Brandes	Rio	DMS	Brandes	Rio	DMS
RAIZ	1:1	99,07	60,10	12,59	3,99	2,99	n.s.	12,02	14,60	n.s.	0,61	0,61	n.s.
	1:5	32,15	51,58	12,59	1,55	2,26	n.s.	10,21	13,00	2,59	0,50	0,57	n.s.
	1:10	12,97	24,73	n.s.	0,44	0,70	n.s.	8,52	16,75	2,59	0,29	0,48	0,16
	DMS	15,30	15,30	**	1,35	1,35	n.s.	3,15	3,15	**	0,20	n.s.	n.s.
	C V %		19,52			37,7			13,9			31,5	
COLMO	1:1	4,71	2,97	0,66	0,71	0,62	n.s.	0,47	0,32	0,11	0,04	0,07	0,02
	1:5	2,54	1,64	0,66	0,20	0,20	n.s.	0,28	0,12	0,11	0,02	0,01	n.s.
	1:10	0,70	0,74	n.s.	0,04	0,08	n.s.	0,73	0,12	0,11	0,04	0,01	0,02
	DMS	0,81	0,81	**	0,14	0,14	n.s.	0,14	0,14	**	n.s.	0,03	*
	C V %		20,2			24,7			22,1			48,0	
FOLHAS	1:1	139,0	116,5	12,7	7,11	5,25	0,88	15,22	14,75	n.s.	0,78	0,67	n.s.
	1:5	53,0	45,2	n.s.	2,11	1,70	n.s.	10,77	10,82	n.s.	0,43	0,41	n.s.
	1:10	43,6	30,4	12,7	1,10	0,91	n.s.	11,89	9,80	n.s.	0,29	0,29	n.s.
	DMS	15,5	15,5	n.s.	1,07	1,07	*	3,47	3,47	n.s.	0,16	0,15	n.s.
	C V %		12,1			19,6			15,8			18,4	
RAQUIS	1:1	26,9	43,7	6,6	0,25	0,39	0,09	10,37	16,52	4,32	0,10	0,15	n.s.
	1:5	31,9	27,4	n.s.	0,27	0,13	0,09	15,90	19,28	n.s.	0,13	0,09	n.s.
	1:10	17,0	21,4	n.s.	0,09	0,10	n.s.	21,35	19,48	n.s.	0,10	0,09	n.s.
	DMS	8,1	8,1	**	0,11	0,11	**	5,25	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
	C V %		16,0			28,9			17,0			33,9	
GRÃOS	1:1	25,55	28,13	n.s.	0,49	0,15	0,14	9,84	10,21	n.s.	0,19	0,05	0,06
	1:5	30,03	9,90	n.s.	0,12	0,01	0,14	20,35	10,08	n.s.	0,08	0,01	0,06
	1:10	29,33	11,20	n.s.	0,17	0,01	n.s.	24,75	9,45	n.s.	0,15	0,01	0,06
	DMS	n.s.	n.s.	n.s.	0,16	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	0,07	n.s.	n.s.
	C V %		66,0			57,0			83,0			50,1	
TOTAL	1:1				12,55	9,40	1,72				1,72	1,55	n.s.
	1:5				4,26	4,29	n.s.				1,16	1,09	n.s.
	1:10				1,84	1,79	n.s.				0,87	0,88	n.s.
	DMS				2,09	2,09	*				0,28	0,28	n.s.
	C V %					20,4						12,8	

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

TABELA 8. Exigências de nutrientes e produção de M.S. 50000 plantas de sorgo saca rino/ha

ÓRGÃO	CULTIVAR	N U T R I E N T E S											Prod. kg/ha
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn		
		kg/ha											
RAIZ	Brandes	43,5	12,0	49,5	32,0	10,0	7,5	17,40	22	200	31	2461	
	Rio	38,0	12,5	37,0	62,0	11,5	6,5	19,79	21	150	31	2117	
COLMO	Brandes	100,0	15,0	235,5	11,0	20,0	11,5	118	58	36	2	7488	
	Rio	125,5	19,0	246,5	8,5	26,0	19,5	177	81	31	4	10495	
FOLHAS	Brandes	43,5	15,0	59,5	27,5	24,5	6,5	707	31	356	39	2558	
	Rio	42,5	13,5	53,5	18,5	20,0	5,5	406	22	263	34	2243	
RAQUIS	Brandes	12,5	1,0	4,0	0,6	2,0	0,5	22	3	13	5	477	
	Rio	14,0	1,5	3,5	0,6	2,0	0,7	8	3	20	8	448	
GRÃOS	Brandes	20,5	4,5	2,5	0,1	2,5	1,4	41	8	25	10	960	
	Rio	4,5	1,0	0,5	0,1	0,5	0,3	3	2	8	3	193	
TOTAL	Brandes	22,05	48,0	35,15	71,5	58,5	27,5	2624	121	628	87	13942	
	Rio	220,0	47,0	34,10	89,5	60,0	33,0	2573	126	470	78	15495	

TABELA 9. Quantidades de macro (kg) e micronutrientes (mg) exigidos e exportados para uma produção de 1000 kg de colmos de sorgo sacarino

CULTIVAR	PARTE DA PLANTA	N	P	K	— (kg) —		S	Fe	— (g) —		Zn
					Ca	Mg			Cu	Mg	
Brandes	TOTAL	7,81	1,70	12,45	2,53	2,07	0,97	92,95	4,29	22,25	3,08
	COLMOS	3,54	0,53	8,34	0,39	0,71	0,41	4,18	2,05	1,28	0,07
Rio	TOTAL	7,79	1,66	12,08	3,17	2,13	1,17	91,15	4,46	16,65	2,76
	COLMOS	5,44	0,67	8,73	0,30	0,92	0,69	6,27	2,87	1,10	0,14

TABELA 10. Eficiências nutricionais do sorgo sacarino cultivado em solução completa, diluída a 1:5 e a 1:10, por nutriente e por cultivar

SOLUÇÃO	Nutriente	EFICIÊNCIAS			NUTRICIONAIS			
		Brandes	Rio	D M S	Nutriente	Brandes	Rio	D M S
1:1	N	1,564	1,276	0,189	S	12,542	8,555	3,713
1:5		1,527	2,666	0,189		12,219	14,047	n.s.
1:10		2,339	3,133	0,189		11,021	11,888	n.s.
D M S		0,230	0,230	++		n.s.	4,288	+
C.V.		6,1%				15,6%		
1:1	P	7,235	5,974	n.s.	Fe	131,3	109,9	n.s.
1:5		9,539	14,040	n.s.		136,3	201,3	39,6
1:10		19,556	25,689	5,115		216,3	367,0	39,6
D M S		6,217	6,217	n.s.		48,1	48,1	++
C.V.		25,2%				13,8%		
1:1	K	0,982	0,823	n.s.	Cu	28,59	2227	447
1:5		1,555	2,367	0,366		25,09	2731	n.s.
1:10		2,652	3,374	0,366		2886	2725	n.s.
D M S		0,445	0,445	++		n.s.	n.s.	+
C.V.		12,6%				11,3%		
1:1	Ca	4,812	3,166	1,400	Mn	554,3	609,3	n.s.
1:5		5,591	10,138	1,400		782,8	1030,1	n.s.
1:10		7,38	11,938	1,400		1339,8	1948,0	283,0
D M S		1,701	1,701	++		344,1	344,1	+
C.V.		13,1%				18,3%		
1:1	Mg	5,899	4,837	n.s.	Zn	3994	3613	n.s.
1:5		4,987	8,649	1,095		2895	4042	791
1:10		5,578	8,224	1,095		2789	3986	791
D M S		1,331	1,331	++		962	n.s.	+
C.V.		11,6%				15%		

5.2. ACUMULAÇÃO DE MATÉRIA SECA E NUTRIENTES

5.2.1. DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS E ACUMULAÇÃO DE MATÉRIA SECA

No dia 27/12/1977 deu-se o final da emergência das plantas para as duas cultivares.

Até aos 40 dias de idade das plantas, como se pode notar pela FIGURA 1, ambas as cultivares de sorgo apresentaram crescimento relativamente lento, e a partir daí o crescimento foi bem mais rápido. Ambas as cultivares parecem ter apresentado uma tendência a diminuir a taxa de crescimento, medida pela acumulação de matéria seca total a partir de 50% de florescimento, que ocorreu aos 70 dias para a cultivar Rio e aos 90 dias para a cultivar Brandes.

Pela FIGURA 1 pode-se notar ainda que a cultivar Rio, com ciclo de 100 dias aproximadamente, produziu 14600 kg/ha de matéria seca total, ao passo que a cultivar Brandes, com ciclo de aproximadamente 120 dias mostrou uma produção de 16300 kg/ha de matéria seca total.

Os padrões de acumulação de matéria seca de folhas, raquis e grãos foram diferentes para as duas cultivares, o que se pode inferir através das diferentes equações de regressões obtidas.

Com exceção da matéria seca de colmos, correspondente a 64% do total na cultivar Rio e 59% do total na cultivar Brandes, a distribuição relativa da matéria seca foi semelhante para as duas cultivares.

A distribuição obtida para o sorgo sacarino é bem diferente daquela obtida por ROSOLEM (1978) para o sorgo granífero, que apresentou em média 54% da matéria seca total acumulada pela parte aérea da planta nos grãos. Esta diferença é um reflexo da especialização da planta, uma para produção de colmos e outra para produção de grãos, embora pertencendo à mesma espécie.

Os padrões de crescimento do sorgo sacarino foram semelhantes àqueles encontrados para o sorgo granífero - por LANE e WALKER (1961) e por VANDERLIP (1972).

5.2.2. ACUMULAÇÃO DE NITROGÊNIO

Os teores e as quantidades de N nas partes das plantas de sorgo sacarino em função da idade encontram-se na FIGURA 2.

Pela referida figura nota-se que a acumulação total de N, para a cultivar Rio foi muito rápida dos 20 aos 60 dias da emergência das plantas, e obedeceu a uma regressão de 4º grau, ao passo que a acumulação de N pela cultivar Brandes se deu segundo uma regressão cúbica, sendo que o período de grande absorção por unidade de tempo ocorreu dos 20 aos 80 dias da emergência das plantas. Estas diferenças foram devidas principalmente aos teores de N encontrados nas partes das plantas (FIGURA 2), uma vez que os padrões de acumulação de matéria seca total foram semelhantes para as duas cultivares.

No período do emborrachamento até o início de enchimento dos grãos (60 a 80 dias) parece ter havido uma di

minuição da absorção de N do solo pela cultivar Rio, pois ao contrário da acumulação de matéria seca (FIGURA 1), existe - uma grande diminuição dos teores de N nas partes das plantas, com reflexos na acumulação total de N. Ainda é evidente neste período uma redistribuição do N da planta, que vai principalmente das folhas, e até dos colmos para a raquis e grãos (FIGURA 2). Tendências semelhantes foram observadas por LANE e WALKER (1961) para o sorgo granífero.

Já para a cultivar Brandes esta tendência não foi observada, sendo que a redistribuição do N das folhas para os grãos foi evidente apenas a partir do florescimento - (aproximadamente 90 dias), e a acumulação de N nos colmos é praticamente linear durante todo o ciclo da cultura.

É importante ressaltar ainda que, apesar da distribuição relativa da matéria seca ter sido semelhante para as duas cultivares, o mesmo não aconteceu com as quantidades de N contidas nas partes das plantas.

5.2.3. ACUMULAÇÃO DE FÓSFORO

Encontram-se na FIGURA 3 os teores e quantidades de P nas partes das plantas de sorgo sacarino em função da idade, por cultivar.

Considerando-se o ciclo diferente das plantas, a acumulação de P pelas partes das duas cultivares de sorgo foram semelhantes. Vale salientar que para a cultivar Brandes as equações de regressão não se ajustaram perfeitamente aos dados obtidos, apesar da alta significância encontrada - (FIGURA 3).

Para ambas as cultivares, os teores de P apresentaram diminuições em função da idade da planta, com exceção do período compreendido entre o aparecimento do primórdio da panícula (40 dias) e o emborrachamento (60 dias para a cultivar Rio e 80 dias para a cultivar Brandes) (FIGURA 3). Neste mesmo período as quantidades de P acumuladas e a matéria seca não mostraram a mesma tendência, levando a se inferir que a exigência em P disponível no solo foi muito alta.

A tendência de diminuição na taxa de absorção de P relatada por LANE e WALKER (1961) parece ser mais evidente no presente trabalho para a cultivar Brandes do que para a cultivar Rio (FIGURA 3).

Foi notada intensa translocação do P para os grãos, sendo que estes concentraram 53% do total absorvido para a cultivar Rio e 42% para a cultivar Brandes, sendo que estes valores relativos são equivalentes àqueles observados por ROSOLEM (1978), mas são menores do que os relatados por LANE e WALKER (1961) e VANDERLIP (1972) para o sorgo granífero.

5.2.4. ACUMULAÇÃO DE POTÁSSIO

Encontram-se na FIGURA 4 as regressões ajustadas para teores e quantidades de K nas partes das plantas de sorgo sacarino em função da idade.

Segundo os relatos de LANE e WALKER (1961) e VANDERLIP (1972), a acumulação de K pelo sorgo granífero segue os mesmos padrões observados para o nitrogênio. No presente caso, com sorgo sacarino, tal fato ocorreu apenas para

a cultivar Rio, como se pode notar pela FIGURA 4.

A absorção de K pelas duas cultivares foi muito rápida de 20 dias após emergência até poucos dias antes do emborrachamento. Daí até o início do enchimento dos grãos a taxa de absorção de K parece ter diminuído, com um subsequente aumento nos estágios mais tardios da cultura (FIGURA 4).

Embora as quantidades tenham sido diferentes, e as equações ajustadas tenham sido também diferentes em alguns casos, os padrões observados para a absorção de K (FIGURA 4), de maneira geral foram semelhantes para as duas cultivares de sorgo sacarino, tanto para teores como para quantidades contidas nas partes das plantas. Ambas as cultivares apresentaram pequena translocação de potássio, que parece ter sido transportado das folhas para os colmos, que apresentaram 79% do K total absorvido na cultivar Brandes e 85% na cultivar Rio (FIGURA 4).

5.2.5. ACUMULAÇÃO DE CÁLCIO

As regressões dos teores e quantidades de cálcio em função da idade da planta de sorgo sacarino encontram-se na FIGURA 5, por cultivar e por parte da planta.

Pela referida figura nota-se que o comportamento das duas cultivares com relação ao Ca apresenta diferenças para algumas partes das plantas, provavelmente em função da carga genética de cada cultivar (VOSE, 1963; GERLLOF, 1963; EPSTEIN e JEFFERIES, 1964).

Ao contrário do que foi observado para N, P, e K, os teores de Ca nas folhas do sorgo sacarino apresentaram aumentos com a idade da planta, aparentemente a partir da diferenciação da panícula (aproximadamente 40 dias da emergência das plantas) (FIGURA 5). ANDRADE et alii (1977) apresentaram resultados obtidos com 5 cultivares de milho, onde os teores de Ca nas folhas + colmos permaneceram praticamente estáveis para todas as cultivares em função da idade das plantas.

Os padrões de acumulação total de Ca pelas plantas foram semelhantes para as duas cultivares, com períodos de grande absorção desde 20 dias até o emborrachamento (Rio 60 dias; Brandes - 80 dias), e a partir deste ponto ocorreu grande diminuição na taxa de acumulação de Ca.

Até a diferenciação da panícula, a acumulação de Ca nas folhas parece ter sofrido grande influência da acumulação de matéria seca, pois os teores foram relativamente baixos e praticamente constantes (FIGURA 5). Nos períodos fisiológicos subsequentes os teores de Ca nas folhas apresentaram modificações, com reflexos na taxa de acumulação. Nestes estágios a taxa de acumulação total de Ca foi relativamente baixa. Como a taxa de acumulação de Ca nas folhas da cultivar Rio foi mais alta do que a total neste período, é possível deduzir-se que deve ter ocorrido uma certa translocação de Ca dos colmos para as folhas desta cultivar, o que não ficou evidente para a cultivar Brandes. As quantidades e teores de Ca nas raquis e grãos foram baixos para ambas as cultivares (FIGURA 5).

Segundo a literatura o Cálcio é um nutriente imóvel no floema (EPSTEIN, 1975; MALAVOLTA, 1976), mas

EPSTEIN (1975) cita um experimento de Mason e Maskell em que um anelamento no caule não afetou a distribuição do Ca na planta, evidenciando a existência de transporte deste nutriente pelo xilema, e o mesmo EPSTEIN (1975) admite o transporte do Ca nas correntes transpiratórias, o que foi também ressaltado por MALAVOLTA et alii (1975). Pode ter ocorrido que o Ca contido no colmo nos estágios iniciais da cultura não estivesse todo ligado a pectatos e outros compostos insolúveis (MALAVOLTA, 1976), tornando assim possível seu deslocamento para as folhas pela corrente transpiratória através do xilema.

5.2.6. ACUMULAÇÃO DE MAGNÉSIO

As regressões ajustadas para teores e quantidades de Mg nas partes das plantas de sorgo sacarino encontram-se na FIGURA 6.

Nota-se pela referida figura que, embora as quantidades absorvidas tenham sido um pouco diferentes, e a distribuição relativa nas partes seja também diferente, os padrões de acumulação de Mg e de Ca, dentro de cada cultivar, em função da idade da planta, foram muito parecidos. Quanto aos teores de Ca e Mg, a mesma tendência pode ser observada.

O Mg é tido como nutriente móvel dentro da planta (EPSTEIN, 1975; MALAVOLTA, 1976), no entanto praticamente não foi observada redistribuição do Mg na cultivar Brandes. Na cultivar Rio o Mg parece ter saído dos colmos para as folhas, raquis e grãos. Desta maneira, ao final do ciclo, os colmos da cultivar Brandes contiveram 42% do total de Mg absorvido, enquanto na cultivar Rio este valor relati-

vo foi de apenas 11%, com implicações importantes nas quantidades de magnésio exportado do solo em cada ciclo cultural de sorgo sacarino, uma vez que os colmos são retirados da área colhida.

Em vista dos resultados obtidos, considerando um certo antagonismo que existe entre as absorções de Ca e Mg (EPSTEIN, 1975; MALAVOLTA, 1976) e ainda que MALAVOLTA et alii (1976) sugeriram a existência de inibição competitiva entre estes dois íons, a absorção e redistribuição do Ca e do Mg nas plantas parecem ser governadas pelo mesmo mecanismo, e estarem sob controle genético (EPSTEIN e JEFFERIES, 1964).

É conveniente lembrar que o solo em que as plantas de sorgo sacarino foram cultivadas apresentou teores altos de Ca e Mg.

5.2.7. ACUMULAÇÃO DE ENXÔFRE

Encontram-se na FIGURA 7 as regressões ajustadas para teores e quantidades de S nas partes das plantas de sorgo sacarino, por cultivar.

O exame da FIGURA 7 revela que apesar dos teores de S em função da idade das plantas, a distribuição relativa de S nas partes, e os padrões de acumulação total de S terem apresentado alguma semelhança entre as cultivares, os padrões de acumulação de S nas folhas, colmos, raquis e grãos foram diferentes, o que é evidenciado pelos diferentes graus das equações de regressão que se ajustaram aos dados obtidos para cada caso.

Segundo MALAVOLTA (1976) o S não se redistribui apreciavelmente via floema e xilema, no entanto foi notada uma certa translocação do S das folhas e da raquis para os grãos do sorgo sacarino, apenas na cultivar Brandes.

Ocorreu um período de grande absorção de S no estágio compreendido entre a diferenciação da panícula e o emborrachamento.

5.2.8. ACUMULAÇÃO DE FERRO

As equações de regressão ajustadas para teores de Fe e quantidades de Fe acumuladas nas partes de cada cultivar de sorgo granífero encontram-se na FIGURA 8.

Pela FIGURA 8 pode-se notar que existiram diferenças entre as cultivares quanto a teores de Fe e acumulação de Fe nas partes das plantas de sorgo sacarino. Diferenças entre genótipos com relação à absorção e translocação de Fe são relativamente comuns e BROWN et alii (1972) citam alguns exemplos onde as diferenças foram devidas a controle genético da absorção ou translocação de Fe na planta.

Nota-se pela FIGURA 8 que os teores de Fe nas folhas da cultivar Brandes foram muito mais altos do que os da cultivar Rio nos estágios iniciais da cultura, e ainda que a taxa de acumulação de Fe parece ter sido maior na cultivar Brandes. Estes fatos vêm explicar a maior sensibilidade da cultivar Brandes à deficiência de Fe, notada no ensaio em casa de vegetação.

JONES (1972), cita alguns trabalhos em que os

teores de Fe nos estágios iniciais das culturas em questão foram considerados muito altos, decrescendo em seguida, e conclue que estes valores altos devem ser devido a contaminações por parte do solo. Os valores considerados altos foram da ordem de 400 ppm de Fe na matéria seca. No presente trabalho a cultivar Brandes apresentou 2151 ppm de Fe aos 20 dias de idade, e a cultivar Rio aproximadamente 600 ppm de Fe nas folhas. Não deve ter ocorrido contaminação, pois a diferença entre as cultivares foi grande e a metodologia utilizada foi a mesma para ambas.

A acumulação de Fe foi praticamente linear durante todo o ciclo das plantas (FIGURA 8), e não se notaram evidências de redistribuição de Fe. O Fe é apresentado como nutriente intermediário quanto à redistribuição na planta (EPSTEIN, 1975; MALAVOLTA, 1976).

5.2.9. ACUMULAÇÃO DE COBRE

As regressões ajustadas aos dados obtidos para teores e quantidades de Cobre contido nas partes das plantas de sorgo sacarino encontram-se na FIGURA 9.

Pode-se notar pela FIGURA 9 que existem diferenças entre as cultivares.

JONES (1972) citando trabalhos de Gorsline e Jones e Medeski, relata que os teores de Cu nas folhas de milho foram relativamente estáveis durante o ciclo da cultura, e nas folhas de soja estes teores decresceram rapidamente nos primeiros 10 dias, permanecendo constantes a partir deste ponto. ANDRADE et alii (1977) encontrou no milho tendências

que concordam, em geral, com o relato de JONES (1972). No presente trabalho estas tendências não foram observadas.

A cultivar Brandes apresentou nos colmos teores de Cu, nos primeiros estágios, que segundo JONES (1972) seriam tóxicos para outras culturas, (30 ppm).

A cultivar Brandes apresentou maior absorção e maior taxa de absorção de Cu do que a cultivar Rio (FIGURA 9).

O Cobre apresenta normalmente pouca redistribuição interna na planta (EPSTEIN, 1975; MALAVOLTA, 1976), e no presente caso, como se pode observar na FIGURA 9, parece ter ocorrido pequena translocação de Cu das folhas para os grãos de sorgo sacarino para as duas cultivares.

5.2.10. ACUMULAÇÃO DE MANGANÊS

Na FIGURA 10 encontram-se as regressões ajustadas aos dados obtidos para teores e quantidades de Mn nas partes da planta de sorgo sacarino, por cultivar.

Pode-se notar pela FIGURA 10 que houve alguma semelhança entre as cultivares para teores e padrões de acumulação de Mn em função da idade da planta.

A ocorrência de aumentos nos teores de Mn nas folhas difere dos resultados obtidos por ANDRADE et alii (1972) com a cultura do milho. Os teores encontrados situaram-se dentro da faixa média de suficiência indicada por JONES (1972).

Para o Mn a cultivar Brandes mostrou absorção maior e mais rápida do que a cultivar Rio (FIGURA 10).

O Mn é tido como nutriente de pouca redistribuição na planta (EPSTEIN, 1975), mas no presente trabalho notou-se pequena translocação do Mn dos colmos para os grãos de cultivar Brandes (FIGURA 10).

5.2.11. ACUMULAÇÃO DE ZINCO

Na FIGURA 11 encontram-se as equações de regressão ajustadas aos resultados obtidos para teores e quantidades de Zinco nas partes da planta de sorgo sacarino, para cada cultivar.

Pela FIGURA 11 pode-se notar que os padrões de acumulação e as quantidades de Zn acumuladas foram diferentes para as duas cultivares, e os teores encontrados situaram-se dentro da faixa média de suficiência definida por JONES (1972).

Segundo EPSTEIN (1975), o Zn é um nutriente medianamente móvel na planta. No presente trabalho parece ter ocorrido alguma translocação de Zn das folhas para os grãos, apenas na cultivar Rio (FIGURA 11), que apresentou cerca de 4 vezes mais Zn nos grãos do que a cultivar Brandes.

A cultivar Rio demonstrou uma diminuição na taxa de absorção na época compreendida entre a diferenciação da panícula e o início de enchimento dos grãos, com aumento subsequente desta taxa, o que não ficou evidente para a cultivar Brandes (FIGURA 11).

5.2.12. ACUMULAÇÃO DE BORO

Na FIGURA 12 encontram-se as regressões obtidas para teores e quantidades de B nas partes das plantas de sorgo sacarino, por cultivar.

Nota-se pela FIGURA 12 que houve diferença entre as cultivares.

Os teores de B nas folhas cresceram com a idade da planta de maneira diferente entre as cultivares. JONES (1972) cita alguns trabalhos relacionando diferenças semelhantes para o milho com as características genéticas de planta, existindo também certa variabilidade.

Nota-se pela FIGURA 12 que parece ter ocorrido translocação de B, em certas épocas, do colmo para folhas e grãos na cultivar Rio, embora EPSTEIN (1975) classifique o B como nutriente imóvel na planta.

Na cultivar Brandes parece ter ocorrido uma parada na acumulação de B antes do emborrachamento (60 a 80 dias), e outro no final do ciclo, embora a equação de regressão ajustada não tenha evidenciado estas variações que parecem ter sido uma consequência das variações nos teores de B dos colmos (FIGURA 12).

5.2.13. PERÍODOS DE MÁXIMA ABSORÇÃO DE NUTRIENTES

Para o cálculo dos dados apresentados na TABELA 11, referentes a velocidade de absorção dos nutrientes, admitiu-se que as regressões fossem lineares dentro de cada

período, permitindo que se chegasse a um valor médio para os períodos considerados.

Pode-se notar pela referida tabela que para a cultivar Rio o período que vai do aparecimento do primórdio da panícula ao florescimento foi aquele em que houve maior velocidade de acumulação de matéria seca e maior velocidade de absorção para os nutrientes. As maiores velocidades de absorção de K, Ca, Fe e Zn ocorreram antes deste período, e as maiores velocidades de absorção de B, Cu e Mn ocorreram - após aquele período.

Com algumas exceções as tendências observadas para a cultivar Brandes foram as mesmas, mas em função do ciclo das duas cultivares o número de dias abrangidos neste caso era maior do que para a cultivar Rio, pois o primórdio da panícula da cultivar Brandes apareceu aos 50 dias, e não aos 60 como foi considerado em função das amostragem.

A cultivar Brandes apresentou maiores velocidades de absorção de nutrientes do que a cultivar Rio, nos períodos de máxima taxa de absorção, mesmo apresentando ciclo mais longo.

5.2.14. EXIGÊNCIA E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES COM CONDIÇÃO DE CAMPO

Os resultados obtidos para quantidades de nutrientes contidos na parte aérea, colmos e grãos, do sorgo sacarino encontram-se na TABELA 12.

Pode-se notar pela TABELA 12 que, com exceção

de Cu, Mn e Zn para as duas cultivares e Fe para a cultivar Brandes, as quantidades totais de nutrientes absorvidos no ensaio em casa de vegetação (TABELA 7) foram maiores do que aquelas absorvidas no ensaio de campo, mas nesta última condição não foram considerados os nutrientes contidos nas raízes. Considerando esta diferença, as quantidades de Ca nas duas cultivares, Mg e S na Brandes tendem a se igualar, permanecendo a tendência já discutida para os outros casos, mesmo com produções equivalentes de matéria seca total nos dois casos. Ainda é interessante ressaltar que as exigências totais, que foram semelhantes, de maneira geral na casa de vegetação, não seguiram a mesma tendência no campo, onde a cultivar Brandes sempre absorveu mais nutrientes do que a cultivar Rio.

Os resultados obtidos no campo com relação ao Fe parecem reforçar o fato que houve falta de Fe, principalmente para a cultivar Brandes na casa de vegetação, e mais ainda, que esta deficiência de Fe pode ter feito com que esta cultivar não tivesse atingido seu potencial máximo de produção naquelas condições.

As diferenças observadas entre as duas condições podem ser explicadas, uma vez que na casa de vegetação as condições para absorção de nutrientes, foram próximas das ideais, ao passo que no campo sempre existe uma interação de diversos fatores que contribuem para que estas condições não sejam ideais.

Quando se compara as produções de colmos verdes, nota-se que elas foram maiores no ensaio de campo (Brandes - 51,11 t/ha; Rio - 33,25 t/ha) do que as obtidas em casa de vegetação (Brandes - 28,23 t/ha; Rio - 23,07 t/ha). Es

tas diferenças talvez possam ser explicadas pelo fato de que parece ter ocorrido certa falta de água no ensaio da casa de vegetação em função do tamanho dos vasos e alguns imprevistos que ocorreram durante o transcorrer do ensaio. Isto parece encontrar reforço no fato de que as produções de matéria seca foram semelhantes, e as produções de colmos verdes foram diferentes, em função do maior teor de umidade das plantas do ensaio de campo.

Em função destes resultados os cálculos das eficiências nutricionais que foram efetuados devem ser encarados com certa reserva.

Estas tendências observadas e suas peculiaridades talvez mereçam ser melhor estudadas, pois os resultados obtidos nem sempre foram aqueles que eram esperados.

Quando se comparou as quantidades de nutrientes necessários para produzir 1 tonelada de colmos verdes em condição de campo (TABELA 13) com aquelas obtidas no ensaio em casa de vegetação (TABELA 9) as diferenças foram muito mais evidentes, sendo que no campo se obteve valores que variaram de 2:1 a 1:20 com relação aos obtidos em casa de vegetação. Em parte estas diferenças podem ser explicadas pelo teor de umidade das plantas, mas são necessários mais estudos para esclarecer o assunto.

Em condição de campo, a ordem decrescente de exigência de nutrientes para as duas cultivares foi:

$K > N > Ca > Mg > P > S$ e $Fe > B > Mn > Zn > Cu$

E a ordem decrescente de exportação foi:

Brandes: $K > N > S > Ca > Mg$ e $Zn > Mn > Fe > B > Cu$

Rio : $K > N > Ca > Mg > S > P$ e $Fe > B > Zn > Mn > Cu$

As absorções de nutrientes nesta condição mostraram algumas diferenças quanto aos micronutrientes em relação àquela ordem obtida em casa de vegetação.

Com relação às exportações houve diferenças para mais nutrientes e as diferenças foram maiores, o que vem demonstrar que além das diferenças notadas quanto aos valores absolutos também houve diferença na distribuição dos nutrientes na planta, quando se comparou os resultados obtidos em casa de vegetação e campo.

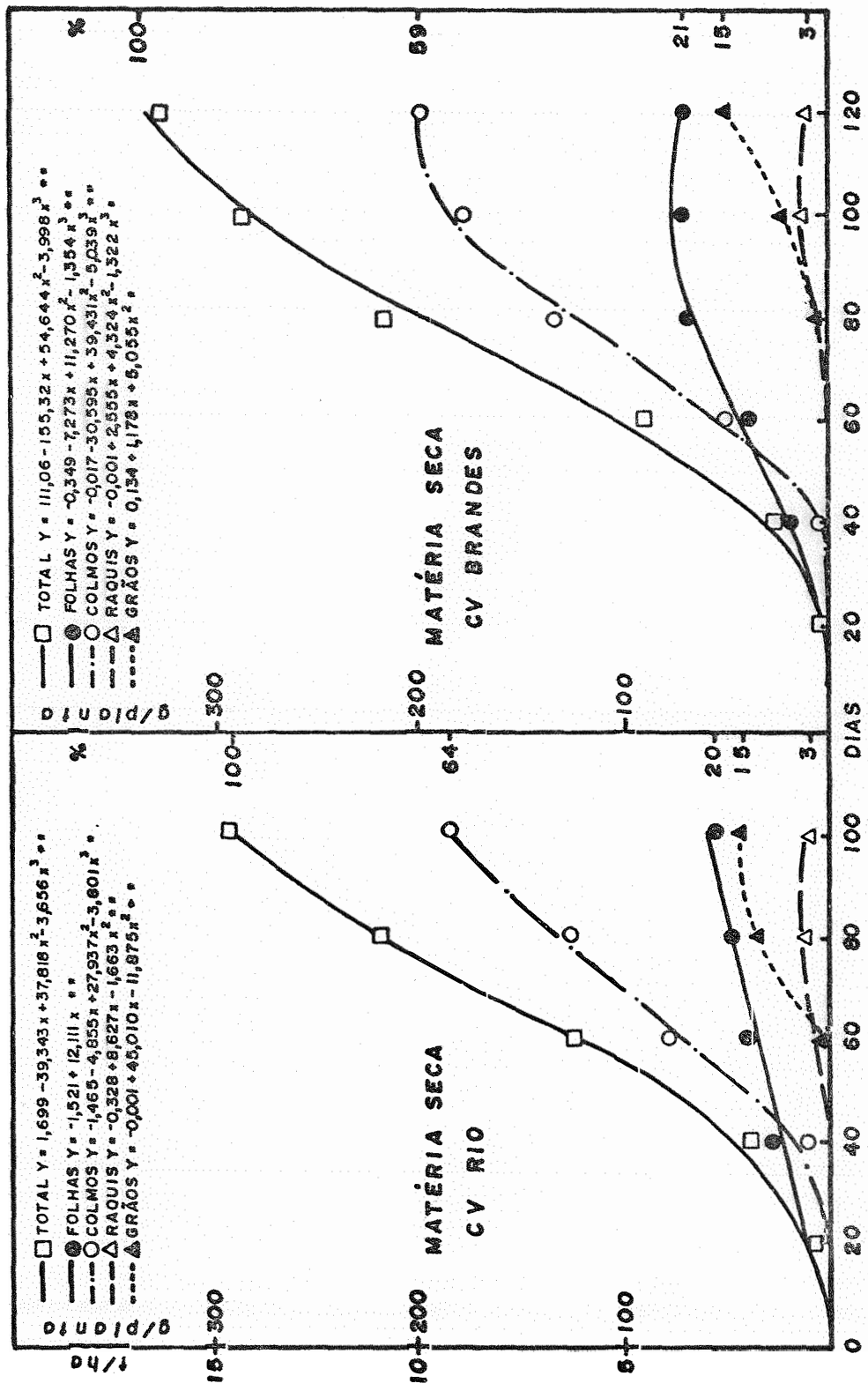


FIG. 1: Acumulação de matéria seca, em g/planta e t/ha, pelo sorgo sacarino em função da idade, por cultivar e por parte da planta.

\square total \bullet folhas \circ colmo \triangle raquis \blacktriangle grãos

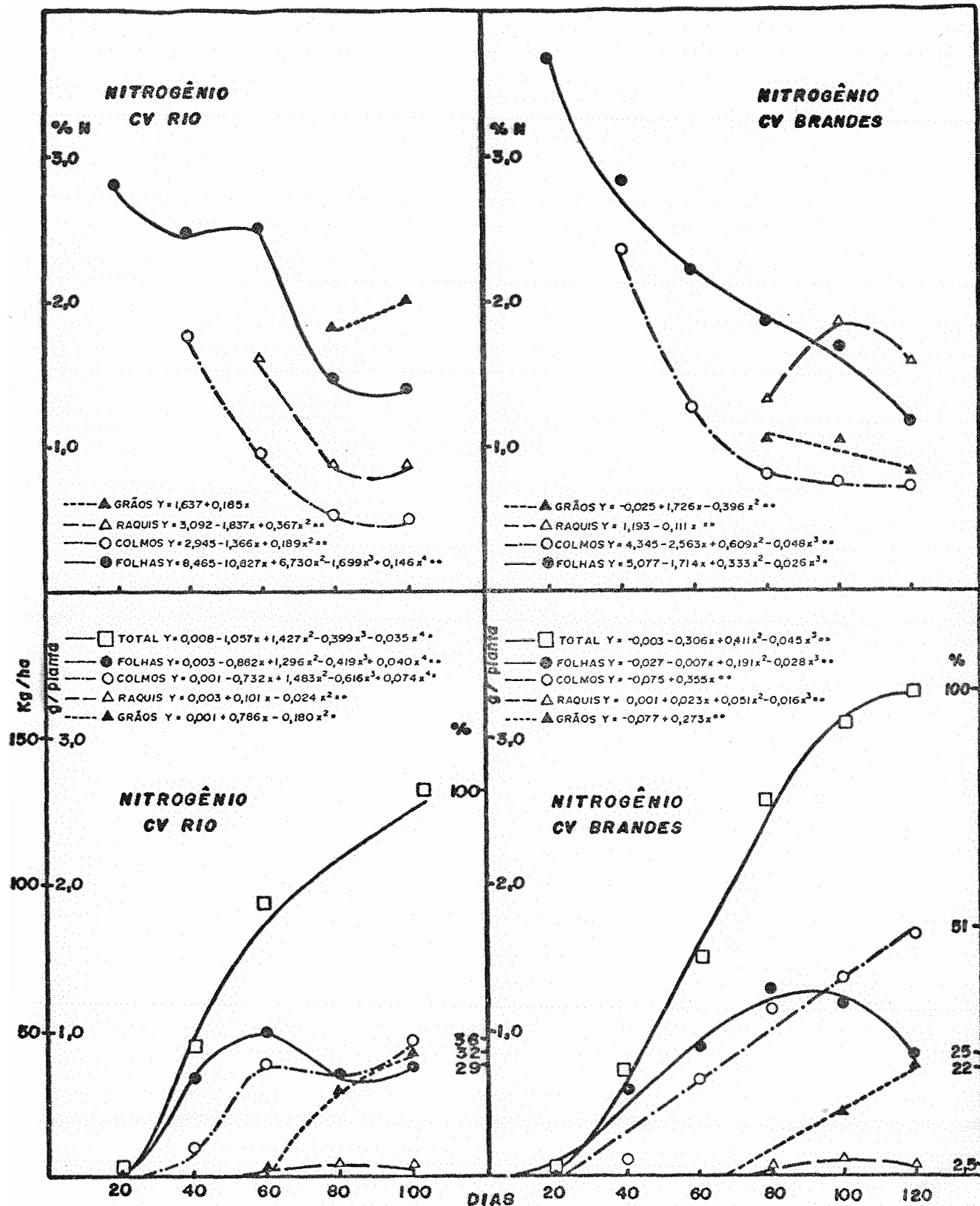


Fig. 2: % de N e quantidade N contido nas partes das plantas de sorgo sacarino em função da idade, por cultivar. \square total \bullet folhas \circ colmos \triangle raquis \blacktriangle grãos

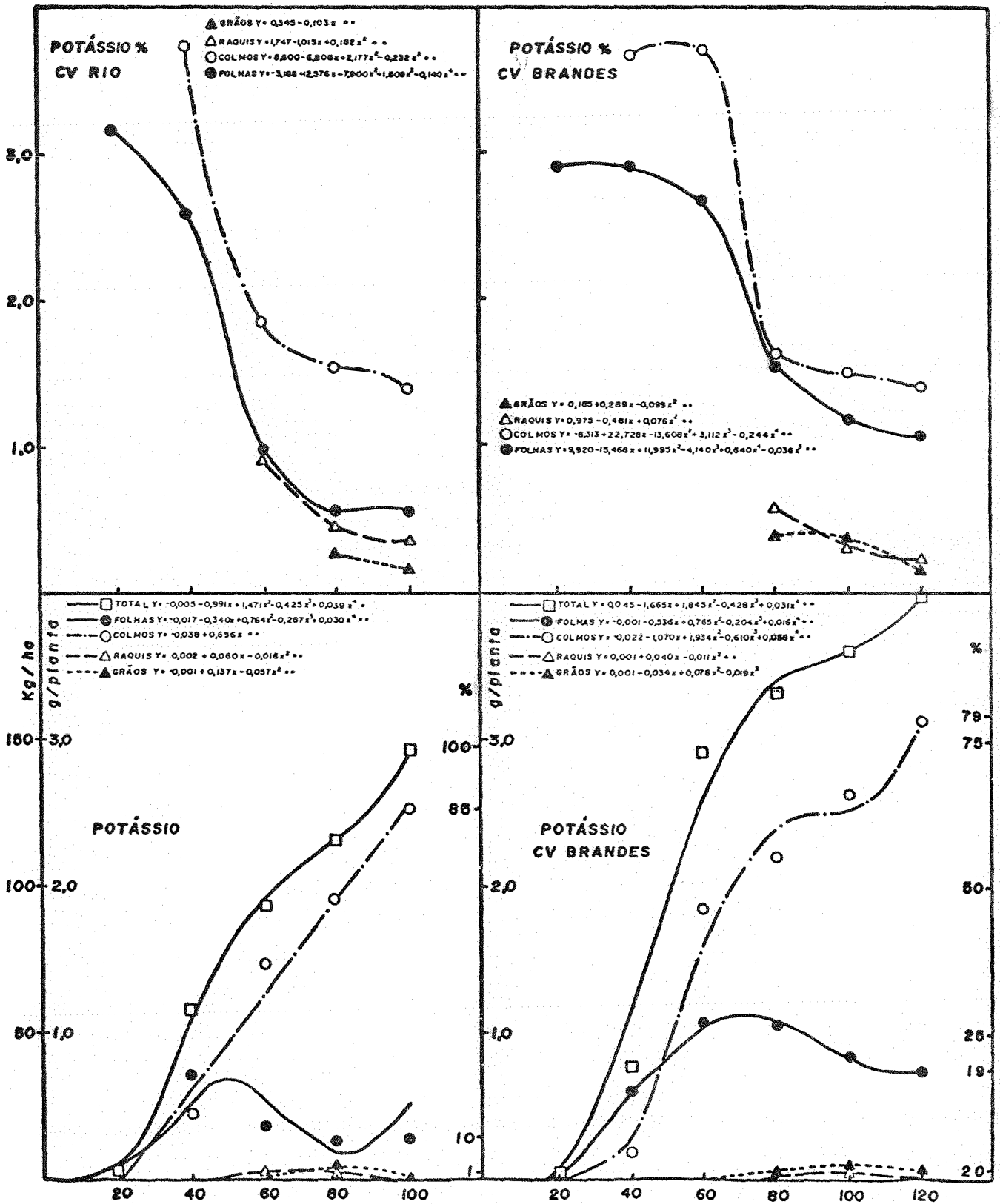


FIG. 4: % de K e quantidades de K contido nas partes das plantas de sorgo saccharino em função da idade, por cultivar. □total ●folhas ○colmos Δraquis ▲grãos

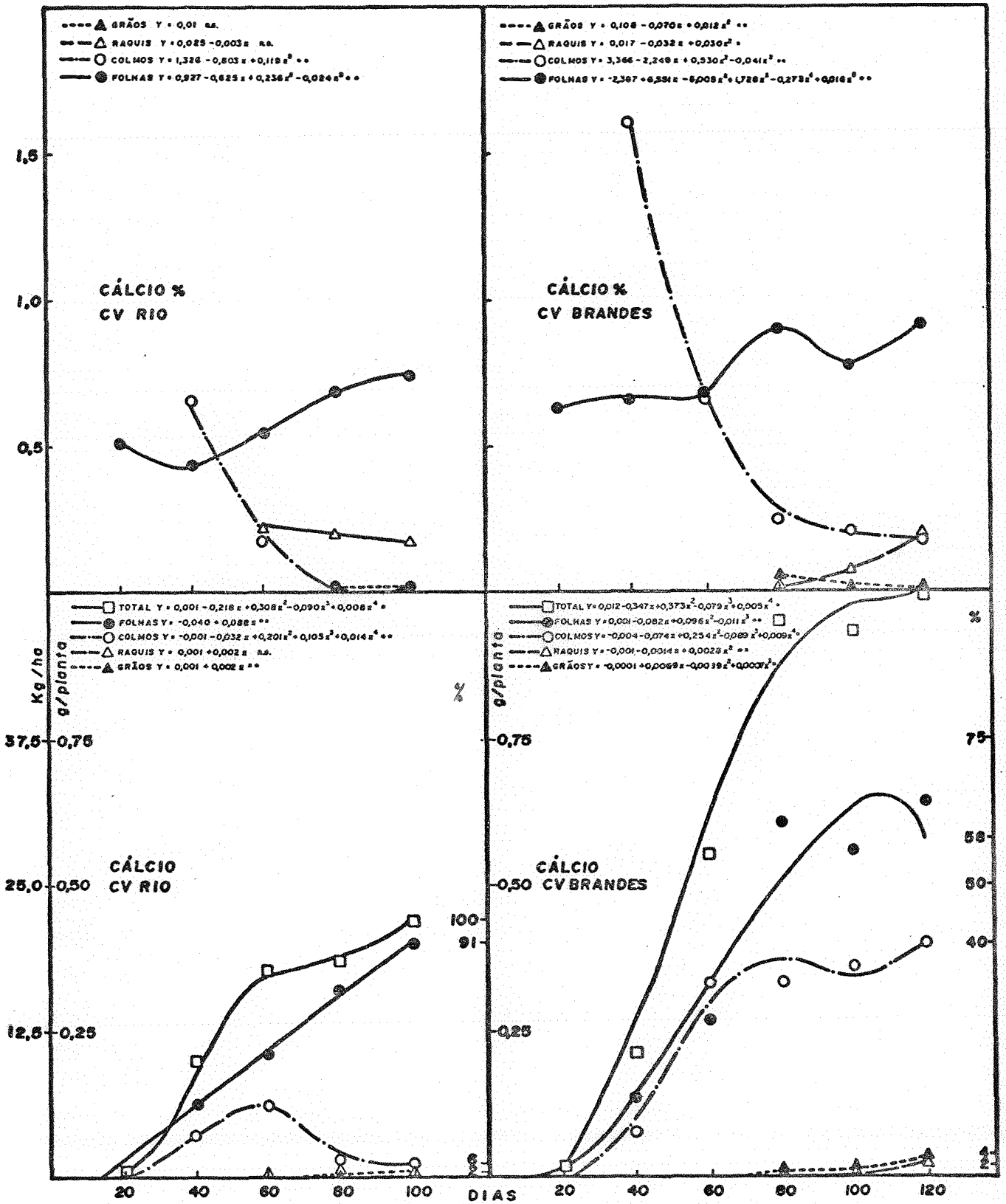


FIG. 5: % de Ca e quantidades de Cálcio contidas nas partes das plantas de sorgo sacarino em função da idade, por cultivar. □total ●folhos ○colmos Δraquis ▲grãos

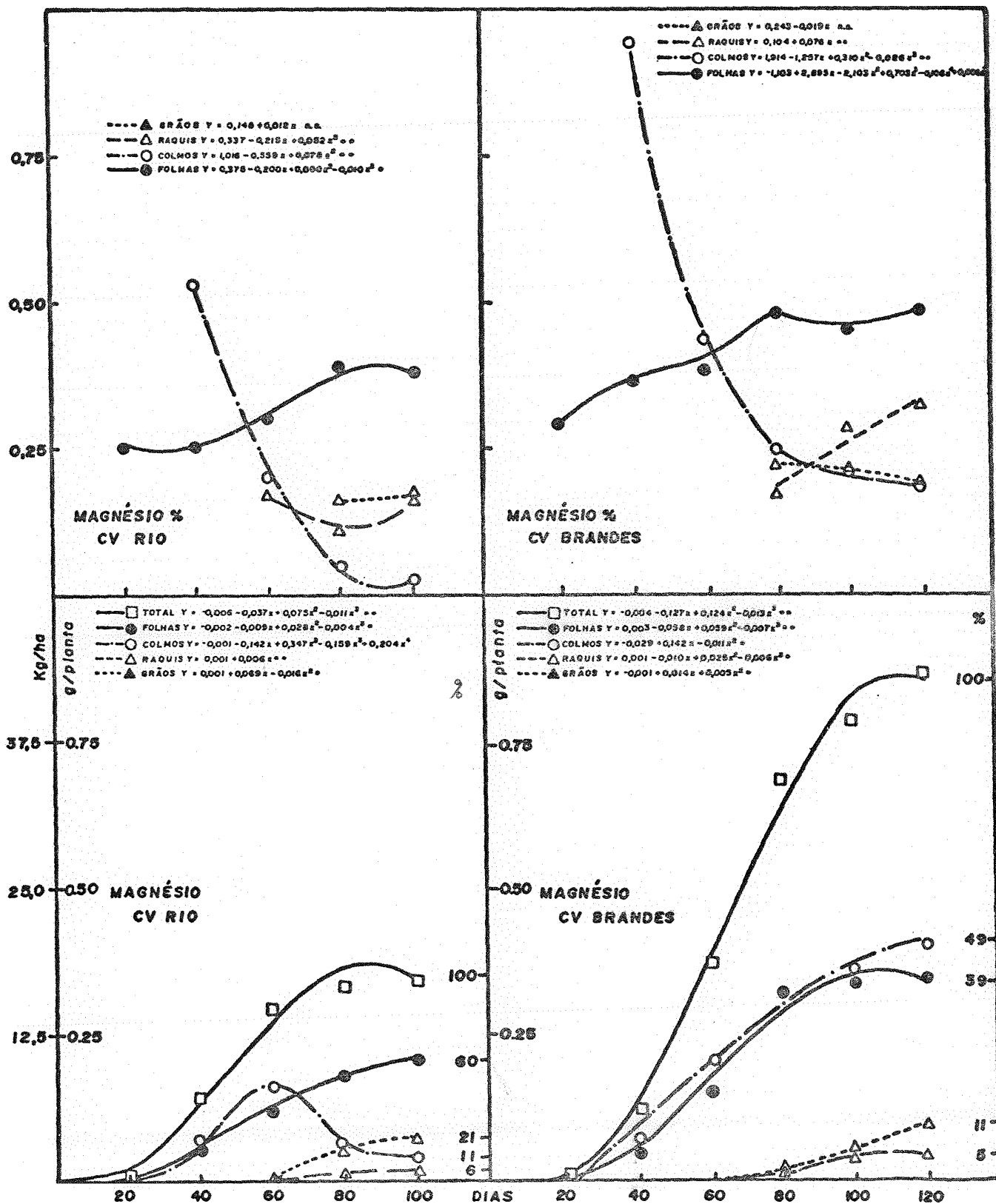


FIG. 6: % de Magnésio e quantidades de Mg contidas nas partes das plantas de sorgo sacarina em função da idade, por cultivar. □total ●folhas ○colmos Δraquis ▲grãos

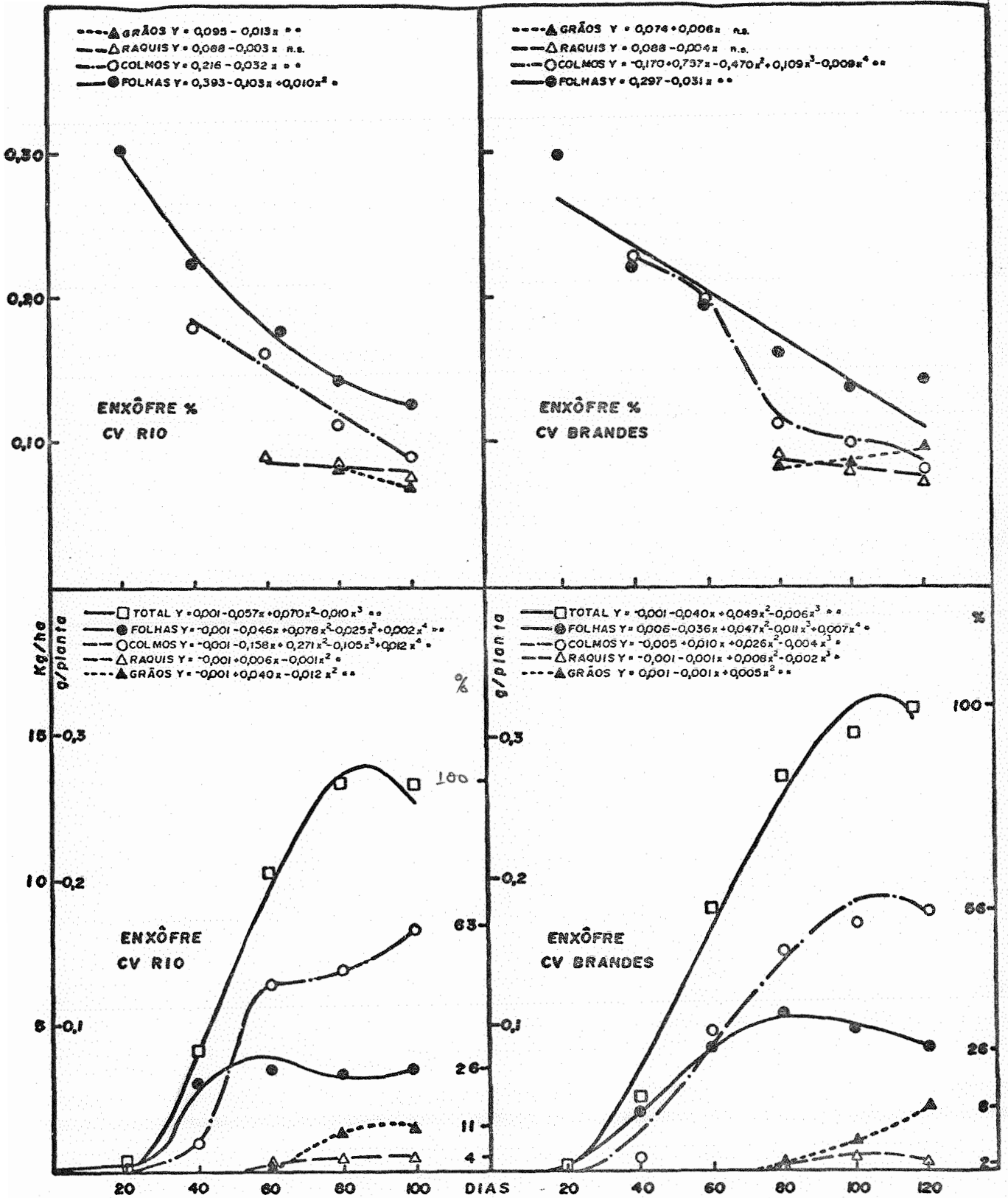


FIG. 7: % de Enxôfre e quantidades de Enxôfre contidas nas partes das plantas de sorgo saccharino em função da idade, por cultivar. □total ●folhas ○colmos Δraquis ▲grãos

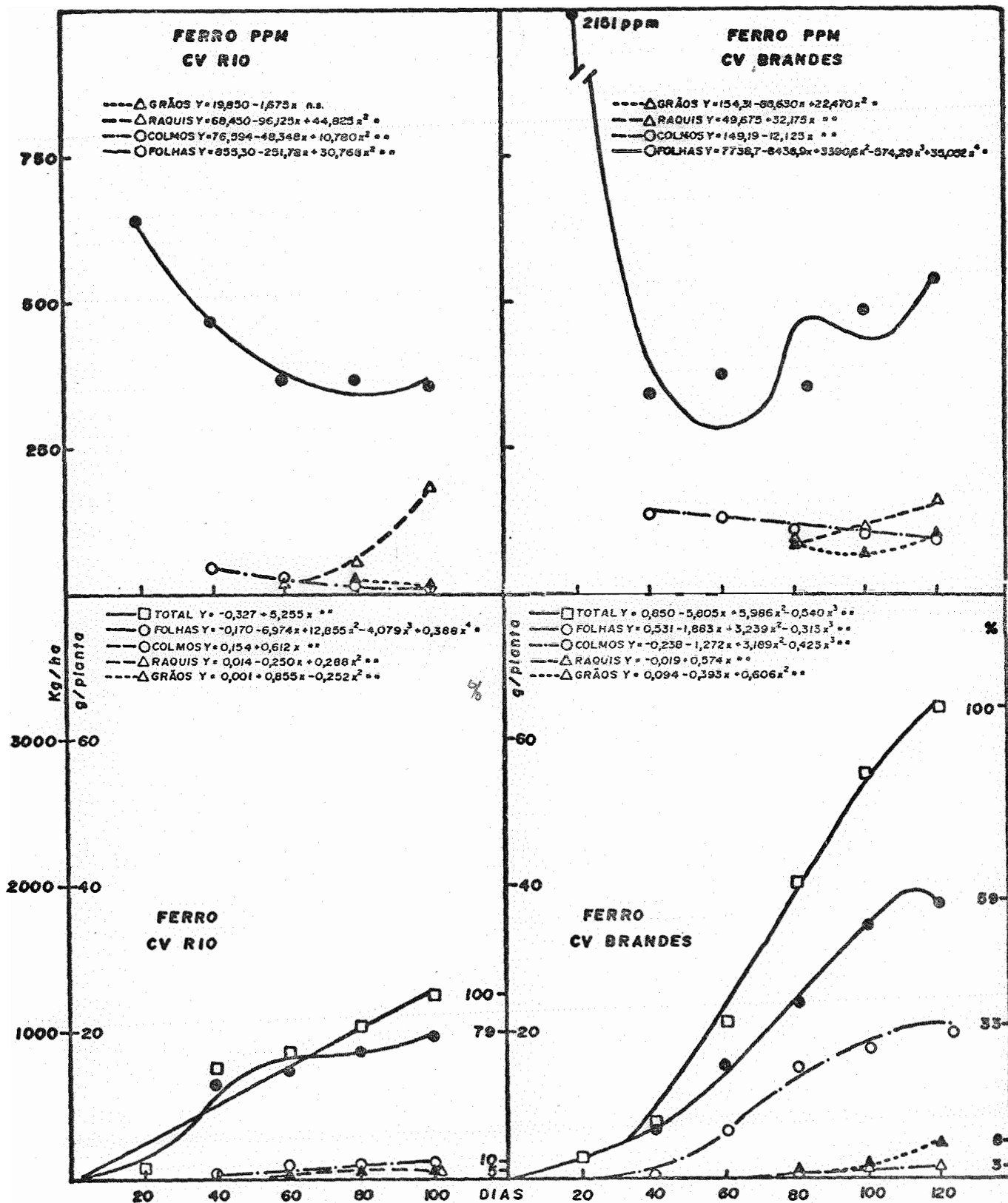


FIG. 8 - PPM e quantidades de Fe contidos nas partes das plantas de sorgo sacarino em função da idade, por cultivar. □ total ●folhas ○colmos Δraquis ▲grãos

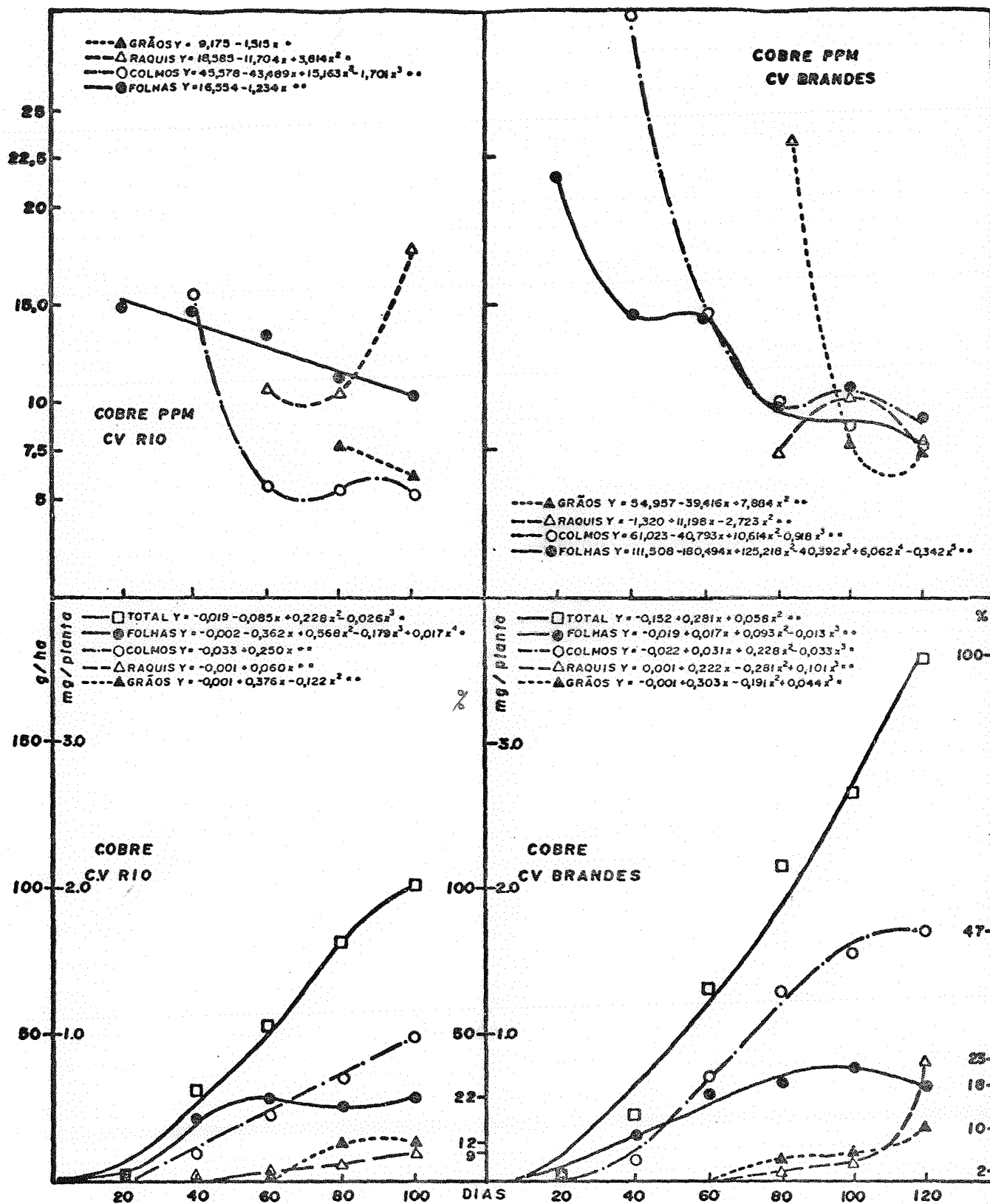


FIG. 9: ppm e quantidades de Cobre contido nas partes das plantas de sorgo sacarino em função da idade, por cultivar. □total ●folhas ○colmos Δraquis ▲grãos

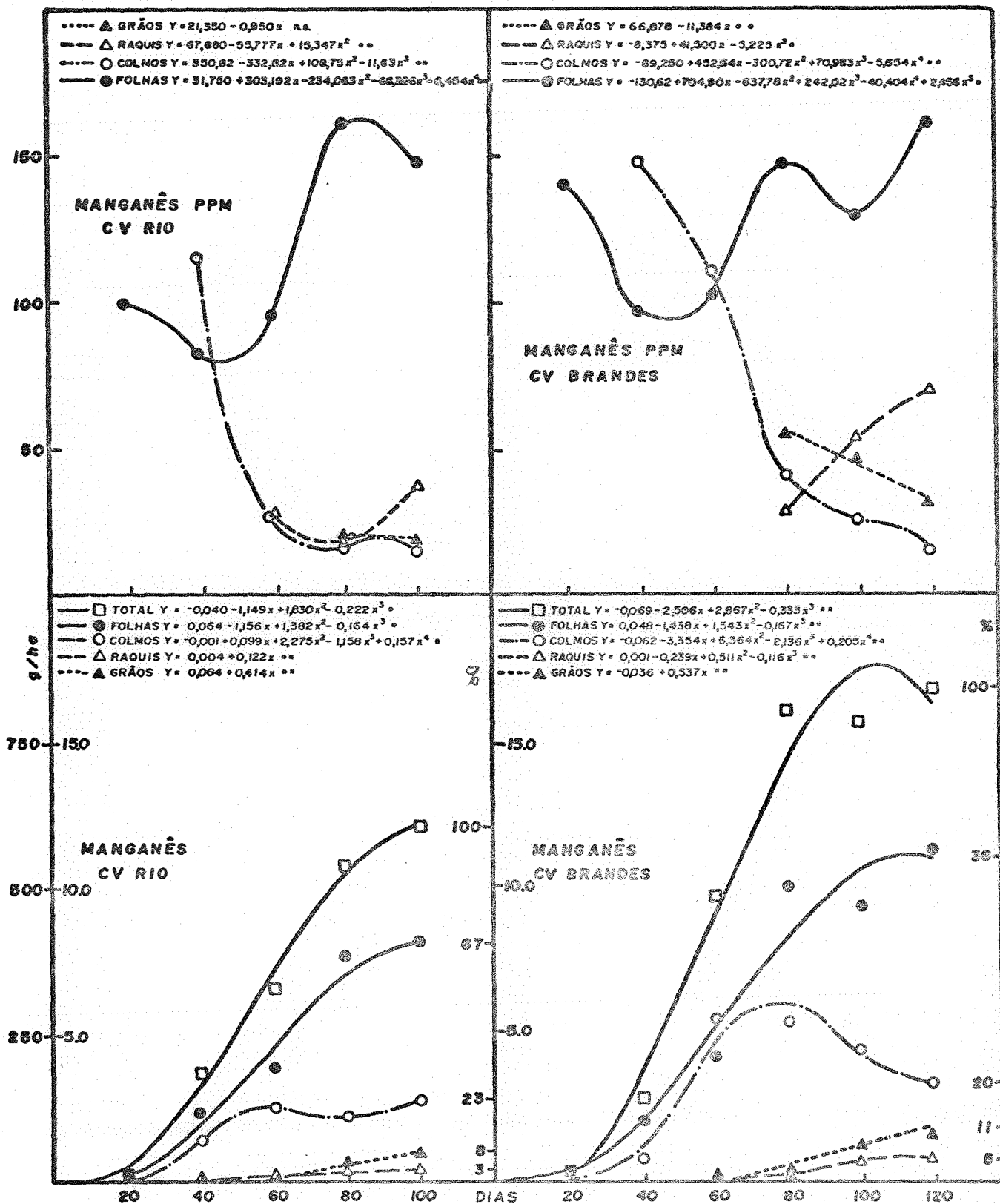


FIG.10: ppm e quantidades de Manganês contidas nas partes das plantas de sorgo sacarino em função da idade, por cultivar. □total ●folhas ○colmos Δraquis ▲grãos

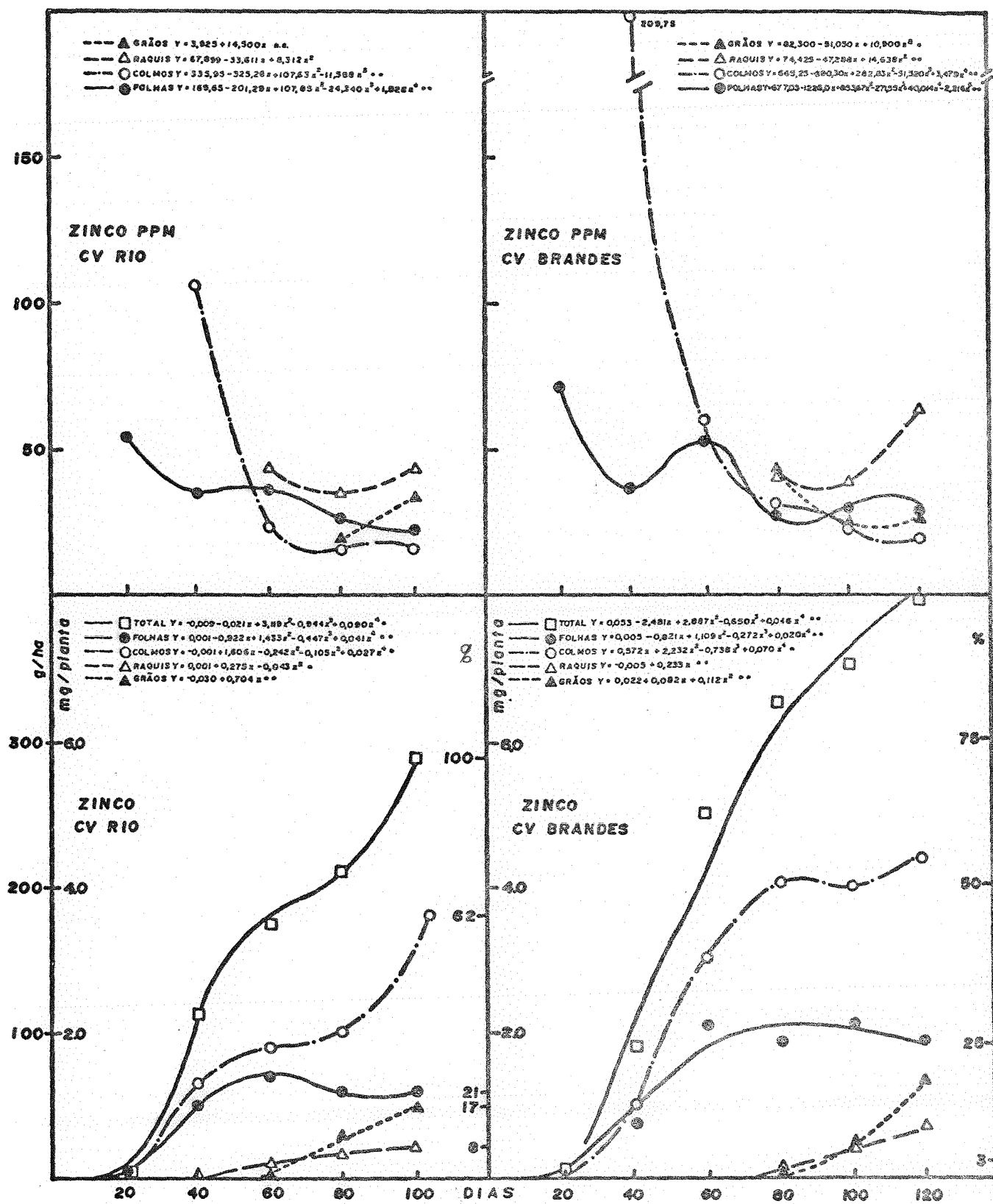


FIG. 11 : ppm e quantidades de Zn contido nas partes das plantas de sorgo sacarino em função da idade, por cultivar. \square total \bullet folhas \circ colmos \triangle raquis Δ grãos

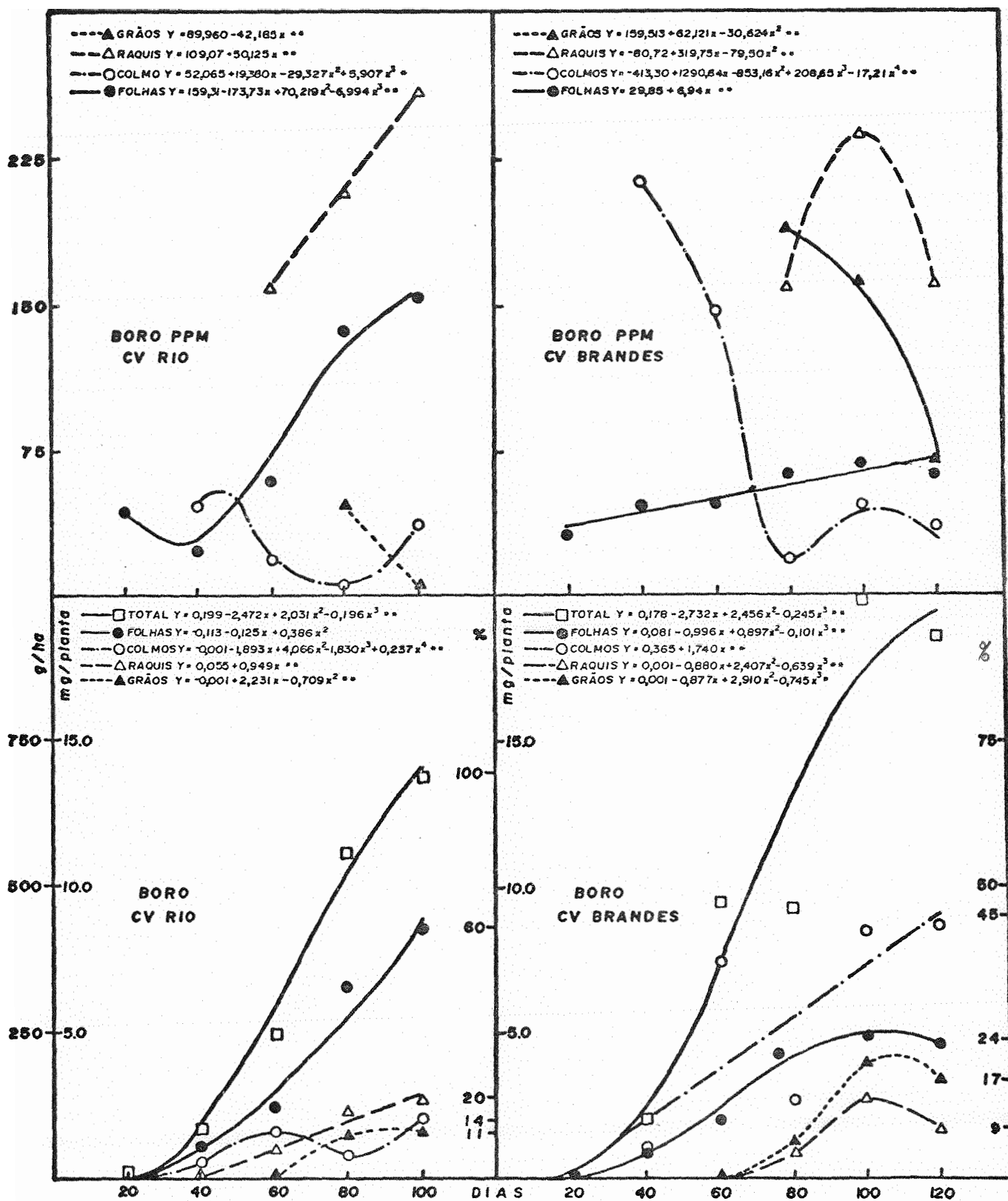


FIG. 12: ppm e quantidades de Boro contido nas partes das plantas de sorgo sacarino em função da idade, por cultivar. □total ●folhas ○colmos Δraquis ▲grãos

TABELA 11. Máximas absorções de nutrientes por unidade de tempo e seus respectivos períodos de ocorrência, por cultivar de sorgo sacarino

M.S. E NUTRIENTES	R I O		B R A N D E S	
	Período ^{a/}	kg/ha.dia ^{b/}	Período ^{a/}	kg/ha.dia ^{b/}
Matéria seca	40-80	225	60-80	312
Nitrogênio	40-60	2,40	60-80	2,50
Fósforo	40-60	0,29	60-80	0,34
Potássio	20-40	2,75	40-60	5,35
Cálcio	20-40	0,45	60-80	1,00
Magnésio	40-60	0,32	60-80	0,78
Enxôfre	40-60	0,30	40-60	0,33
Boro	60-80	15,80	40-60	18,50
Ferro	20-40	35,00	60-80	47,50
Cobre	60-80	1,50	100-120	2,25
Manganês	60-80	10,50	40-60	14,80
Zinco	20-40	5,50	40-60	8,00

a/ Dias após a emergência, correspondentes aos seguintes períodos fisiológicos:

R I O	B R A N D E S
20 a 40 - crescimento vegetativo	40 a 60 - crescimento vegetativo e aparecimento do primórdio da panícula
40 a 60 - primórdio da panícula até florescimento	60 a 80 - emborrachamento-florescimento
60 a 80 - florescimento até enchimento dos grãos	100 a 120 - enchimento dos grãos

b/ gramas/ha.dia para micronutrientes.

TABELA 12. Exigências e exportação de nutrientes pelo Sorgo Sacarino em condições de campo, com população de 50000 plantas/ha

PARTE DA PLANTA	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B	M.S.
Folha	42	4,0	15	20	12	4,0	1050	35	420	75	500	3,3
+ Raquis	44	7,0	38	33	19	4,6	1970	75	600	110	320	4,0
Rio	46	3,7	126	2,5	2,0	8,3	110	48	130	175	100	9,3
Brandes	83	5,0	157	20,0	20,0	9,0	1000	85	180	220	430	10,0
Rio	42	8,0	3,0	1,0	4,0	1,4	60	13	50	40	80	2,2
Brandes	37	8,3	4,0	3,0	5,0	2,3	240	18	80	65	170	2,5
Rio	131	15,0	146	24,0	18,0	13,6	1220	98	600	290	680	14,6
Brandes	165	20,0	200	56	44,0	16,0	3210	178	840	395	920	16,3

TABELA 13. Quantidades de nutrientes absorvidos e exportados para uma produção de 1000 kg de colmos verdes, em condição de campo

CULTIVAR	PARTE DA PLANTA	kg										g			
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B			
RIO	Colmos	1,38	0,11	3,79	0,08	0,06	0,25	3,31	1,44	3,91	5,26	3,01			
	TOTAL	3,93	0,45	4,39	0,77	0,54	0,41	36,71	2,94	18,05	8,72	20,47			
BRANDES	Colmos	1,62	0,10	3,07	0,39	0,39	0,18	19,57	1,66	3,52	4,30	8,41			
	TOTAL	3,22	0,40	3,91	1,09	0,86	0,32	62,82	3,48	16,43	7,72	17,99			

5.3. ENSAIOS DE CAMPO

5.3.1. PRODUÇÕES E SEUS COMPONENTES

5.3.1.1. Boracéia

Na TABELA 14 encontram-se os resultados obtidos para altura das plantas, tamanho das panículas e diâmetro dos colmos de sorgo sacarino, e na TABELA 15 encontram-se os pesos de sementes por panícula, produção de grãos e as produções de colmos de sorgo sacarino no ensaio de Boracéia.

Pode-se notar pela TABELA 14 que as alturas das plantas foram semelhantes para as duas cultivares, e não houve efeito dos tratamentos sobre este parâmetro, o mesmo ocorrendo para o diâmetro dos colmos.

Os tamanhos das panículas não sofreram influência das adubações, mas a cultivar Rio sempre apresentou panículas maiores do que a cultivar Brandes (TABELA 14).

Pela TABELA 15 pode-se observar que, a exemplo do que ocorreu para tamanhos de panículas, o peso de sementes por panícula não foi afetado pelas adubações, mas a cultivar Rio sempre apresentou maior peso de sementes por panícula do que a cultivar Brandes, em decorrência do maior tamanho das panículas apresentadas por esta cultivar.

Com relação à produção de grãos, com exceção dos tratamentos 75 (112) e 150 (222) kg de N/ha onde não houve diferença significativa, como se pode ver pela TABELA 15.

a cultivar Rio produziu mais do que a cultivar Brandes, o que pode ser explicado pelo peso de sementes por panícula e tamanho das panículas. As produções de grãos da cultivar Rio, apesar de algumas tendências de resposta a N e P, não foram significativamente afetadas pelas adubações. A cultivar Brandes apresentou respostas de produção de grãos ao N até 75 kg/ha. Quanto ao P verificou-se diferença significativa nos tratamentos 0 P (202) e 200 P (222); com relação ao potássio, houve uma tendência de aumento nas produções de grãos em função dos aumentos das doses de potássio aplicado, mas estas diferenças não alcançaram significância estatística. É interessante ressaltar que a aplicação da mistura de micronutrientes fez com que fosse diminuída a produção de grãos da cultivar Brandes, embora sem significância estatística.

Levando-se em consideração os resultados das análises de solo, seria esperada resposta apenas ao P, uma vez que o solo mostrou-se rico em outros nutrientes. As tendências de resposta obtidas com a cultivar Brandes talvez se devam à maior exigência em nutrientes desta cultivar.

É interessante lembrar ainda que no ensaio em Casa de Vegetação, no tratamento com solução completa, a cultivar Brandes mostrou-se mais eficiente do que a cultivar Rio para a maioria dos nutrientes.

A variação na produção de grãos em função das adubações não foram acompanhadas pelo peso de sementes por panícula, mas o Coeficiente de Variação para este parâmetro foi alto, o que demonstra a baixa precisão da amostragem para este parâmetro.

ROSOLEM et alii (1977), trabalhando com sorgo

granífero, obtiveram respostas até com 75 kg/ha de N e P_2O_5 para a cultivar TEY 101 e até 150 kg/ha de N e P_2O_5 para a cultivar C 102, e estas respostas foram explicadas através do peso individual das panículas, em solo mais pobre do que o do presente ensaio. Entretanto, SADER et alii (1976a e 1976b) não encontraram resposta do sorgo granífero ao N e ao K_2O até 70 kg/ha de cada nutriente.

Com relação à produção de colmos, como se pode verificar pela TABELA 14, a cultivar Brandes sempre produziu mais do que a cultivar Rio, o que não aconteceu com a produção de grãos, talvez em função de uma melhor adaptação para este fim, através de menor translocação de fotossintatos para os grãos.

Embora sem significância estatística, a cultivar Rio apresentou certa tendência de resposta ao potássio, com relação a produção de colmos, como se pode notar na TABELA 14. Já a cultivar Brandes apresentou resposta até 75 kg/ha de N, 100 kg de P_2O_5 /ha e apenas uma tendência de resposta ao K, tornando novamente evidente uma diferença entre as cultivares com relação às respostas à adubação. Da mesma maneira que para a produção de grãos, a cultivar Brandes apresentou diminuição na produção de colmos com a aplicação da mistura de micronutrientes, evidenciando uma interação negativa ou ainda a presença de nível tóxico de algum deles, embora não tenham sido notados sintomas aparentes.

Pode-se verificar ainda pela TABELA 14 que no tratamento 000, a diferença de produção de colmos entre as cultivares foi relativamente pequena, o que está de acordo com os resultados obtidos em casa de vegetação, onde a cultivar Brandes produziu mais na solução completa, mas em solu-

ção diluída foi suplantada pela cultivar Rio. Estes resultados vêm confirmar que a cultivar Rio, apesar de se adaptar melhor que a Brandes em condições relativamente desfavoráveis, possui um potencial de produção menor. Estes resultados poderiam também ser explicados levando em consideração que nas soluções diluídas a cultivar Rio mostrou-se mais eficiente - que a Brandes (TABELA 10).

Os resultados obtidos no presente ensaio com a cultivar Brandes, embora as produções tenham sido maiores, - são comparáveis àqueles obtidos na INDIA (1976).

Embora possa haver fixação de N atmosférico por bactérias na rizosfera do sorgo (BHAGWAT e DATAR, 1974), houve resposta à adubação nitrogenada, talvez em função da baixa população de bactérias no solo, falta de especificidade, ou ainda em função de um sem número de condições ambientais que podem alterar o processo.

5.3.1.2. Riachuelo

Encontram-se na TABELA 16 os resultados médios obtidos para altura das plantas, tamanho das panículas e diâmetro dos colmos do sorgo sacarino em função das adubações, em Riachuelo. E na TABELA 17 encontram-se os resultados obtidos para peso de sementes por panícula, produção de grãos e produção de colmos por hectare, no mesmo local, em função das adubações.

A exemplo do que ocorreu em Boracéia, não foi verificado efeito significativo da adubação sobre a altura das plantas e diâmetro dos colmos em Riachuelo (TABELA 16),

mas neste local as plantas da cultivar Rio foram mais altas e os diâmetros das plantas da cultivar Brandes foram maiores. A significância estatística verificada para tamanho de panículas em função da adubação ocorreu entre os tratamentos 222 e 221, apenas para a cultivar Brandes.

Como se pode verificar pela TABELA 17, a cultivar Rio produziu maior peso de sementes por panícula do que a cultivar Brandes, mas não foi constatada diferença significativa entre as adubações empregadas. Os resultados de peso de sementes por panícula não acompanharam os resultados obtidos para tamanho de panículas, talvez em função da pequena precisão dos resultados, o que é demonstrado pelo coeficiente de variação relativamente alto encontrado no primeiro caso.

Foram encontradas respostas significativas pelo teste F às adubações empregadas com relação à produção de grãos (TABELA 17), embora para a cultivar Rio o teste de Tuckey não tenha acusado as diferenças.

O solo em questão apresentou baixo teor de matéria orgânica e textura grosseira. Assim, além da baixa disponibilidade natural, a lixiviação do N aplicado deve ter sido rápida (THOMAS, 1970; MALAVOLTA, 1976), fazendo com que a cultivar Brandes respondesse à adubação nitrogenada. A falta de resposta da cultivar Rio poderia ser explicada pela época de aplicação do N, uma vez que esta cultivar apresenta a velocidade máxima de absorção deste nutriente de 20 a 40 dias da emergência (TABELA 11), e a cobertura foi efetuada aos 30 dias, não havendo portanto tempo hábil para sua utilização no período de maior exigência da planta, uma vez que o N aplicado no sulco deve ter sido lixiviado. Para a cultivar

var Brandes, de ciclo mais longo, o N foi aplicado em cobertura ainda em tempo para sua utilização.

Poderia ser levantada a hipótese de fixação do N atmosférico na rizosfera da cultivar Rio, mas os resultados obtidos não permitem conclusões a este respeito. Este é um assunto que deve ser melhor estudado.

Com respeito ao P, apesar da análise do solo de Riachuelo ter apresentado teores maiores do que o solo de Boracéia, as respostas obtidas com relação à produção de grãos foram praticamente do mesmo "tamanho" (TABELAS 15 e 17). Desta forma o extrator utilizado parece não ter se mostrado ideal. Segundo informações colhidas verbalmente, foi feita uma aplicação de torta de filtro "Oliver" no local, há cerca de 20 anos, o que poderia ter alterado o resultado da análise do solo para P.

Houve resposta ao K, provavelmente em função do baixo teor do nutriente no solo e da alta exigência da planta. Com respeito à resposta do sorgo granífero ao K, a literatura apresenta certas divergências (SADER et alii, 1976b; ROSOLEM et alii, 1977), principalmente em função do solo e da cultivar utilizada, mas é interessante lembrar que as cultivares de sorgo sacarino utilizadas no presente trabalho são mais exigentes em K do que a maioria das cultivares de sorgo granífero estudadas no Brasil, conforme já foi discutido anteriormente.

Com exceção do tratamento 222, onde a produção da cultivar Brandes foi significativamente maior do que nos demais tratamentos, as produções de grãos foram semelhantes entre cultivares e adubações (TABELA 17).

Mesmo sem ter-se efetuado análise estatística dos resultados obtidos, verificou-se maior produção de grãos em Riachuelo do que em Boracéia. Esta diferença foi mais evidente para a cultivar Brandes (TABELAS 15 e 17). Acontece que em Riachuelo, devido à falta de chuvas no final do ciclo, houve certa "requeima" das plantas, o que induziu a realização de uma colheita precoce do sorgo sacarino, uma vez que o maior interesse se concentrava na produção de colmos. Nesta época os grãos encontravam-se com teor de umidade muito superior àquele de Boracéia e talvez não tivessem atingido a maturação fisiológica, o que pode explicar os resultados obtidos.

Com relação à produção de colmos em Riachuelo (TABELA 17), as tendências observadas são semelhantes àquelas obtidas para produção de grãos, mais acentuadas em alguns casos, e a discussão feita para este último parâmetro parece ser válida também para a produção de colmos em função das adubações. Vale ressaltar que no caso da cultivar Brandes não se notou diminuição da produção de colmos com a aplicação da mistura de micronutrientes, ao contrário do que aconteceu com a produção de grãos.

Pode-se notar ainda pela TABELA 17 que a cultivar Brandes, com exceção do tratamento 022, produziu mais colmos do que a cultivar Rio, confirmando a hipótese de que a cultivar Brandes é mais eficiente para utilizar os nutrientes aplicados, e tem maior potencial de produção de colmos do que a cultivar Rio.

O maior diâmetro dos colmos da cultivar Brandes (TABELA 16) parece ter compensado sua menor altura, em termos de produção de colmos, notou-se também que a cultivar

Brandes, ao contrário da Rio, perfilhou mais, influenciando desta forma a produção.

Os resultados obtidos neste trabalho parecem restringir o relato de REEVES (1976), segundo o qual, adubações similares à do sorgo granífero poderiam dar bons resultados quando utilizadas para o sorgo sacarino, pois constou-se que as duas plantas, apesar de pertencerem a mesma espécie, parecem mostrar-se diferentes quanto a absorção de nutrientes.

5.3.2. CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS

5.3.2.1. Boracéia

Encontram-se na TABELA 18 os resultados médios obtidos para Brix do caldo e teor de sacarose nos colmos de sorgo sacarino em Boracéia, e na TABELA 19 os resultados médios obtidos para teores de açúcares redutores e açúcares totais nos colmos de sorgo sacarino, no mesmo local, em função das adubações e das cultivares utilizadas. Na TABELA 20 encontram-se os teores de fibra nos colmos, produção de álcool por tonelada de colmo e produção de álcool por hectare das duas cultivares de sorgo sacarino em função das adubações, no local Boracéia. E na TABELA 24 encontram-se os coeficientes de correlação entre produção de álcool em l/ha e produção de colmos, litros de álcool/t do colmo e Brix, por cultivar e por local.

Nos tratamentos deficientes em N a cultivar Brandes apresentou Brix maior do que a cultivar Rio, tendên-

cia essa que tende a se inverter nos demais tratamentos, conforme se pode observar na TABELA 18.

A aplicação de adubos fez com que fosse diminuído o Brix na cultivar Brandes, ao contrário do que aconteceu para a cultivar Rio, onde a aplicação de N fez com que fosse aumentado o Brix da cultivar Rio (TABELA 18).

Com relação ao teor de sacarose no colmo (TABELA 18), as mesmas considerações são válidas, embora tenha sido menos evidente o aumento do teor na cultivar Rio com a aplicação de N.

Para a cultivar Brandes os resultados obtidos são concordantes com o relato de GREGORY (1937), mas a cultivar Rio apresentou comportamento diferente, talvez por não ter apresentado resposta na produção de colmos em função da adubação nitrogenada, e em função da época de aplicação do N (MARTIN e EVANS, 1964).

Por outro lado a cultivar Brandes sempre apresentou maiores teores de açúcares redutores nos colmos (TABELA 19) e parece que esta cultivar apresentou resposta com tendência quadrática para este parâmetro, com teores máximos nas doses intermediárias (TABELA 19), e os teores de açúcares totais seguiram, de maneira geral, os resultados obtidos para teores de sacarose.

Principalmente com relação ao P e K, os resultados obtidos não concordam com aqueles relatados para a cana-de-açúcar por (HARTT, 1934; HAAG, 1961 e HUMBERT, 1968), pois não foram observadas respostas a esses nutrientes no presente trabalho.

Pela TABELA 19 pode-se notar que, embora a cultivar Rio tenha apresentado maior porcentagem de fibra, as adubações não tiveram efeito sobre este parâmetro. Estes resultados vêm ao encontro daqueles obtidos em casa de vegetação, onde a cultivar Brandes produziu mais colmos verdes e menos matéria seca de colmos do que a cultivar Rio, que apresentou maior quantidade relativa de fibras, ressaltando a necessidade de se levar em consideração este parâmetro em trabalhos de melhoramento para produção de álcool.

Os resultados de produção de álcool por tonelada de colmo (TABELA 10) seguiram, de maneira geral, aqueles obtidos para teores de sacarose no colmo (TABELA 16).

Com respeito à produção de álcool em litros por hectare, a tendência observada foi diferente daquelas discutidas para as outras características tecnológicas (TABELA 10). Embora tenham sido notadas algumas tendências de respostas da cultivar Rio, estas não foram significativas. A cultivar Brandes apresentou respostas à aplicação de adubos, e houve tendência de resposta às doses de N e P.

Pela TABELA 24 pode-se notar que houve correlação significativa entre produção de colmos, litros de álcool/t de colmo e produção de álcool/ha, mas o coeficiente de correlação deste último parâmetro com a produção de colmos foi maior. SERRA et alii (1978a) obtiveram resultados que concordam plenamente com os obtidos no presente caso.

Assim, embora os teores de sacarose, açúcares redutores, açúcares totais e fibra sejam características importantes, a produção de colmos parece ser de maior importância para a produção de álcool/ha, com respeito a respos-

tas a adubações. Estas considerações permitem inferir que a produção de álcool por área pelo sorgo sacarino é uma função principalmente da quantidade de caldo produzido, desde que a cultivar apresente as características tecnológicas dentro de um limite razoável.

5.3.2.2. Riachuelo

Encontram-se na TABELA 21 os resultados médios obtidos para o Brix e sacarose % em Riachuelo, e na TABELA 22 os teores de açúcares redutores e açúcares totais em função das adubações, neste local.

Na TABELA 23 encontram-se os valores médios encontrados para fibra % no colmo, e de álcool/t de colmo e produção de álcool em l/ha para o sorgo sacarino, em Riachuelo.

Pode-se notar pela TABELA 21 que, embora sem significância estatística o Brix e o teor de sacarose da cultivar Brandes tenderam a aumentar com a aplicação do N, ao passo que a cultivar Rio demonstrou tendência inversa, ao contrário do que aconteceu em Boracéia. Este resultado talvez possa ser explicado pelos teores de matéria orgânica do solo, ocorrendo tal resposta em Riachuelo, cujo solo contém menos matéria orgânica.

Com exceção do tratamento 022, onde a cultivar Rio apresentou maior Brix e maior teor de sacarose no colmo, não houve diferença entre as cultivares.

Como se pode observar na TABELA 22, as adubações não tiveram efeito sobre os teores de açúcares reduto -

res e açúcares totais nos colmos de sergo sacarino, porém entre as cultivares, a cultivar Brandes apresentou teores de açúcares redutores que tenderam a ser maiores do que na cultivar Rio, a exemplo do que ocorreu em Boracéia.

Pela TABELA 23 pode-se verificar que, embora não se tenha notado efeito das adubações nos teores de fibra, estes foram maiores no cultivar Rio do que na cultivar Brandes, e as produções de álcool por tonelada de colmo de maneira geral foram semelhantes para as duas cultivares, não sendo evidentes neste local aquelas tendências observadas em Boracéia quanto à adubação nitrogenada.

Com relação à produção de álcool em l/ha, como se pode ver na TABELA 23, a exemplo do que ocorreu em Boracéia, a cultivar Rio não apresentou respostas significativas às adubações, e com exceção do tratamento 022, produziu menos do que a cultivar Brandes.

A cultivar Brandes apresentou respostas significativas à aplicação de K, em função principalmente do somatório dos resultados observados para produção de álcool/tonelada de colmo (TABELA 23) e teor de sacarose (TABELA 21), o que está de acordo com HARTT (1934) e HAAG (1961), além da produção de colmos (TABELA 17).

Pela TABELA 24, pode-se notar que as correlações entre l de álcool/t de colmo foram relativamente mais significativas em Riachuelo do que em Boracéia, talvez porque as produções de colmos tenham sido menores em Riachuelo do que em Boracéia. Estes resultados poderiam ainda ser explicados pela menor retenção de água no solo de Riachuelo, - que talvez tenha limitado a produção de colmos, afetado a

umidade normal nos colmos e portanto limitado a produção de caldo por hectare.

5.3.2.3. Sorgo, Cana e mandioca

Procurou-se comparar os resultados obtidos no presente trabalho com as produções da cana-de-açúcar e da mandioca relatadas na literatura. Embora este tipo de comparação implique em uma série de limitações, ela se torna interessante no sentido de localizar o trabalho em um contexto mais amplo.

Encontram-se na TABELA 25 as produções agrícolas e as produções de álcool (rendimento de fermentação) de sorgo sacarino, cana-de-açúcar e mandioca, sendo a primeira obtida neste trabalho, e as demais extraídas da literatura.

A produtividade da mandioca foi considerada a partir de uma cultura de bom nível técnico, pois a estimativa de produção é 38% maior do que a produção média do Estado de São Paulo em 1976/77 e 1977/78 (IEA, 1979). As produtividades da cana-de-açúcar, foram extraídas de um levantamento feito por SERRA (1979) junto a usinas de açúcar do Estado de São Paulo, e são aproximadamente 36% maiores no LR e 9% menores no LEa do que a média obtida no Estado de São Paulo em 1976/77 e 1977/78 (IEA, 1979). Os dados relativos ao sorgo sacarino foram obtidos através das produções no tratamento 222.

Embora não tivessem sido determinadas no presente trabalho, as produções de álcool dos grãos de sorgo foram estimadas considerando um rendimento médio de 340 l/t -

(SERRA, 1977).

Pode-se notar pela TABELA 25 que, considerando a produção anual, a produção de álcool pelo sorgo foi pelo menos semelhante àquela da mandioca, quando a cultivar Rio foi cultivada em solo pobre, considerando a produção de grãos mais colmos, e nestas mesmas condições a cultivar Brandes produziu tanto quanto a cana-de-açúcar no solo correspondente. No LR a cana-de-açúcar sempre produziu mais álcool do que o sorgo sacarino.

Ainda pela TABELA 25 pode-se verificar que, considerando-se apenas a produção de colmos, o sorgo na maioria das vezes apresentou maior potencial de produção de álcool do que a mandioca, e menor potencial do que o da cana-de-açúcar.

Estes resultados devem-se principalmente ao ciclo relativamente curto do sorgo sacarino, e vêm confirmar o potencial de utilização desta cultura para a produção de etanol, principalmente se for considerado que em determinadas regiões é possível também a utilização da soca do sorgo, aumentando sua produtividade, e, em certas regiões que apresentam temperaturas relativamente elevadas durante maior período, talvez seja possível conseguir-se mais de um ciclo cultural por ano, o que dobraria este potencial.

O presente trabalho ressalta também a importância da utilização de cultivares melhoradas especificamente para a produção de álcool.

TABELA 14. Altura das plantas, Tamanho das Panículas e Diâmetro dos Colmos de Sorgo Sacarino, por cultivar, em função de diferentes níveis de N, P e K, local Boracéia

TRATAMENTOS	ALTURA DAS PLANTAS (cm)		TAMANHO DA PANÍCULA (cm)		DIÂMETRO DO COLMO (cm)	
	Brandes	Rio	Brandes	Rio	Brandes	Rio
000	303,1	310,1	23,5	27,6	1,49	1,50
022	272,3	308,3	22,7	26,8	1,59	1,50
122	307,3	304,1	23,8	28,6	1,43	1,46
222	305,2	301,8	24,5	29,4	1,46	1,51
202	307,2	31,45	24,7	27,6	1,61	1,62
212	311,1	311,0	25,8	29,5	1,52	1,57
220	307,3	291,9	23,7	28,3	1,57	1,51
221	311,2	297,7	23,9	29,2	1,52	1,58
222+M	200,5	290,9	23,9	28,7	1,61	1,40
DMS ^a /	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C V %		36,1		5,2		12,2

^a/ Diferença mínima significativa pelo Teste de Tukey no nível de 5%.

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

TABELA 15. Pêso de sementes por Panícula, Produção de Grãos e Produção de Colmos de Sorgo Saca rino, por cultivar, em função de diferentes níveis de N, P e K, local Boracéia

TRATAMENTOS	PÊSO DE SEMENTES/PANÍCULA (g)		PRODUÇÃO DE GRÃOS (kg/ha)		PRODUÇÃO DE COLMOS (t/ha)	
	Brandes	Rio	Brandes	Rio	Brandes	Rio
000	15,5	31,4	1244	2263	36,67	33,09
022	14,7	35,0	1432	2553	43,93	33,81
122	30,8	36,1	2465	2787	51,55	34,14
222	19,2	45,3	2325	2664	51,11	33,25
202	18,3	35,9	1357	2434	46,05	32,29
212	21,9	44,1	1622	2534	48,06	32,24
220	22,1	38,7	1834	2671	48,25	30,94
221	20,6	40,3	2046	2692	48,14	31,12
222+M	19,9	40,6	1667	2469	45,36	30,59
DMS ^a /	n.s.	n.s.	715	n.s.	5,11	n.s.
C V %		36,1		14,3		5,6

a/ Diferença mínima significativa pelo Teste de Tukey no nível de 5%.

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

**

TABELA 16. Altura das plantas, Tamanho das Panículas e Diâmetro dos Colmos de Sorgo Sacarino, por cultivar, em função de diferentes níveis de N, P e K, local Riachuelo

TRATAMENTOS	ALTURA DAS PLANTAS (cm)		TAMANHO DAS PANÍCULAS (cm)		DIÂMETRO DOS COLMOS (cm)				
	Brandes	Rio	Brandes	Rio	Brandes	Rio			
022	212,6	283,4	27,1	21,9	26,2	2,9	1,63	1,40	0,19
122	241,9	277,3	27,1	21,3	25,6	2,9	1,56	1,36	0,19
222	221,1	256,0	27,1	21,9	24,2	n.s.	1,45	1,35	n.s.
202	234,0	272,9	27,1	21,5	26,8	2,9	1,46	1,40	n.s.
212	236,3	277,9	27,1	21,8	26,7	2,9	1,53	1,33	0,19
220	231,0	269,3	27,1	20,8	25,7	2,9	1,52	1,41	n.s.
221	202,6	268,3	27,1	17,1	24,7	2,9	1,51	1,31	0,19
222+M	221,9	269,5	27,1	19,7	25,7	2,9	1,47	1,33	n.s.
DMS ^a /	n.s.	n.s.	n.s.	4,6	b.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C V %		7,6			8,8			9,36	

a/ Diferença mínima significativa pelo Teste de Tukey no nível de 5%.

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

TABELA 17. Pêso de sementes por Panículas, Produção de Grãos e Produção de Colmos de Sorgo Sa carino, por cultivar, em função de diferentes níveis de N, P e K, local Riachuelo

TRATAMENTOS	PÊSO DE SEMENTES/PANÍCULA (g)		PRODUÇÃO DE GRÃOS (kg/ha)		PRODUÇÃO DE COLMOS (t/ha)				
	Brandes	Rio	DMS ^{a/}	Brandes	Rio	DMS ^{a/}	Brandes	Rio	DMS ^{a/}
022	30,6	44,2	n.s.	2439	2954	n.s.	24,44	22,37	n.s.
122	35,5	37,8	n.s.	3241	3121	n.s.	35,79	27,98	3,56
222	23,6	30,0	n.s.	4012	3082	603	36,46	26,33	3,56
202	23,2	42,9	14,5	3025	2521	n.s.	33,70	20,08	3,56
212	23,8	37,3	n.s.	2937	2684	n.s.	35,82	24,06	3,56
220	25,7	38,3	n.s.	2449	2236	n.s.	28,13	22,92	3,56
221	18,7	34,6	14,5	2585	3175	n.s.	28,59	24,32	3,56
222+M	20,9	32,0	n.s.	2615	2493	n.s.	35,44	20,98	3,56
DMS ^{a/}	n.s.	n.s.	n.s.	952	n.s.	*	5,62	5,62	**
C V %		32,6			14,9			8,9	

a/ Diferença mínima significativa pelo Teste de Tukey a 5%.

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

TABELA 18. Brix do Caldo e Sacarose % no colmo de sorgo sacarino, por cultivar, em função de níveis de N, P e K, local Boracéia

TRATAMENTOS	BRUX			SACAROSE %		
	Brandes	Rio	DMS ^{a/}	Brandes	Rio	DMS ^{a/}
000	20,0	18,6	1,0	13,4	14,6	n.s.
022	17,8	18,5	1,0	13,7	14,7	n.s.
122	17,6	19,0	1,0	9,8	15,3	1,6
222	18,4	20,3	1,0	11,7	15,7	1,6
202	19,1	19,4	n.s.	12,6	15,0	1,6
212	18,5	19,2	n.s.	11,0	15,2	1,6
220	19,4	19,7	n.s.	11,9	15,3	1,6
221	18,8	19,8	n.s.	12,0	15,8	1,6
222+M	18,5	19,8	1,0	11,6	16,0	1,6
DMS ^{a/}	1,6	1,6	**	2,5	n.s.	**
C V %		3,7			8,0	

a/ Diferença mínima significativa pelo Teste de Tukey a 5%.

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

TABELA 19. Açúcares Redutores e Açúcares Totais % no colmo de Sorgo Sacarino, em função de níveis de N, P e K, local Boracéia

TRATAMENTOS	AÇÚCARES REDUTORES %			AÇÚCARES TOTAIS %		
	Brandes	Rio	DMS ^{a/}	Brandes	Rio	DMS ^{a/}
000	4,2	1,3	0,6	18,2	16,4	1,4
022	3,2	1,2	0,6	17,6	16,6	n.s.
122	4,3	0,9	0,6	14,6	17,0	1,4
222	3,6	0,9	0,6	15,9	17,4	1,4
202	3,5	0,9	0,6	16,7	16,7	n.s.
212	4,6	1,1	0,6	16,1	17,1	n.s.
220	4,3	1,0	0,6	16,8	17,0	n.s.
221	4,0	0,9	0,6	16,5	17,4	n.s.
222+M	3,7	0,9	0,6	15,9	17,8	1,4
DMS ^{a/}	0,9	n.s.	*	2,3	n.s.	**
C V %		16,3			6,1	

a/ Diferença mínima significativa pelo Teste de Tukey a 5%.

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

TABELA 20. Porcentagem de Fibra no Colmo, Litros de álcool por tonelada de Colmo e Produção de álcool (1/ha) do Sorgo Sacarino, em função de níveis de N, P e K, local Boracéia

TRATAMENTOS	FIBRA %		ÁLCOOL 1/t DE COLMO		ÁLCOOL 1/ha	
	Brandes	Rio	Brandes	Rio	Brandes	Rio
000	11,5	15,2	93,8	80,9	3449	2673
022	12,1	15,9	89,9	81,0	3946	2739
122	11,4	15,1	75,2	83,6	3887	2856
222	11,3	16,8	81,7	84,1	4170	2793
202	11,9	14,9	85,5	82,3	3943	2656
212	11,3	16,0	84,0	83,9	4037	2702
220	12,0	16,4	86,1	85,2	4153	2562
221	11,4	15,6	86,2	87,7	4152	2730
222+M	11,3	15,7	81,7	86,9	3697	2658
DMS ^{a/}	n.s.	n.s.	11,6	n.s.	629	n.s.
C V %		6,5		6,0		8,2

a/ Diferença mínima significativa pelo Teste de Tukey a 5%.

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

TABELA 21. Brix do Caldo e Sacarose % no colmo de Sorgo Sacarino, por cultivar, em função de níveis de N, P e K, local Riachuelo

TRATAMENTOS	BRIX			SACAROSE %		
	Brandes	Rio	DMS ^{a/}	Brandes	Rio	DMS ^{a/}
022	16,5	19,0	1,8	8,6	11,6	2,6
122	16,5	16,5	n.s.	9,4	9,4	n.s.
222	18,0	16,2	n.s.	10,5	8,9	n.s.
202	18,1	17,3	n.s.	10,5	10,6	n.s.
212	17,2	16,7	n.s.	8,9	10,0	n.s.
220	17,0	17,1	n.s.	9,1	10,0	n.s.
221	17,1	16,9	n.s.	8,0	9,2	n.s.
222+M	17,5	16,2	n.s.	9,5	8,5	n.s.
DMS ^{a/}	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C V %		7,5			19,11	

a/ Diferença mínima significativa pelo Teste de Tukey a 5%.

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

TABELA 22. Açúcares Redutores e Açúcares Totais % no Colmo de Sorgo Sacarino, por cultivar, em função de níveis de N, P e K, local Riachuelo

TRATAMENTOS	AÇÚCARES REDUTORES %			AÇÚCARES TOTAIS %		
	Brandes	Rio	DMS ^{a/}	Brandes	Rio	DMS ^{a/}
022	4,2	2,9	1,2	13,2	15,1	n.s.
122	4,6	4,0	n.s.	14,5	13,8	n.s.
222	3,6	3,8	n.s.	14,6	13,1	n.s.
202	4,2	3,4	n.s.	15,2	14,5	n.s.
212	4,6	3,4	n.s.	14,0	13,8	n.s.
220	4,3	3,9	n.s.	13,9	14,3	n.s.
221	5,5	3,9	1,2	13,9	13,6	n.s.
222+M	4,7	4,1	n.s.	14,6	13,1	n.s.
DMS ^{a/}	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C V %		21,5			9,8	

a/ Diferença mínima significativa pelo Teste de Tukey a 5%.

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

TABELA 23. Porcentagem de Fibra no Colmo, Litros de álcool por tonelada de Colmo e Produção de álcool (l/ha) do Sorgo Sacarino, em função de níveis de N, P e K, local Riachuelo

TRATAMENTOS	FIBRA %		ÁLCOOL l/t DE COLMO		ÁLCOOL l/ha	
	Brandes	Rio	Brandes	Rio	Brandes	Rio
022	11,3	15,7	67,9	73,6	1647	1652
122	10,9	14,5	75,7	68,5	2705	1915
222	11,2	15,2	75,3	64,3	2747	1708
202	10,9	15,9	78,5	71,6	2640	1448
212	11,1	15,5	72,3	67,9	2585	1633
220	9,9	15,5	72,6	71,3	2043	1637
221	10,7	16,4	72,1	65,8	2063	1596
222+M	10,6	16,6	75,9	64,0	2688	1345
DMS ^a /	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	572	n.s.
C V %		8,2		9,4		12,7

a/ Diferença mínima significativa pelo Teste de Tukey a 5%.

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

TABELA 24. Coeficientes de Correlação entre Produção de Álcool (l/ha) e Produção de Colmos (t/ha), l de álcool/t de colmo e Brix, obtidos em condições de campo, por cultivar e por local

	PRODUÇÃO DE ÁLCOOL (l/ha)			
	Boracéia		Riachuelo	
	Brandes	Rio	Brandes	Rio
Produção de Colmos	0,62**	0,77**	0,91**	0,57**
l álcool/t colmo	0,36*	0,34*	0,59**	0,70**
Brix	0,34*	0,11n.s.	0,36n.s.	0,26n.s.

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

TABELA 25. Produtividade e rendimento (de fermentação) em álcool etílico da mandioca, da cana-de-açúcar e do sorgo sacarino

MATÉRIA PRIMA	SOLO	CULTIVAR	PRODUÇÃO AGRÍCOLA		PRODUÇÃO DE ÁLCOOL	
			t/ha	t/ha/ano ^{a/}	l/ha	l/ha/ano ^{a/}
Mandioca ^{b/}			29	14,5	5046	2523
Cana-de-Açúcar ^{c/}	LR		90	74	7772	6390
Cana-de-Açúcar ^{c/}	LEa		60	45	5267	3950
Sorgo:						
Colmos			51,1	51,1	4170	4170
Grãos ^{d/}	LR	Brandes	2,3	2,3	782	782
TOTAL ^{d/}					4952	4952
Colmos			33,3	33,3	2793	2793
Grãos ^{d/}	LR	Rio	2,7	2,7	918	918
TOTAL ^{d/}					3711	3711
Colmos			36,5	36,5	2747	2747
Grãos ^{d/}	LEa	Brandes	4,0	4,0	1360	3160
TOTAL ^{d/}					4107	4107
Colmos			26,3	26,3	1708	1708
Grãos ^{d/}	LEa	Rio	3,1	3,1	1054	1054
TOTAL ^{d/}					2762	2762

a/ Considerando 1 ciclo cultural/ano para o sorgo.

b/ Segundo GOLDENBERG e MOREIRA (1977).

c/ Segundo SERRA (1979), média de 4-5 cortes para LR e 3 cortes para LEa.

d/ Estimativa para produção de álcool, segundo SERRA (1977).

5.4. DIAGNOSE FOLIAR

5.4.1. CASA DE VEGETAÇÃO

Na TABELA 26 encontram-se os teores de nutrientes encontrados nas folhas medianas do sorgo sacarino, na época do emborrachamento, em condição de casa de vegetação; e na TABELA 27 acham-se os coeficientes de correlação entre os teores de nutrientes nas folhas e produção de colmos verdes, matéria seca de colmos, matéria seca de grãos e matéria seca total produzidas pelo sorgo sacarino, nas mesmas condições.

Pode-se notar pela TABELA 26 que os teores de N, P, K, Mg, Fe, Mn e Zn das duas cultivares e os teores de Cu da cultivar Brandes foram afetados pelos níveis de solução nutritiva, e os demais não apresentaram variação significativa. Em alguns casos ocorreu diferença significativa entre os teores de nutrientes das duas cultivares.

É interessante lembrar que houve diminuição na produção de matéria seca em função dos níveis de nutrientes na solução nutritiva (TABELA 3), e diminuição nas quantidades de nutrientes absorvidos pelas plantas (TABELAS 4 a 8).

Considerando estes fatos e baseando-se nos dados apresentados na TABELA 27, pode-se inferir que a amostragem empregada foi eficiente para N, P, K, Mg e Fe em ambas as cultivares, e para Cu, Mn e Zn para a cultivar Brandes, quando se considerou como produto final a produção de colmos verdes.

Quando se considerou matéria seca do colmo, grãos ou total as variações encontradas foram maiores.

5.4.2. CAMPO

Nas TABELAS 28 e 29, encontram-se os teores de N, P e K determinados nas folhas medianas do sorgo sacarino, na época do emborrachamento, em Boracéia em Riachuelo, respectivamente, em função das adubações. Na TABELA 30 acham-se os coeficientes de correlação entre teores de N, P e K, e adubações respectivas, e na TABELA 31, os coeficientes de correlação entre teores e produção de colmos, produção de álcool e produção de grão de sorgo sacarino, em condição de campo.

Pelas TABELAS 26 e 29 pode-se notar que os teores de nutrientes encontrados no campo foram menores do que aqueles encontrados no nível completo de solução nutritiva - (considerados como normais). E ainda que só houve efeito significativo das adubações nos teores de N e K da cultivar Brandes nos dois locais, e N da cultivar Rio em Riachuelo, o que fica confirmado pelos dados da TABELA 30.

Quando se confronta estes resultados com aqueles referentes às produções (TABELAS 15 e 17), as correspondências que deveriam existir, deixam bastante a desejar, revelando que, embora nas condições de casa de vegetação tenham ocorrido correspondências entre teores e produções, em condições de campo esta situação se alterou. Isto leva a se inferir que a amostragem utilizada detecta apenas grandes diferenças, não se mostrando suficientemente sensível para que seja recomendada sua utilização.

Os coeficientes de correlação apresentados na TABELA 29 vêm ao encontro destas inferências.

Uma possível explicação para o fato das plantas de sorgo terem apresentado maiores teores de P em Riachuelo do que em Boracéia, sem aumentos de produção correspondentes poderia ser a seguinte: notou-se uma "requeima" das plantas ao final do ciclo, provavelmente em função da seca observada no período; esta relativa falta de água pode ter limitado a absorção de N, tendo como resultado final um menor desenvolvimento das plantas que devem ter concentrado fósforo nas folhas por este motivo.

Em função dos resultados obtidos no presente trabalho não é possível chegar-se a uma aproximação razoável dos teores ótimos de nutrientes em condição de campo, uma vez que os dados obtidos nesta condição foram menores que os níveis críticos considerados no ensaio em casa de vegetação, e ainda, não se verificou respostas a todos os nutrientes estudados em todos os casos. Desta maneira, é aconselhável que sejam desenvolvidos outros estudos a respeito da diagnose foliar do sorgo sacarino, o que permitiria a obtenção de resultados mais seguros.

TABELA 26. Teores (% e ppm) de nutrientes nas folhas médianas do sorgo sacarino, no emborrachamento, por solução nutritiva, por cultivar e por nutriente, em casa de vegetação

SOLUÇÃO	Teor de	Brandes	Rio	D M S	Teor de	Brandes	Rio	D M S
1:1	N(%)	3,15	3,12	n.s.	S(%)	0,20	0,17	n.s.
1:5		2,25	1,39	0,14		0,18	0,14	n.s.
1:10		1,98	1,40	0,14		0,17	0,17	n.s.
D M S		0,17	0,17	+		n.s.	n.s.	n.s.
C.V.		4,2%				19,1%		
1:1	P(%)	0,92	0,81	0,11	Fe(ppm)	106	72	15
1:5		0,43	0,24	0,11		81	130	15
1:10		0,32	0,27	n.s.		262	141	15
D M S		0,13	0,13	n.s.		19	19	+
C.V.		14,9%				7,8%		
1:1	K(%)	3,11	2,66	0,17	Cu(ppm)	9,69	9,69	n.s.
1:5		1,90	1,46	0,17		5,64	9,18	1,35
1:10		1,38	1,02	0,17		7,66	8,63	n.s.
D M S		0,20	0,20	n.s.		1,65	n.s.	+
C.V.						10,8%		
1:1	Ca(%)	0,65	0,46	0,10	Mn(ppm)	53,7	48,3	n.s.
1:5		0,54	0,47	n.s.		37,4	32,9	n.s.
1:10		0,57	0,58	n.s.		27,0	21,7	n.s.
D M S		n.s.	n.s.	+		22,6	22,6	n.s.
C.V.		12,7%				34,1%		
1:1	Mg(%)	0,52	0,45	0,07	Zn(ppm)	16,3	9,7	2,6
1:5		0,59	0,50	0,07		10,0	9,2	n.s.
1:10		0,69	0,55	0,07		12,6	12,4	n.s.
D M S		0,08	0,08	n.s.		3,1	3,1	+
C.V.		8,5%				14,7%		

TABELA 27. Coeficientes de Correlação entre os teores de nutrientes nas folhas medianas da planta de Sorgo Sacarino, na época do emborrachamento, e Produção de Colmos Verdes, Matéria Seca de Colmos, Matéria Seca de Grãos e Matéria Seca Total produzidas pelo Sorgo em casa de vegetação, em 3 níveis de solução nutritiva

NUTRIENTE %	PRODUÇÃO DE COLMOS		MATÉRIA SECA DE COLMOS		MATÉRIA SECA DE GRÃOS		MATÉRIA SECA TOTAL	
	Brandes	Rio	Brandes	Rio	Brandes	Rio	Brandes	Rio
N	0,96**	0,83**	0,91**	0,88**	0,89**	0,66*	0,90**	0,91**
P	0,89**	0,80**	0,94**	0,85**	0,92**	0,66*	0,82**	0,88**
K	0,94**	0,85**	0,93**	0,89**	0,87**	0,57n.s.	0,88**	0,91**
Ca	0,32n.s.	-0,56n.s.	0,54n.s.	-0,54n.s.	0,52n.s.	-0,18n.s.	0,15n.s.	-0,48n.s.
Mg	-0,83**	-0,61*	-0,68*	-0,57n.s.	-0,56n.s.	-0,18n.s.	-0,88**	-0,53n.s.
S	0,24n.s.	0,29n.s.	0,42n.s.	0,01n.s.	0,51n.s.	0,47n.s.	0,14n.s.	0,32n.s.
Fe	-0,63*	0,93**	-0,45n.s.	-0,87**	-0,25n.s.	-0,53n.s.	-0,65*	-0,86**
Cu	0,73**	0,29n.s.	0,77**	0,28	0,87**	0,22n.s.	0,58*	0,27n.s.
Mn	0,76**	0,53n.s.	0,60*	0,63*	0,41n.s.	0,30n.s.	0,76**	0,61n.s.
Zn	0,70*	-0,33n.s.	0,65*	-0,55n.s.	0,75**	0,02n.s.	0,50n.s.	-0,33n.s.

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

TABELA 28. Teores de N, P e K nas folhas medianas do Sorgo Sacarino, na época do emborrachamento, em função das adubações, por nutriente, por tratamento e por cultivar, local Bo-racéia, em condição de campo

TRATAMENTOS	N %		P %		K %	
	Brandes	Rio	Brandes	Rio	Brandes	Rio
000	1,95	2,47	0,27	0,29	1,72	1,40
022	1,83	2,46	0,28	0,29	1,45	1,34
122	2,13	2,51	0,27	0,30	1,66	1,46
222	2,33	2,63	0,28	0,31	1,72	1,39
202	2,33	2,52	0,25	0,28	1,38	1,64
212	2,36	2,55	0,25	0,29	1,54	1,49
220	2,23	2,68	0,28	0,31	1,57	1,31
221	2,31	2,58	0,28	0,31	1,50	1,30
222+M	2,52	2,52	0,29	0,31	1,76	1,49
DMS	0,41	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C V %		7,5		6,8		14,7

TABELA 30. Coeficientes de Correlação entre doses de N, P e K e teores de N, P, K, respectivamente, nas folhas medianas do sorgo - sacarino, na época do emborrachamento, em condição de campo

D O S E S	TEORES (%) NAS FOLHAS			
	Boracéia		Riachuelo	
	Brandes	Rio	Brandes	Rio
N	0,72**	0,33n.s.	0,86**	0,59*
P	0,53n.s.	0,50n.s.	-0,13n.s.	-0,10n.s.
K	0,44n.s.	0,39n.s.	0,11n.s.	0,10n.s.

TABELA 31. Coeficientes de Correlação entre teores de N, P e K nas folhas medianas do Sorgo Saca rino, na época do emborrachamento, e produção de colmos em kg/ha, produção de álcool em l/ha, produção de grãos em kg/ha e produção de álcool em l/t de colmo de sorgo, quando a planta foi submetida a níveis de adubação com N, P e K, respectivamente, em condição de campo

NUTRIENTE	PRODUÇÃO DE COLMOS kg/ha		PRODUÇÃO DE ALCÓOL l/ha		PRODUÇÃO DE GRÃOS kg/ha		I álcool/t colmo	
	Brandes	Rio	Brandes	Rio	Brandes	Rio	Brandes	Rio
N	0,80**	0,22n.s.	0,13n.s.	0,34n.s.	0,74**	0,24n.s.	-0,57n.s.	0,25n.s.
P	0,46n.s.	0,38n.s.	-0,05n.s.	0,54n.s.	0,68*	0,00n.s.	-0,52n.s.	0,13n.s.
K	0,38n.s.	0,31n.s.	0,34n.s.	0,15n.s.	0,01n.s.	-0,08n.s.	0,07n.s.	-0,22n.s.
			B O R A C É I A					
					R I A C H U E L O			
N	0,74**	0,58**	0,84*	0,40n.s.	0,68*	0,21n.s.	0,65*	-0,01n.s.
P	0,42n.s.	0,12n.s.	0,38n.s.	0,57n.s.	-0,04n.s.	0,30n.s.	-0,03n.s.	0,70*
K	0,35n.s.	0,38n.s.	0,34n.s.	0,15n.s.	0,37n.s.	0,13n.s.	0,14n.s.	-0,07n.s.

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

6. CONCLUSÕES

Para as condições experimentais em que foi realizado o trabalho, através da análise e interpretação dos resultados obtidos, foi possível chegar-se às seguintes conclusões:

- 6.1. O sorgo sacarino mostrou potencial de produção intermediário à cana-de-açúcar e a mandioca, em ambos os solos em que foi estudado, e a cultivar Brandes, de maneira geral produziu mais do que a cultivar Rio.
- 6.2. De maneira geral as duas cultivares apresentaram capacidades de absorção de nutrientes semelhantes, medida tanto em regime de fornecimento adequado como

em soluções nutritivas diluídas, embora as produções de matéria seca total tenham sido diferentes na solução mais diluída.

- 6.3. Com relação à produção de colmos verdes, a cultivar Brandes produziu mais em solução completa e menos em soluções diluídas do que a cultivar Rio, mas a produção de matéria seca de colmos da cultivar Rio, em casa de vegetação, sempre foi maior do que a da cultivar Brandes.
- 6.4. A cultivar Brandes apresentou maiores eficiências nutricionais em solução completa e menores eficiências nutricionais em soluções diluídas do que a cultivar Rio.
- 6.5. A ordem decrescente de exigências em casa de vegetação, foi: K, N, Ca, Mg, P, S e Fe, Mn, Cu, Zn.
- 6.6. Considerando a colheita dos colmos e dos grãos, a cultivar Brandes exportou 55% do N, 41% do P, 68% do K, 16% do Ca, 38% do Mg, 47% do S, 6% do Fe, 55% do Cu, 10% do Mn e 14% do Zn absorvidos, e a cultivar Rio exportou 59% do N, 43% do P, 72% do K, 10% do Ca, 44% do Mg, 60% do S, 7% do Fe, 66% do Cu, 8% do Mn e 10% do Zn absorvidos, em casa de vegetação.
- 6.7. Em condição de campo a cultivar Brandes acumulou mais matéria seca e mais nutrientes do que a cultivar Rio.

- 6.8. A época de maior velocidade de acumulação de matéria seca deu-se entre o aparecimento do primórdio da panícula e início de enchimento dos grãos para a cultivar Rio, e entre aparecimento do primórdio da panícula e o florescimento para a cultivar Brandes. Embora a cultivar Brandes tenha apresentado ciclo mais longo, suas velocidades máximas de absorção de nutrientes foram maiores do que as da cultivar Rio.
- 6.9. Em condição de campo as absorções e exportações de nutrientes foram diferentes e maiores que aquelas obtidas em casa de vegetação, sendo que as exigências para produzir 1 tonelada de colmo foram de 3,22 a 3,93 kg de N, 0,40 a 0,45 kg de P, 3,91 a 4,39 kg de K, 1,09 a 0,77 kg de Ca, 0,86 a 0,54 kg de Mg, 0,32 a 0,41 kg de S, 62,82 a 36,71 g de Fe, 3,48 a 2,94 g de Cu, 16,43 a 18,05 g de Mn, 7,72 a 8,77 g de Zn e 17,99 a 20,47 g de B.
- 6.10. Com relação à produção de grãos a cultivar Brandes apresentou resposta significativa ao N e ao P em Boracéia e ao N, P e K em Riachuelo, e a cultivar Rio não apresentou respostas significativas à adubação, embora houvessem fortes tendências de respostas ao N e P em Riachuelo.
- 6.11. Com relação à produção de colmos, a cultivar Brandes apresentou resposta significativa ao N e P em Boracéia e ao N e K em Riachuelo, ao passo que a cultivar Rio não apresentou resposta significativa à adubação em Boracéia, mas respondeu ao P em Riachuelo.

- 6.12. Com relação à produção de álcool por hectare, a cultivar Brandes respondeu significativamente ao N em Boracéia e ao N e K em Riachuelo, ao passo que a cultivar Rio não apresentou respostas significativas às adubações. As produções de álcool foram explicadas principalmente pelas produções de colmos e pelos teores de sacarose encontrados nos colmos.
- 6.13. Com exceção do tratamento 0 - 200 - 100 em Riachuelo, a cultivar Brandes permitiu prever maiores produções de álcool do que a cultivar Rio.
- 6.14. Considerando os locais e cultivares diferentes, os efeitos do N sobre teor de sacarose e Brix foram inconclusivos. A aplicação de P fez com que aumentasse o teor de açúcares redutores em apenas um caso e o K não proporcionou respostas significativas.
- 6.15. A produção de álcool por área parece ser principalmente uma função da quantidade de caldo produzido, desde que a cultivar apresente características tecnológicas dentro de um limite razoável.
- 6.16. Em condição de casa de vegetação com solução nutritiva, poderiam ser considerados normais para o sorgo sacarino os seguintes teores médios de nutrientes nas folhas medianas da planta, na época do emborrachamento: 3,2% de N, 0,80 a 0,95% de P, 2,60 a 3,10% de K, 0,45 a 0,65% de Ca, 0,45 a 0,52% de Mg, 9,60 a 9,70 ppm de Cu e 48 a 54 ppm de Mn.

6.17. A amostragem utilizada para a diagnose foliar parece detectar apenas grandes diferenças, não se mostrando suficientemente sensível nas condições de campo.

7. S U M M A R Y

This work dealt with three experiments, two under field conditions, and one in the greenhouse, the later in nutrient solution; 2 sweet sorghum cultivars (Rio and Brandes) were used. The field experiments were carried out at Barra Bonita County, São Paulo State, and the greenhouse experiment at Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP "Campus" de Botucatu.

This research had the following aims:

- 7.1. To present a contribution to the knowledge of the effects of N, P and K fertilizations on yield and quality of sweet sorghum for alcohol production.
- 7.2. To verify the yield potential of weet sorghum in

different conditions of soil fertility.

7.3. To determine critical levels of N, P and K under field conditions, and critical levels of N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn and Zn in water culture.

7.4. To verify the nutrient absorption capacity in full strength solution and in relative stress, the nutritional requirements, dry matter and nutrient accumulation and distribution.

The field experiments were laid out on two different soils ("Latossol Roxo" and "Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa"). The following fertilizer treatments were tested: 0 - 200 - 100; 75 - 200 - 100; 150 - 200 - 100; 150 - 0 - 100; 150 - 100 - 100; 150 - 200 - 0; 150 - 200 - 50 and 150 - 200 - 100 + Micronutrientes, in kg/ha of N, P₂O₅ or K₂O, respectively. The stalk production, grain yields, plant heights, stalk diameters, head sizes, Brix, reducing sugar, total sugar, sucrose and fibre levels were determined at ripe stage. At boot stage, 20 leaves from medium height of the plants were harvested for foliar diagnosis.

Plants of full fertilized plots (150 - 200 - 100) were harvested in 20 day intervals for determination of dry matter and nutrient accumulation by stalks, leaves and heads.

In water culture the same sweet sorghum cultivars (Rio and Brandes) were grown in presence of solution - full strength, diluted five fold, and diluted ten fold. At harvest were determined: dry matter, concentrations and

requirements of N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn and Zn. The nutritional efficiencies were calculated and leaves were analysed for foliar diagnosis.

The results allowed for the following conclusions:

- Sweet sorghum presented yield potential between sugar-cane and cassava, in both soils (based on data of the literature).
- Generally the 2 sweet sorghum cultivars showed, in water culture, the same nutrient absorption capacity.
- Rio cultivar presented shorter growth cycle, but the maximum rates of nutrient absorption were major for cultivar Brandes.
- The responses to applied fertilizers were different for the 2 cultivars, but Brandes produced more stalks and more alcohol than Rio.
- The nutritional efficiencies were correlated to stalk productions.
- The following nutrient levels in the medium height leaves at boot stage, can be considered as normal: 3,2% of N, 0,80 - 0,95% of P, 2,6 - 3,10% of K, 0,45 - 0,65% of Ca, 0,45 - 0,52% of Mg, 9,60 - 9,70 ppm of Cu and 48 - 54 ppm of Mn.

8. L I T E R A T U R A C I T A D A

ALDRICH, S.R. e E.R. LENG. 1972. *Modern Corn Production*.
F. & W. Publishing Corp., Urbana, U.S.A. 308 p.

ALVAREZ, F.G. 1975. *Caña de Azúcar*. Fondo Nacional de in
vestigaciones Agropecuárias. Caracas. 699 p.

AMARAL, F. de A.L. do. 1975. Eficiência de utilização de
Nitrogênio, Fósforo e Potássio de 104 variedades de fei -
joeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). (Tese - Doutorado - Es
cola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP). Pi
racicaba, 111 p.

ANDRADE, A.G. de; H.P. HAAG; G.D. de OLIVEIRA e J.R. SARRUGE.
1977. *Acumulação diferencial de nutrientes em cinco cul-*
tivares de milho. Fundação Carggil, ed. Piracicaba. 106 p.

- ARAUJO, N.O.; H.F. CASTRO e A.E.S. VISCONTI. 1977. Sorgo-Matéria Prima Renovável para Produção de Etanol na Escala da Energética Nacional. *Brasil Açucareiro*, 90:23-41.
- ARNON, I.. 1975. *Mineral Nutrition of Mayse*. Int. Potash Inst. (ed.) Bern, Switzerland 452 p.
- ARRIVETS, J.. 1976. Exigences Minerales du Sorgho: Etude d'une variete voltaique a grande tige. *Agron. Trop.*, Paris. XXXI:29-46.
- BERNAL, M.T.; F.S. GARCIA e R.C. GONZALEZ. 1973a. El Cultivo del Sorgo Azucarero (*Sorghum bicolor*). *Mem. III Conv. Nac. Assoc. Tec. Azuc. México*. p. 99-104.
- BERNAL, M.T.; F.S. GARCIA e R.C. GONZALEZ. 1973b. Fechas de Simbra Y Cosecha del Sorgo Dulce. *Mem. III Conv. Nac. Assoc. Tec. Azuc. México*. p. 105-109.
- BHAGWAT, V.Y. e V.V. DATAR. 1974. Use of *Azotobacter* in increasing Sorghum grain Yield. *Sorghum Newsletter*, vol. 17, p. 54.
- BOX, J.. 1971. Soil management - fertility. Em: *Grain Sorghum Research in Texas ... 1970*. Consolidated PR 2938-2949. Texas A & M University p. 112-115.
- BRAWAND, H. e L.R. HOSSNER. 1976. Nutrient content of sorghum leaves and grain as influenced by long-term crop rotation and fertilizers treatment. *Agron. J.*, 68:277 - 280.

- BROWN, J.C.; J.E. AMBLER; R.L. CHANEY e C.D. FOY. 1972. Differential responses of plant genotypes to micronutrients. *Em: MORTUEDT, J.J.; P.M. GIORDANO e W.L. LINDSAY. Micronutrients in Agriculture. Soil Sci. Soc. America, Inc. Madison, 389-418.*
- 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 bicolor* (L.) Moench. *Crop Sci.*, 8(5):545-547.
- CATANI, R.A.; J.R. GALLO e H. GARGANTINI. 1955. *Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Boletim nº 69 do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, Campinas - SP.*
- COETO, J.A. & B.A. SMITH. 1973. *Pruebas a Escala Industrial de Elaboracion de Azucar de Sorgo Dulce en México. 16 p.*
- COLEMAN, O.H.. 1975. Jarabe y Azucar de Sorgo Dulce. *Em: WALL, J.S. & W.M. ROSS. Produccion y Usos del Sorgo. 1ª ed., Hemisfério Sur, Cap. 11, p. 237-250.*
- COMISSÃO DE SOLOS. 1960. *Levantamento de reconhecimento - dos solos do Estado de São Paulo. Boletim 12, Rio de Janeiro. 634 p.*
- COWLEY, W.R. & B.A. SMITH. 1972. Sweet Sorghum as a Potential Sugar Crop in South Texas. *ISSCT Proceedings of 14th Congress. p. 628-633.*

- COWLEY, W.R.. 1969. Sweet Sorghum in South Texas: Yield Potentials and Cultural Practices. *Journ. of Rio Grande Valley Hort. Society*, 23:157-162.
- EPSTEIN, E. e R.L. JEFFERIES. 1964. The genetic basis of selective ion transport in plants. *Ann. Rev. Plant. Physiol.*, 15:169-184.
- EMBRAPA. 1978. *Lançamento de novas cultivares*, ano 5, arroz, malva, milho, soja e sorgo. 46 p.
- FREEMAN, K.C.; D.M. BROADHEAD; O.H. COLLEMAN e N. ZUMMO. 1973a. Cooperative Sweet Sorghum Variety Tests for Sugar During 1970 in Four Southern States. *Agricultural Research Service*. - U.S. Department of Agriculture. 10 p.
- FREEMAN, K.C.; D.M. BROADHEAD e N. ZUMMO. 1973b. *Culture of Sweet Sorghum for Sirup Production*. Agriculture Handbook Nº 441 - A.R.S. - U.S. Department of Agriculture. 30 p.
- FREEMAN, K.C.; D.M. BROADHEAD e N. ZUMMO. 1975. Cooperative Sweet Sorghum Variety Tests for Sugar During 1971 in Three Southern States. *A.R.S.* - U.S. Department of Agriculture. 6 p.
- FREEMAN, K.C.; D.M. BROADHEAD e N. ZUMMO. 1976. Cooperative Sweet Sorghum Variety Tests for Sugar Production During 1972 in Four Southern States. *A.R.S.* - U.S. Department of Agriculture. 10 p.
- FORS, A.L.. 1971. Los Esfuerzos en México sobre el Sorgo Dulce como Cosecha Complementaria a la Caña de Azucar. *Sugar y Azucar*, 66:50-54.

- GARGANTINI, H.; F.A.S. COELHO; F. VERLENGIA e E. SOARES. - 1970. *Levantamento de fertilidade dos solos do Estado de São Paulo*. Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 32p.
- GLÓRIA, N.A.; R.A. CATANI, T. MATUO. 1964. Método do EDTA na determinação do Cálcio e Magnésio "trocável" do solo. *Anais da ESALQ*, Piracicaba, 21-22:220-228.
- GOLDENBERG, J. e J.R. MOREIRA. 1977. *Alcohol from plant products: a brazilian alternative to the energy shortage*. - Inst. Física - USP. IFUSP/p. 126. 16 p.
- 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.
- GOMES, F.P.. 1966. *Curso de Estatística Experimental*. 3^a ed. Universidade de São Paulo, ESALQ, Piracicaba, 404 p.
- GREGORY, F.G.. 1937. Mineral Nutrition of Plants. *Ann. Rev. Biochem.*, 6:557-578.
- HAAG, H.P.. 1961. *Nutrição Mineral de Cana*. Tese mimeografada, Piracicaba, São Paulo, 100 p.
- HARTT, C.E.. 1934. Some effects of potassium upon the amounts of protein and amino acids of nitrogen, sugar and enzyme activity of sugar cane. *Plant Physiol.*, 9:453-490.
- HIPP, B.W.; W.R. COWLEY; C.J. GERARD e B.A. SMITH. 1970. Influence of Solar Radiation and Date of Planting on Yield of Sweet Sorghum. *Crop. Science*, 10:91-92.

- 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. Expt. Sta. *Circ.* 34 p.
- HUMBERT, R.P.. 1968. Nutritional Aspects of Ripening. In: *The Growing of Sugar Cane*. Rev. ed., Elsevier Publishing Co. Amsterdam. p. 550-555.
- IEA. 1979. *Prognóstico 78/79*. Inst. de Economia Agrícola, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, São Paulo. 248 p.
- INDIA. 1976. Sorghum. In: *Nimbkar Agricultural Research Institute Eight Annual Report - 1974/75*. Phaltan, Maharashtra, 128 p.
- 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.
- JONES, J.B., JR. 1972. Plant tissue analysis for micronutrients. Em: MORTVEDT, J.S.; P.M. GIORDANO e W.L. LINDSAY. *Micronutrients in agriculture*. Soil Sci. Soc. America, Inc., Madison. p. 319-346.

LANE, H.C. e H.J. WALKER. 1961. Mineral accumulation and distribution in grain sorghum. *MP-533*, Texas Agric. Exp. Sta., 9 p.

MALAVOLTA, E.. 1975. *Práticas de nutrição mineral de plantas*. Apostila mimeo. ESALQ - USP, Piracicaba.

MALAVOLTA, E.. 1976. *Manual de Química Agrícola: Nutrição de plantas e fertilidade do solo*. Ed. Agron. Ceres, São Paulo. 528 p.

MALAVOLTA, E. e T. COURY. 1954. *Práticas de Química Agrícola*. Piracicaba, CALQ. 49 p. mimeo.

MALAVOLTA, E. e H.P. HAAG. 1964. Nutrição e adubação. Em: *Cultura e Adubação da Cana-de-Açúcar*, ed. Inst. Bras. de Inst. Bras. de Potassa. São Paulo. p. 237-278.

MALAVOLTA, E.; P.R.C. CASTRO; V.F. de CRUZ e T. YAMADA. 1975. Calcium and its relationship to blossom-end rot in tomato. *Comm. Soil Sci. Plant Analysis*, 6(3):273-284.

MALAVOLTA, E. e colaboradores. 1976. Absorção de Cálcio e fósforo por raízes destacadas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill var. IACZ). *Anais da ESALQ*. XXXIII:543-554.

MALAVOLTA, E. e S. LOURENÇO. 1976a. Estudos sobre a nutrição mineral do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). II: Nota sobre a amostragem para a diagnose foliar. *Reunião Brasileira de Milho e Sorgo, XI, Anais*. Patermiani, E. (ed.) Piracicaba, 1978. p. 701-706.

- MALAVOLTA, E. e S. LOURENÇO. 1976b. Estudos sobre a nutrição mineral do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). I - Nota sobre o efeito das carências de macronutrientes no crescimento, produção e composição mineral. *Reunião Brasileira de Milho e Sorgo, XI, Anais*. Paterniani, E. (ed.). Piracicaba, 1978. p. 691-700.
- MARTIN, J.P. e H. EVANS. 1964. Nutritional Deficiencies and Toxicities. Em: *Sugar-cane Diseases of the World*. Vol. 2, HUGHES, ABBOTT & WISMER ed., Elsevier Publishing Co. Amsterdam. p. 197-236.
- PLANALSUCAR. 1976. *Relatório Anual 1975*. Estações Experimentais, Piracicaba. 80 p.
- REEVES JR., S.A.. 1976. Sweet Sorghum Report, 1975. *Research Technical Report 76-3*. Texas Agricultural Experiment Station-Texas A & M University System, 22 p.
- REEVES JR., S.A.. 1976. *Sweet Sorghum Research Report, 1976*. Texas A & M University, Weslaco. 14 p.
- RICAUD, R.. 1971. Sweet Sorghum for Sugar Production in Louisiana. *Louisiana Agriculture (1970/71)*. Louisiana St. University, 14:4-7.
- ROSOLEM, C.A.. 1978. *Nutrição mineral comparada do sorgo granífero (Sorghum bicolor (L.) Moench) e do milho (Zea mays L.)*. Dissertação apresentada à ESALQ-USP, para obtenção do título de Mestre. Piracicaba. 110 p.
- ROSOLEM, C.A.; J.R. MACHADO; J. NAKAGAWA; E. MALAVOLTA e J. P. DANTAS. 1977. Respostas do sorgo granífero (*Sorghum*

sp) a N, P, K em um Latossol Vermelho-Escuro - fase arenosa. Em: *Jornada Científica do "Campus" de Botucatu, VII, Anais ...*, Botucatu. (no prelo).

ROSS, N.M. e D.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 to soil fertility. II: N, P e K uptake pattern by various plant parts. *Agron. J.*, 66(1):5-10.

SADER, R.; E.A. SOUZA; C.R. PANZANI. 1976a. Efeitos da adubação nitrogenada na produção de grãos e em outras características morfológicas do *Sorghum bicolor* (L.) Moench (SORGO). *Científica*, 4(1):18-23.

SADER, R.; E.A. SOUZA; M.H. AKABANE e E.L.M. COUTINHO. 1976b. Efeito da fertilização potássica na produção de grãos e em algumas características morfológicas do *Sorghum bicolor* (L.) Moench (SORGO). *Científica*, 4(3):308-314.

SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG. 1974. *Análises Químicas em Plantas*. Piracicaba. Departamento de Química - ESALQ-USP - (publicação especial).

SERRA, G.E.. 1976. Algumas considerações sobre as possibilidades de Matérias Primas para Produção de Alcool Etílico. *Brasil Açucareiro*, 87:44-51.

SERRA, G.E.. 1977. O Sorgo Sacarino como Matéria Prima para Produção de Alcool Etílico. *I Simpósio Brasileiro de Sorgo*. EMBRAPA. Brasília.

SERRA, G.E.. 1979. Dados não publicados.

SERRA, G.E.; M. LUDERS; T.C. ALMEIDA. 1976. Observações Preliminares sobre Características Agronômicas e Tecnológicas do Sorgo Sacarino. *XI Reunião Brasileira de Milho e Sorgo*. Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

SERRA, G.E.; C.A. ROSOLEM; J.R. MACHADO. 1977. Estudo de épocas de Colheita e Espaçamentos para o Sorgo Sacarino. Não publicado.

SERRA, G.E.; C.A. ROSOLEM; J.R. MACHADO e O. ALONSO. 1978a. Maturação de Colmos de Sorgo Sacarino e qualidades tecnológicas para produção de Etanol. *Reunion Latinoamericana de Fisiologia Vegetal, 7^a*, Mar Del Plata, Argentina. Resumos p. 86.

SERRA, G.E.; J. GOLDENBERG; J.R. MOREIRA e C.M. DE CARVALHO. 1978b. Estudo energético de Alternativas brasileiras para produção de energia renovável. *CONVENÇÃO DA UPADI - (União Panamericana de Associações de Engenheiros), XV. - Anais*. Inst. de Ingenieros de Chile, Santiago de Chile, 1978. 387-417.

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.

STOKES, I.E.. 1968. Review of the Potencial Use of Sweet Sorghum for Sugar Production. *CE-78-68*.

TANIMOTO, T.. 1964. The press method of cane analysis. *Hawaiian Planters Record*, 57(2):133-150.

- TEIXEIRA, C.G.; M.J. PURCHIO; T.J.B. MENEZES; A.M. SALES; P. R. DE LAMO e ARAKAKI. 1977. Produção de Álcool Etílico de Sorgo Sacarino. *I Simpósio Brasileiro de Sorgo*.
- THOMAS, G.W.. 1970. Soil and climatic factors wich affect nutrient mobility. Em: ENGELSTAD, O.P., ed., *Nutrient mobility in soils: accumulation and losses*. Madison, Soil Sci. Soc. Amer., Inc., p. 1-20.
- VANDERLIP, R.L.. 1972. *How a Sorghum plant develops*. Contribution nº 1203. Kansas Agr. Exp. Sta., Manhattan, 19 p.
- VENTRE, E.K.; S. BYALL e J.L. CALETT. 1948. Sucrose, Dextrose and levulose Contend of Some Domestic Varieties of Sorghum at Differents Stages of Maturity. *Journal of Agricultural Research*. Washington, 76:145-151.
- WARSI, A.S. e B.C. WRIGHT. 1973. Influence of nitrogen on the root growth of grain sorghum. *Indian J. Agric. Sci*, 43 (2):142-147.