

ACUMULAÇÃO DE MATÉRIA SECA E MACRONUTRIENTES
PELO SORGO SACARINO *

C.A. ROSOLEM **
E. MALAVOLTA ***

RESUMO

Foram colhidas amostras de plantas de dois cultivares de sorgo sacarino (Brandes e Rio), cultivados em um Latossol Roxo, de 20 em 20 dias, onde se analisou a acumulação de matéria seca, N, P, K, Ca, Mg e S.

Ambos os cultivares apresentaram maior velocidade de absorção para a maioria dos nutrientes no período compreendido entre o aparecimento do primórdio da panícula e o florescimento, com algumas exceções.

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

-
- * Parte da tese de doutoramento do 1º autor; com apoio financeiro do BNDE. Entregue para publicação em 29/06 / 1981.
- ** Departamento de Agricultura e Silvicultura, FCA/UNESP, Botucatu, SP. Com bolsa do CNPq.
- *** Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

INTRODUÇÃO

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

De maneira geral, parece haver corcondância 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 & WLAKER, 1961; BOX, 1971; VANDERLIP, 1972; ROY & 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 diferenças entre plantas adubadas e não adubadas, e nos estágios mais tardios aumentaram os teores de N e K, e ainda as diferenças entre plantas 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 & 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 & WALKER, 1961; VANDERLIP, 1972; ROY & WRIGHT, 1974; ROSOLEM, 1978).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado com dois cultivares de sorgo sacarino (Brandes e Rio), em condições de campo, em solo classificado como Latossol Roxo, contendo 2,07% de M.O.; pH 6,0; e em meq/100 g TFSA: 3,36 de H⁺, 0,16 de Al³⁺, 0,27

de K^+ , 5,52 de Ca^{++} , 2,08 de Mg^{2+} , 0,07 de PO_4^{3-} , no ano agrícola de 1977/78.

As plantas de sorgo sacarino receberam adubação na dose de 150, 200 e 100 kg/ha de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente, nas formas de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio.

Foram feitas amostragens a intervalos de 20 dias, a partir do vigésimo dia após a emergência das plantas. Em cada amostragem as plantas eram cortadas junto ao solo e divididas em colmo, folhas, raquis e grãos, dependendo do estágio fisiológico. As diversas partes das plantas foram secadas em estufa, pesadas e a seguir foram realizadas análises de N, P, K, Ca, Mg e S.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até aos 40 dias de idade das plantas, como se vê na Figura 1, ambos os cultivares de sorgo apresentaram crescimento relativamente lento, e a partir daí o crescimento foi bem mais rápido. Ambos os 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 o cultivar Rio e aos 90 dias para o cultivar Brandes.

Pela Figura 1 pode-se notar ainda que o cultivar Rio, com ciclo de 100 dias aproximadamente, produziu 14.600 kg/ha de matéria seca total, ao passo que o cultivar Brandes, com ciclo de aproximadamente 120 dias mostrou uma produção de 16.300 kg/ha de matéria seca total.

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

Com exceção da matéria seca de colmos, correspondente

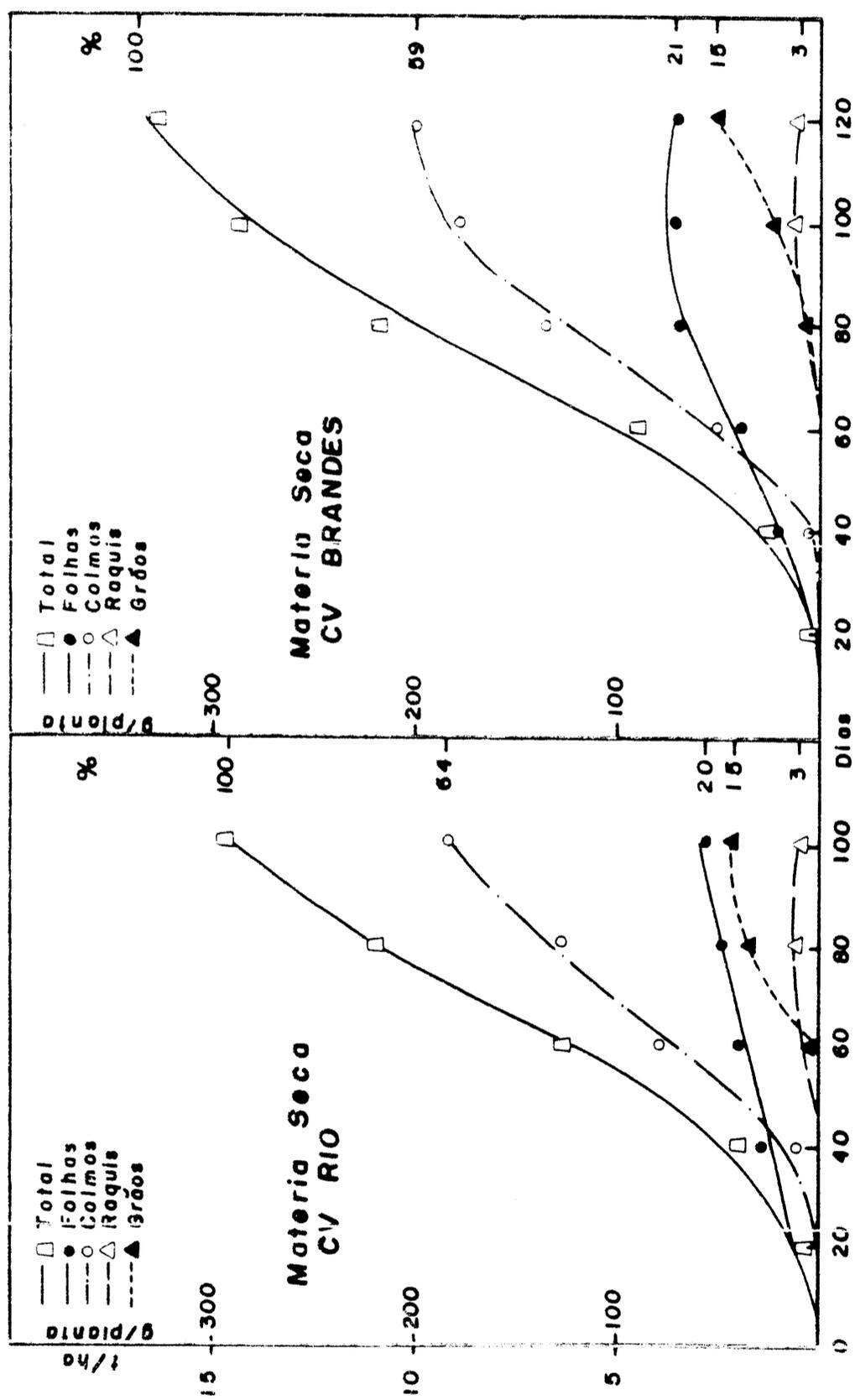


Figura 1 - Acumulação de matéria seca.

a 64% do total no cultivar Rio e 50% do total no 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 & WALKER (1961) e por VANDERLIP (1972).

Acumulação de nitrogênio

Pela Figura 2 nota-se que a acumulação total de nitrogênio, para o 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 nitrogênio pelo 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 nitrogênio encontrados nas partes das plantas (Figura 2), uma vez que os padrões de acumulação de matéria seca total foram semelhantes para os dois cultivares.

No período do emborrachamento até o início de enchimento dos grãos (60 a 80 dias) parece ter havido uma diminuição da absorção de N do solo pelo cultivar Rio, pois ao contrário da acumulação de matéria seca (Figura 1), existe uma grande diminuição dos teores de nitrogênio nas partes das plantas, com reflexos na acumulação total de nitrogênio. 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 & WALKER (1961) para o sorgo granífero.

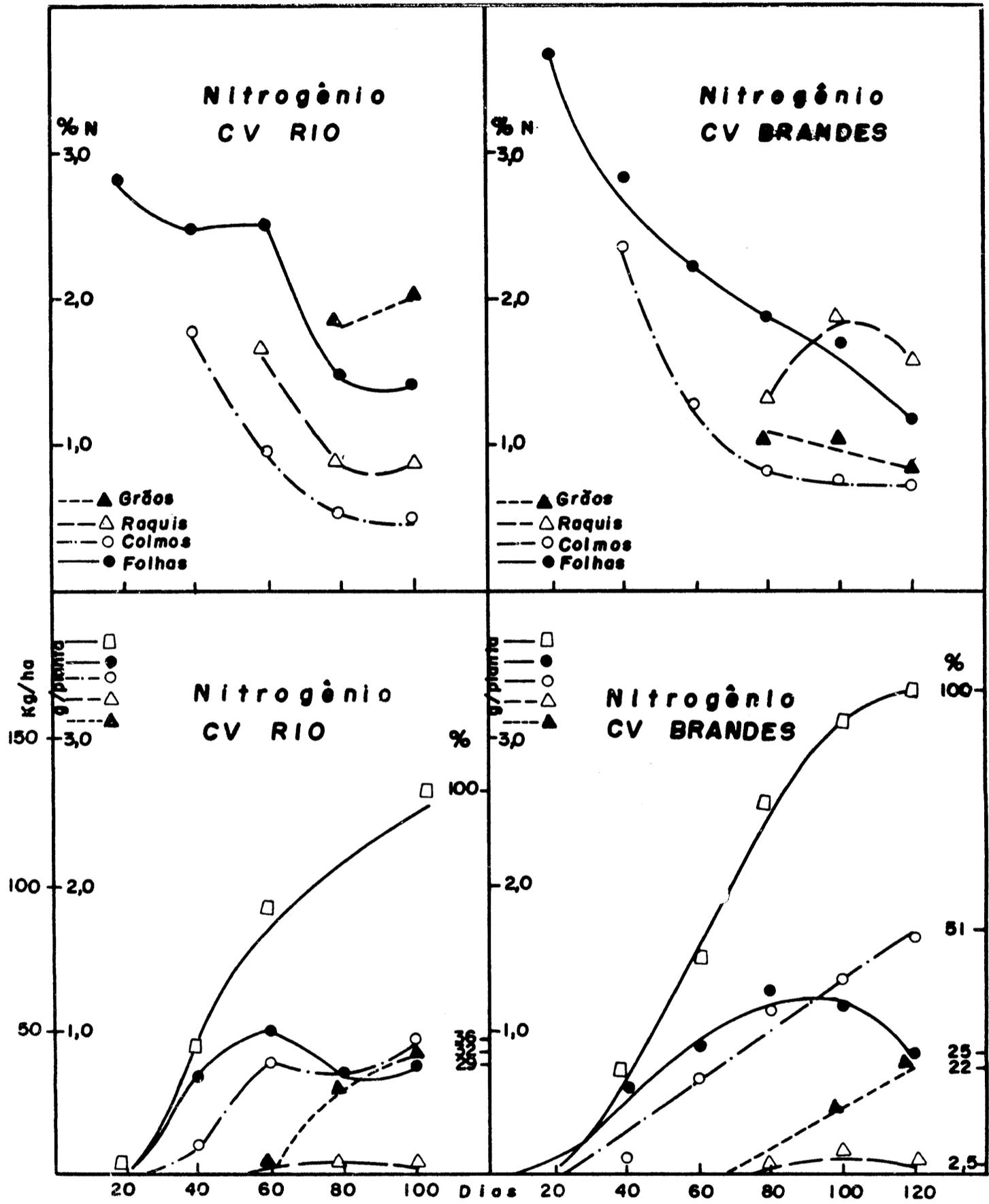


Figura 2 - Acumulação de N.

Já para o cultivar Brandes esta tendência não foi observada, sendo que a redistribuição do nitrogênio das folhas para os grãos foi evidente apenas a partir do florescimento (aproximadamente 90 dias), e a acumulação do nitrogênio 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 os dois cultivares, o mesmo não aconteceu com as quantidades de nitrogênio contidas nas partes das plantas.

Acumulação de fósforo

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

Para ambos os cultivares, os teores de P apresentaram diminuições em função da idade da planta, como exceção do período compreendido entre o aparecimento do primórdio da panícula (40 dias) e o emborrachamento (60 dias para o cultivar Rio e 80 dias para o 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 & WLAKER (1961) parece ser mais evidente no presente trabalho para o cultivar Brandes do que para o cultivar Rio (Figura 3).

Foi verificada intensa translocação do P para os grãos, sendo que estes concentraram 53% do total absorvido para o cultivar Rio e 42% para o cultivar Brandes, sendo que estes valores relativos são equivalentes àqueles observados por LANE & WLAKER (1961) e VANDERLIP (1972) para o sorgo granífero.

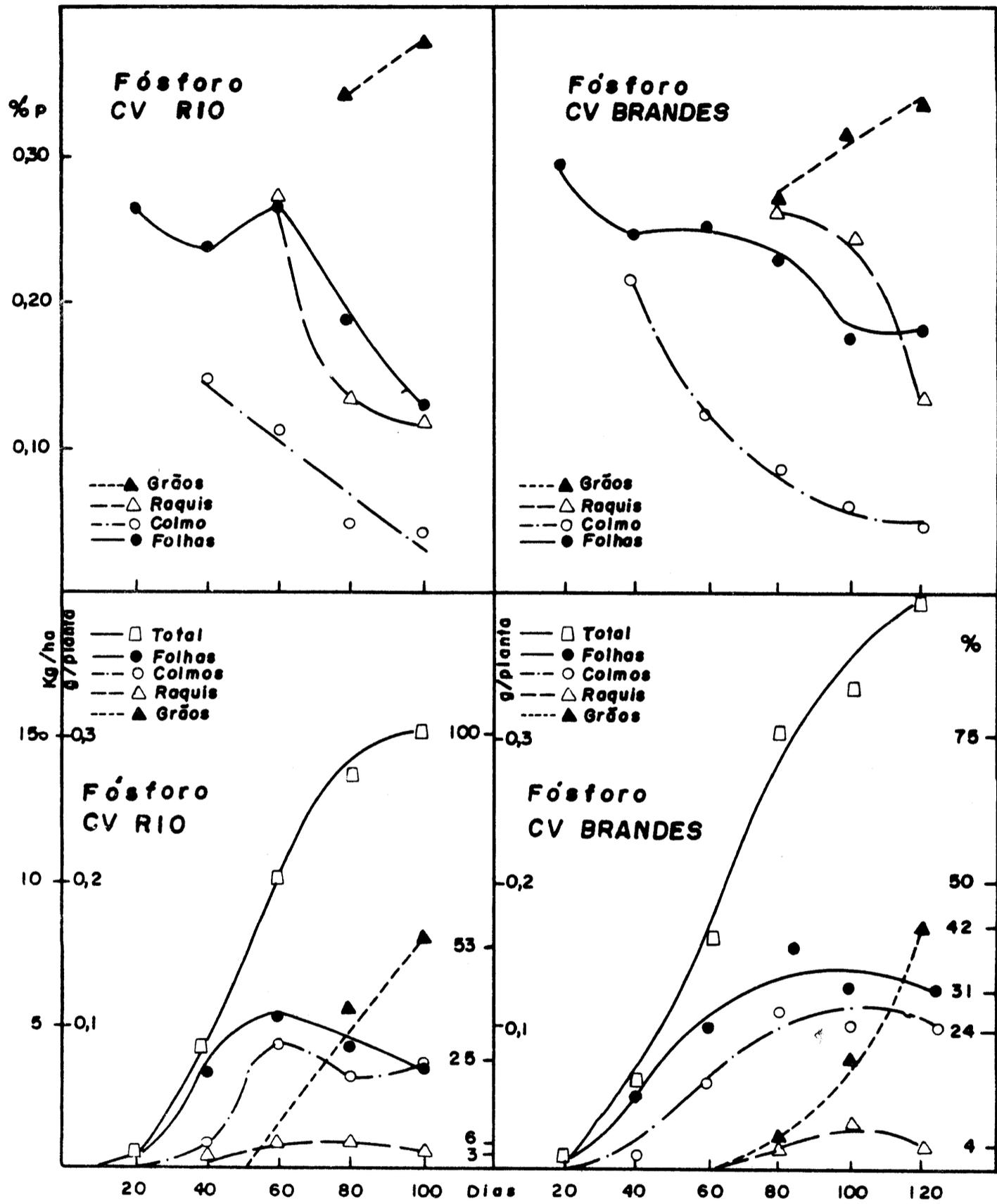


Figura 3 - Acumulação de P.

Acumulação de potássio

Segundo os relatos de LANE & 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 o cultivar Rio, como se pode notar pela Figura 4.

A absorção de K pelos dois cultivares foi muito rápida de 20 dias após a 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 os dois cultivares de sorgo sacarino, tanto para teores como para quantidades apresentaram pequena translocação de potássio, que parece ter sido transportado das folhas para os colmos, que apresentaram 79% do K total no cultivar Brandes e 85% no cultivar Rio (Figura 4).

Acumulação de cálcio

Pela Figura 5 nota-se que o comportamento dos dois 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 & 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 todos os cultivares em função da idade das plantas.

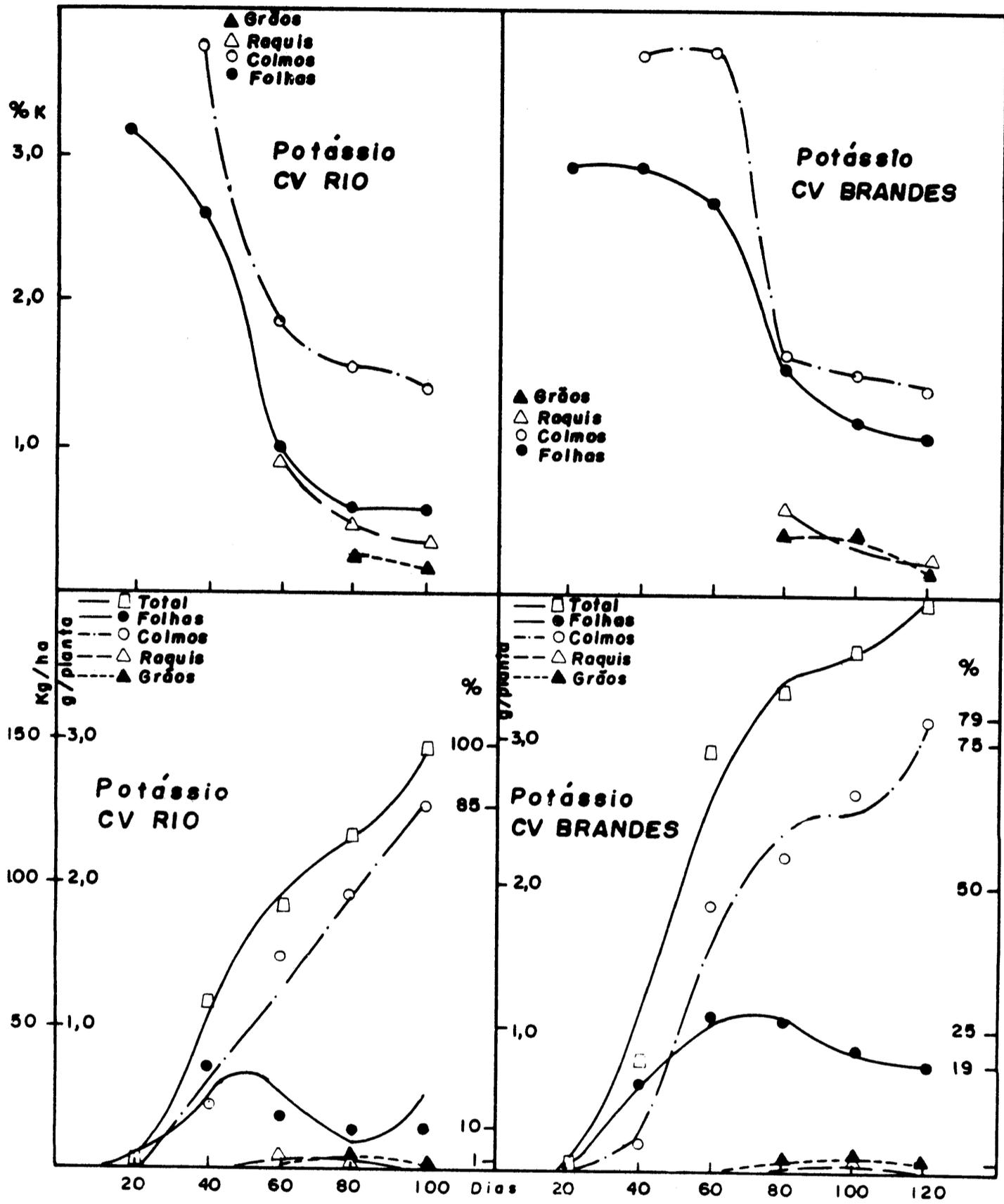


Figura 4 - Acumulação de K.

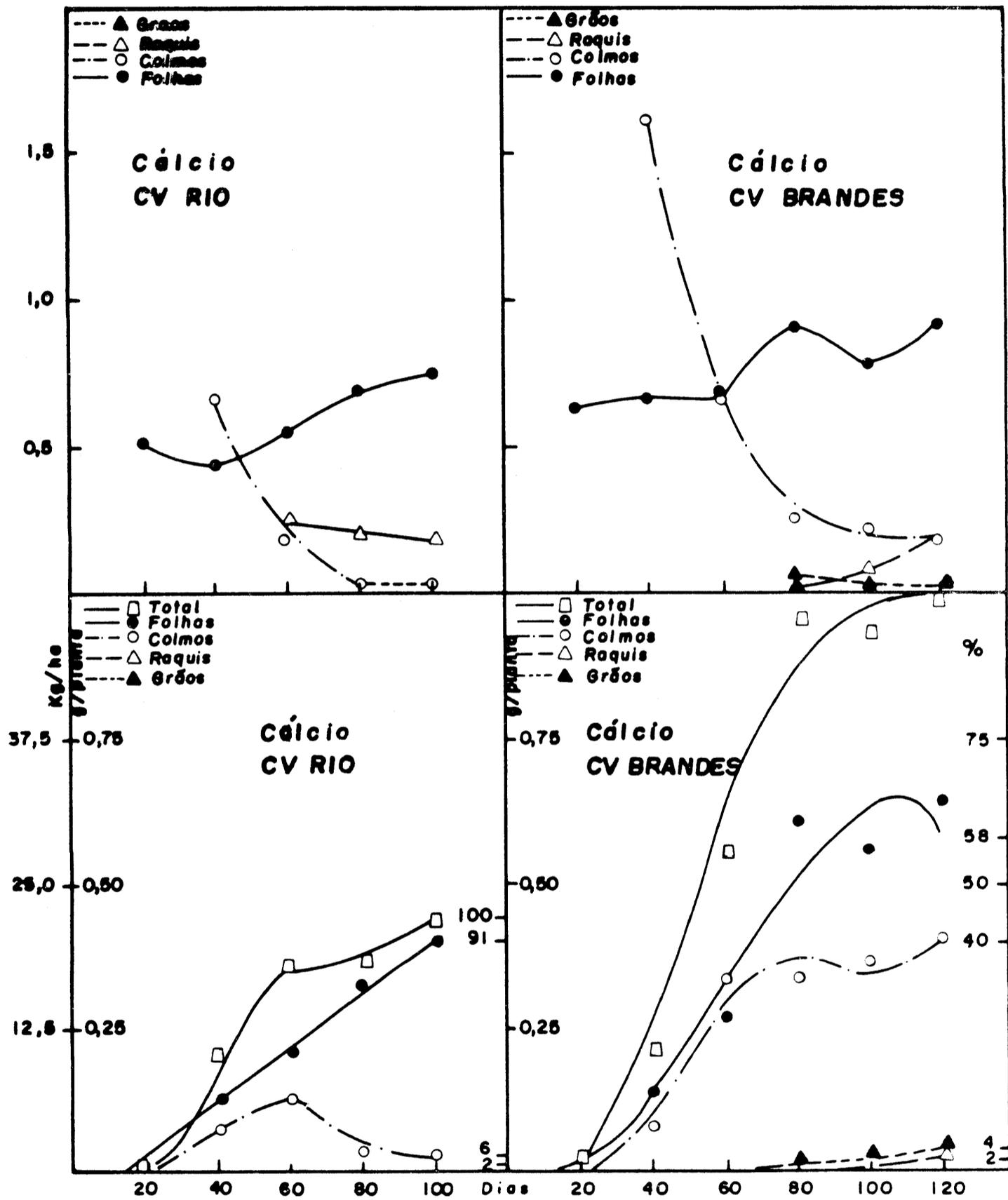


Figura 5 - Acumulação de Ca.

Os padrões de acumulação total de Ca pelas plantas foram semelhantes para os dois 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. Com a taxa de acumulação de Ca nas folhas do cultivar Rio foi mais alta do que o total neste período, é possível deduzir-se que deve ter ocorrido uma certa translocação de Ca nos colmos para as folhas deste cultivar, o que não ficou evidente para o cultivar Brandes. As quantidades e teores de Ca nas raquis e grãos foram baixos para ambos os 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.

Acumulação de magnésio

Vê-se na Figura 6 que, embora as quantidades absorvidas tenham sido um pouco diferentes, e a distribuição relativa na 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.

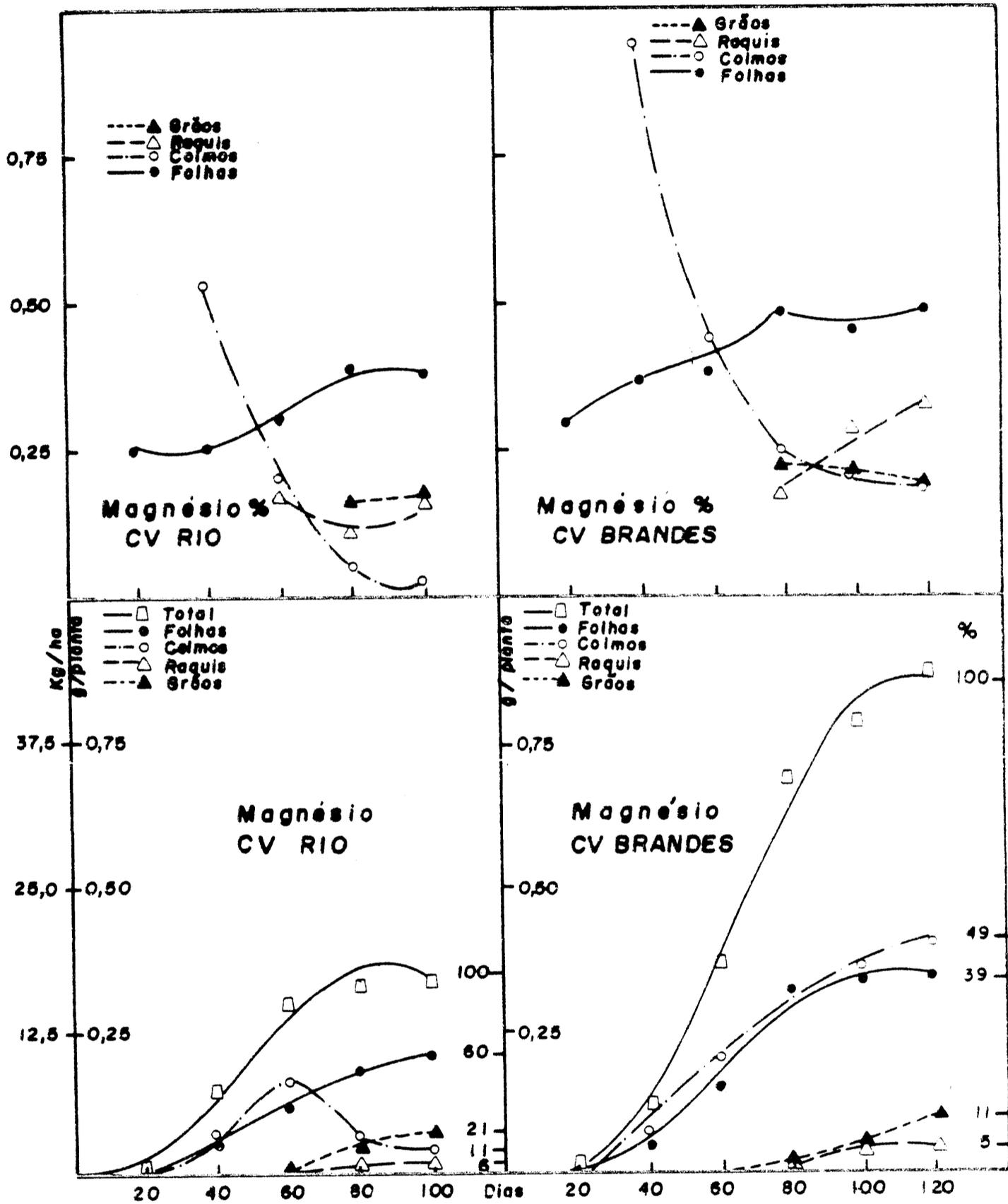


Figura 6 - Acumulação de Mg.

O Mg é tido como nutriente móvel dentro da planta (EPSTEIN, 1975; MALAVOLTA, 1976), no entanto praticamente não foi observado redistribuição do Mg no cultivar Brandes. No cultivar Rio o Mg parece ter saído dos colmos para as folhas, raquis e grãos. Desta maneira, ao final do ciclo, os colmos do cultivar Brandes contiveram 42% do total de Mg absorvido, enquanto no cultivar Rio este valor relativo foi 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 & JEFFERIES, 1964).

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

Acumulação de enxofre

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 os 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 no cultivar Brandes.

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

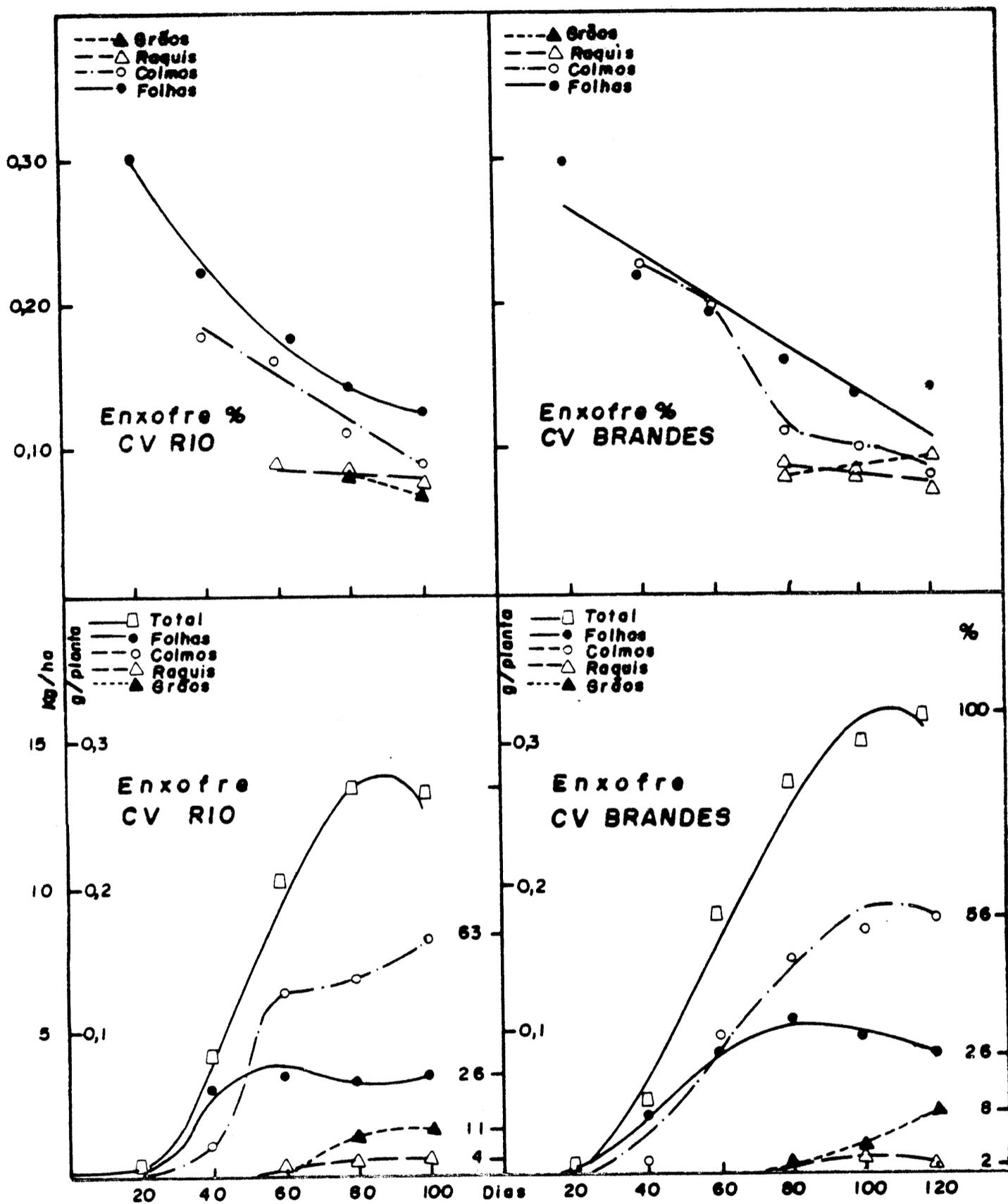


Figura 7 - Acumulação de S.

Períodos de máxima absorção

Para o cálculo dos dados apresentados na Tabela 1, referentes à 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.

Tabela 1 - Máximas absorções de nutrientes por unidade de tempo e seus respectivos períodos de ocorrência, por cultivar de sorgo sacarino

M.S. e nutrientes	RIO		BRANDES	
	Período	a/ kg/ha-dia	Período	kg/ha.dia
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
Enxofre	40-60	0,30	40-60	0,33

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

RIO	BRANDES
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

Pode-se notar pela referida tabela que para o 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 o cultivar Brandes foram as mesmas, mas em função do ciclo dos dois cultivares o número de dias abrangidos neste caso era maior do que para o cultivar Rio, pois o primórdio da panícula do cultivar Brandes apareceu aos 50 dias, e não aos 60 como foi considerado em função das amostragens.

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

SUMMARY

ACCUMULATION OF DRY MATTER AND MACRONUTRIENTS BY TWO VARIETIES OF SWEET SORGHUM

Samples of two varieties of sweet sorghum (Brandes and Rio) grown on a Dark Red Latosol (Barra Bonita, SP) were collected and analysed (dry matter and macronutrient contents) at intervals of 20 days.

Both varieties showed faster uptake of most of the nutrients between flower initiation and head formation.

Variety Brandes, in said period, took up more nutrients per day than the other, although its cycle was longer.

LITERATURA CITADA

- ANDRADE, A.G. de; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. de; SARRUGE, J. R., 1977. **Acumulação diferencial de nutrientes em cinco cultivares de milho**, Fundação Cargill, ed., Piracicaba, 106p.
- BOX, J., 1971. Soil managment - fertility. Em: **Grain sorghum - Research in Texas**, 1970. Consolidated PR 2938-2949. Texas A. & M. University, p.112-115.
- EPSTEIN, E., 1975. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**, trad. e notas de E. MALAVOLTA, Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, São Paulo, ed., USP, 344p.
- EPSTEIN, E.; JEFFERIES, R.L., 1964. The genetic basis of selective ion transport in plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **15**: 169-184.
- GERLOFF, G.C., 1963. Comparative mineral nutrition of plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **14**: 107-124.
- LANE, H.C.; WALKER, H.J., 1961. Mineral accumulation and distribution in grain sorghum. **MP-533**. Texas Agric. Exp. Sta. 9p.
- MALAVOLTA, E., 1976. **Manual de Química Agrícola: Nutrição de plantas e fertilidade do solo**, Ed. Agron. Ceres, São Paulo, 528p.
- MALAVOLTA, E.; CASTRO, P.R.C.; CRUZ, V.F. de; YAMADA, T., 1975. Calcium and its relationship to blossom-end rot in tomato. *Comm. Soil Sci. Plant Analysis* **6**(3): 273-284.
- MALAVOLTA, E; colaboradores, 1976. Absorção de cálcio e fósforo por raízes destacadas de soja. *An. Esc. Sup. Agric.* "Luiz de Queiroz" **33**: 543-554.
- ROSOLEM, C.A., 1978. **Nutrição mineral comparada do sorgo granífero e do milho**, dissertação apresentada à ESALQ/USP, para obtenção do título de Mestre, Piracicaba, 110p.

ROY, R.N.; WRIGHT, B.C., 1974. Sorghum growth and nutrient uptake in relation to soil fertility. II. N, P and K uptake pattern by various plant parts. Agron J. **66**(1): 5-10.

VANDERLIP, R.L., 1972. **How a sorghum plant develops**, contribution n° 1203, Kansas Agr. Exp. Sta., Manhattan, 19p.

VOSE, P.B., 1963. Varietal differences in plant nutrition. Herbage Abstracts **33**(1): 1-13.

