

ACUMULAÇÃO DE MATÉRIA SECA E PRODUÇÃO DE GRÃOS EM SORGO GRANÍFERO (*Sorghum* *bicolor* (L.) Moench), EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA^{1/}

Orozimbo Silveira Carvalho ^{2/}
Luiz Antonio Nogueira Fontes ^{3/}
Antonio Américo Cardoso ^{3/}
Waldemar Moura Filho ^{4/}
Braz Vitor Defelipo ^{4/}

1. INTRODUÇÃO

O sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma gramínea com alta capacidade produtora de grãos e suscetível à influência de vários fatores agronômicos, entre eles o uso adequado de fertilizantes. É uma cultura que exige elementos minerais e que responde muito bem às suas aplicações no solo (16).

Dentre os macronutrientes, o nitrogênio é um dos mais limitantes à produção de sorgo (10). Ademais, é um nutriente de alto custo e que está sujeito a grandes perdas por lixiviação.

A produção do sorgo granífero (2, 7, 12, 13, 14, 17) e a acumulação de matéria

^{1/} Parte da tese apresentada, pelo primeiro autor, à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Curso de Solos e Nutrição Vegetal, para a obtenção do grau de «Magister Scientiae».

Recebido para publicação em 07/04/1980.

^{2/} EMBRAPA — CNPA. Caixa Postal 174 — 58100 Campina Grande, PB.

^{3/} Departamento de Fitotecnia da U.F.V., 36570 Viçosa, MG.

^{4/} Departamento de Solos da U.F.V., 36570 Viçosa, MG.

seca pelo sorgo forrageiro (6, 15) são incrementadas pela adubação nitrogenada.

A maioria dos estudos relativos à acumulação de matéria seca pelo sorgo tem sido realizada, noutros países, com sorgo forrageiro (5, 7, 8, 9, 14).

Um dos primeiros trabalhos relativos à acumulação de matéria seca em sorgo granífero foi realizado por HERRON *et alii* (8), que observaram aumento na produção de matéria seca com a aplicação de nitrogênio, em todos os estádios de desenvolvimento da planta.

Em plantas adubadas têm sido encontrados resultados similares de contribuições de folhas, caules e panículas para a produção total de matéria seca (m.s.) da parte aérea, com maior participação da panícula (50 a 60%), seguida da do caule (24 a 32%) e das folhas (10 a 18%) (5, 14). Em plantas não adubadas com N e P, caules, folhas e panículas contribuíram com 41, 23 e 36%, respectivamente, para a produção total de m.s. da parte aérea (14).

Este estudo foi conduzido com a finalidade de avaliar a influência da adubação nitrogenada na acumulação de m.s., em sucessivos estádios de desenvolvimento da planta, como também na produção e no teor de nutrientes dos grãos de sorgo granífero.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido na localidade denominada Barrinha, município de Viçosa, Minas Gerais, num Podzólico Vermelho-Amarelo Cámbico, fase terraço, classificado como Argila, segundo as normas da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. A análise química do material de solo acusou alto teor de matéria orgânica (3,1%).

A descrição completa dos tratamentos utilizados e alguns detalhes da metodologia de condução do estudo encontram-se em CARVALHO *et alii* (4).

Para determinar a acumulação de m.s., procedeu-se à colheita das subparcelas, a intervalos de 7 dias, a partir do oitavo dia da emergência até a maturação fisiológica, colhendo-se, em cada época de amostragem, 5 subparcelas/bloco, correspondentes aos níveis de nitrogênio. Na ocasião, as plantas da área útil da subparcela eram cortadas rente ao solo, transportadas para o laboratório, lavadas e separadas em folha + bainha, caule e panícula. Depois do aparecimento dos grãos, foram tomadas amostras para acompanhar seu ganho de m.s. As amostragens foram realizadas sempre entre as 7 e as 9 horas.

Depois da secagem em estufa com ventilação forçada, a 70°C, até peso constante, o material foi pesado, para que se obtivesse o peso da m.s. das partes aéreas da planta.

Depois da maturação dos grãos, as panículas foram colhidas manualmente e trilhadas mecanicamente. Anotou-se a produção de grãos, depois de secados ao sol, ajustando-se as determinações de peso para 13% de umidade.

Por ocasião da colheita, realizada em 06.04.78, procedeu-se à determinação da altura média das plantas, tomando-se duas plantas representativas, uma de cada fileira da área da subparcela. Em seguida, procedeu-se à contagem do número de panículas por subparcela, contando-se todas as panículas da área útil de cada uma delas. O peso de 100 grãos foi determinado por contagem e pesagem de três amostras de 100 grãos de cada subparcela. O número médio de grãos por panícula foi calculado tomando-se como base o peso dos grãos, o peso de 100 grãos e o número de panículas por área útil da subparcela.

As estimativas dos parâmetros em estudo foram submetidas a análises de variância e de regressão. A comparação das médias estimadas dos parâmetros não submetidos à análise de regressão foi feita pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Acumulação de Matéria Seca

A análise de variância dos dados mostrou que a época de amostragem e o fertilizante nitrogenado influenciaram significativamente a acumulação de matéria seca (m.s.), tanto pelo total da parte aérea como pelas diferentes partes da planta de sorgo granífero. Mostrou ainda que os efeitos das épocas de amostragens e dos níveis de nitrogênio não foram independentes.

A acumulação de m.s. pela parte aérea (Figura 1) foi lenta até os 22 dias depois da emergência, independentemente dos níveis de adubação nitrogenada. A partir desse estádio, aumentou quase linearmente até os 99 dias depois da emergência (maturação fisiológica), em todos os níveis de adubação nitrogenada, de forma mais pronunciada nas parcelas adubadas com o nitrogênio.

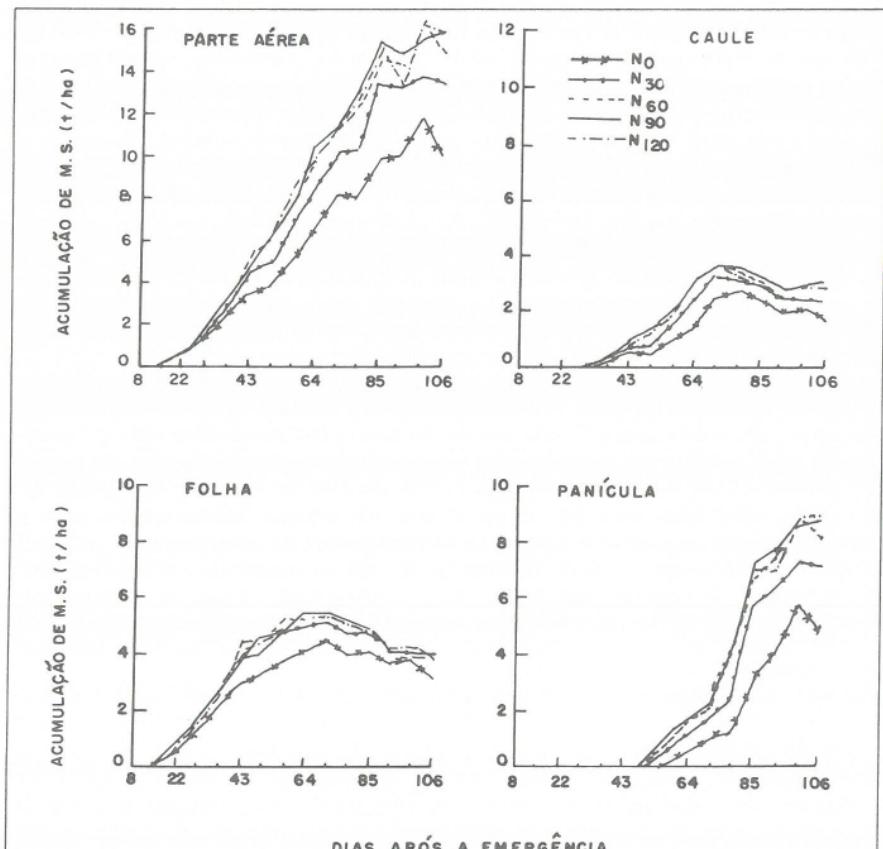


FIGURA 1 - Acumulação de matéria seca (t/ha) pelo total da parte aérea, pela folha, pelo caule e pela panícula de plantas de sorgo granífero, em sucessivos estádios de desenvolvimento, em função de doses de nitrogênio.

A acumulação de m.s. pela panícula (Figura 1) foi baixa entre os 43 e os 57 dias, acelerando-se rapidamente até os 99 dias depois da emergência. Observa-se ainda que a rápida acumulação de m.s. pela panícula (período de enchimento dos grãos) coincidiu com as perdas de m.s. pela folha e pelo caule, o que indica que, durante esse período, houve translocação de fotoassimilados dessas partes para a panícula. No entanto, a planta continuou a sintetizar m.s., uma vez que os decréscimos nas quantidades de m.s. da folha e do caule, 71 dias depois da emergência, foram menores que os acréscimos relativos à panícula.

As tendências das curvas de acumulação de m.s. pela panícula foram semelhantes às da parte aérea. Essas observações, estão, de modo geral, de acordo com as encontradas por ROY e WRIGHT (14).

Comparando as contribuições das diferentes partes aéreas da planta de sorgo granífero, expressas em percentagem do total de m.s. acumulado pela parte aérea (Figura 2), na maturação fisiológica, com os resultados encontrados por ECK *et alii* (5) e ROY e WRIGHT (14), verifica-se que há discrepância com relação às contribuições do caule e da folha. Os referidos autores encontraram uma participação do caule no total de m.s. da parte aérea de 24 a 32% e, para a folha, de 10 a 18%, ao passo que os resultados encontrados neste trabalho foram praticamente o inverso. Essa divergência talvez possa ser explicada pelas diferentes metodologias empregadas na separação das partes aéreas da planta de sorgo. Enquanto aqueles autores consideraram a bainha juntamente com o caule, neste trabalho separou-se a bainha do caule, juntando-a à folha, para a determinação da m.s. Com relação à panícula, os resultados obtidos situam-se dentro dos limites encontrados pelos autores mencionados.

Observa-se que, em termos de tendência (Figuras 1 e 2), as plantas de sorgo granífero comportaram-se de modo similar, sob os diferentes níveis de nitrogenado, ao passo que a acumulação de m.s. da parte aérea, na maturação fisiológica, foi aumentada somente até o nível de 60 kg N/ha. Doses mais elevadas do nitrogenado não condicionaram acúmulos adicionais de m.s. pela parte aérea.

As curvas de acumulação de m.s. pelo grão de sorgo (Figura 3), nos estádios iniciais de formação do grão, revelaram diferença de peso entre os tratamentos adubados com o nitrogenado, em relação ao nível zero, possivelmente em consequência do florescimento mais precoce nas parcelas com o nitrogenado. No entanto, com a evolução do ciclo da cultura, o peso do grão no nível N₀ aumentou rapidamente até o final do ciclo, ao passo que nos demais tratamentos tendeu a manter-se quase constante a partir dos 92 dias depois da emergência. É possível que a menor disponibilidade do nitrogênio no solo no tratamento N₀ tenha limitado o número de grãos por panícula. Todavia, mais tarde, a planta, ao desenvolver-se, formou um arcabouço suficiente para fazê-los crescer relativamente mais, o que resultou em grãos mais pesados. Resultados semelhantes foram obtidos por RIBEIRO (11).

3.2. Rendimento de Grãos e Características Agronômicas

Houve efeito significativo de níveis do nitrogenado na produção de grãos. O aumento da dose do nitrogenado condicionou acréscimos de 27,6, 28,5, 41,0 e 41,3% na produção de grãos, para as doses de N₃₀, N₆₀, N₉₀ e N₁₂₀, respectivamente, em relação ao tratamento N₀ (Quadro 1). O efeito do nitrogênio foi quadrático, e o modelo de equação de regressão que melhor se ajustou aos dados foi $\hat{Y} = 4.651,63 + 33,1004 X - 0,1546 X^2$, com um $R^2 = 93,21\%$. A produção máxima de grãos foi estimada em 6423 kg/ha, para a dose de 107 kg/ha de nitrogênio.

O peso médio de 100 grãos (Quadro 1) foi reduzido com o aumento dos níveis de adubação nitrogenada, o que está de acordo com alguns trabalhos realizados

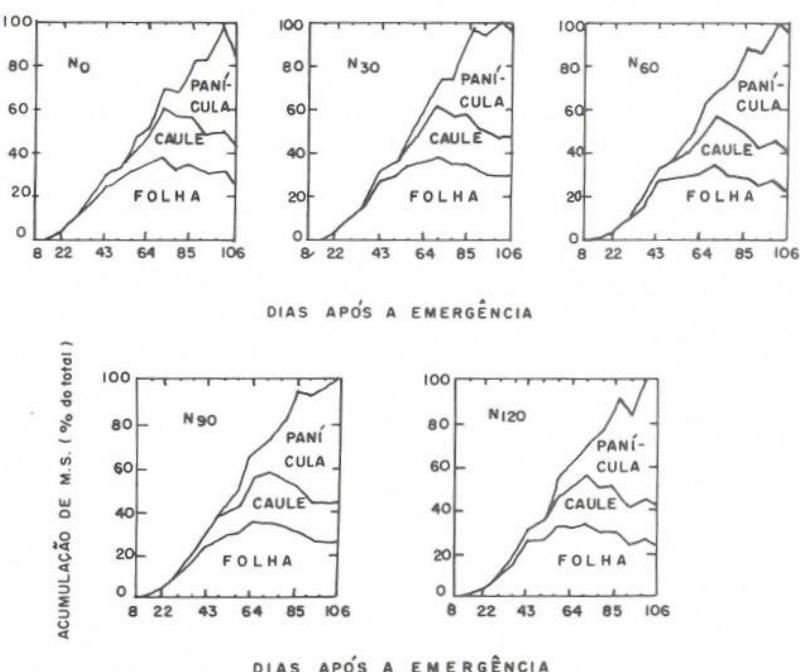


FIGURA 2 - Acumulação de matéria seca pela folha, pelo caule e pela panícula de plantas de sorgo granífero, em sucessivos estádios de desenvolvimento, expressa em percentagem do total acumulado pela parte aérea, em função de doses de nitrogênio.

em Viçosa (1, 3, 11). O efeito das doses do nitrogenado no peso de 100 grãos foi quadrático, e o modelo de regressão que melhor se ajustou aos dados foi $\hat{Y} = 2,54 - 0,007838 X + 0,000038 X^2$, com um $R^2 = 94,47\%$. O peso mínimo de 100 grãos foi estimado em 2,14 g, para a dose de 103 kg N/ha.

O menor peso do grão nos tratamentos que receberam o nitrogenado foi compensado pelo maior número de grãos por panícula (Quadro 1), o que resultou em maior produção de grãos, indicando que o número de grãos por panícula foi o componente que mais influenciou a produção de grãos ($r = 0,89^{**}$). A análise de regressão mostrou que o número de grãos por panícula pode ser estimado por uma equação de 2º grau. O modelo de equação de regressão que melhor se ajustou foi $\hat{Y} = 644 + 8,62052 X - 0,04548 X^2$, com um $R^2 = 98,84\%$. O número máximo de grãos por panícula foi estimado em 1052, para a dose de 95 kg N/ha.

A altura média das plantas de sorgo granífero foi influenciada pelas doses do nitrogenado (Quadro 1), verificando-se que as maiores diferenças médias de altura não ultrapassaram 10 cm, sendo praticamente iguais às diferenças obtidas por AZEREDO *et alii* (1). Nessas condições, operações, como a colheita mecânica, talvez não sejam restrinvidas pelos aumentos de altura provocados pela adubação

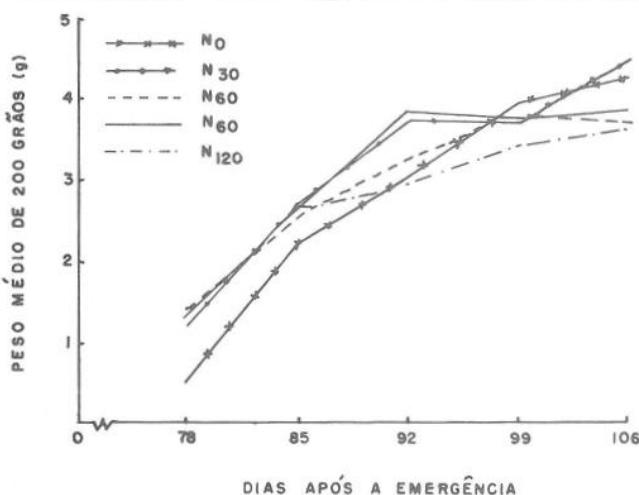


FIGURA 3 - Acumulação de matéria seca por amostras de 200 grãos de sorgo (g), em função de doses de nitrogênio.

nitrogenada, especialmente pela não ocorrência de acamamento em nenhum dos tratamentos estudados. O efeito das doses do nitrogenado na altura das plantas foi quadrático, e o modelo de equação de regressão que melhor se ajustou aos dados foi $\hat{Y} = 132,27 + 0,212904 X - 0,001294 X^2$, com um $R^2 = 88,01\%$. A altura máxima foi estimada em 141 cm, para a dose de 82 kg N/ha.

O número de panículas por área útil não foi influenciado pela adubação nitrogenada. A pequena oscilação no número de panículas (Quadro 1) indica que o híbrido utilizado neste estudo tem baixa capacidade de perfilhamento, como também foi demonstrado por CARVALHO (3).

O nitrogenado aumentou linearmente os teores percentuais de N e P e as quantidades de N, P e K presentes nos grãos (Quadro 2). Esse comportamento linear dos nutrientes em estudo, na presença dos níveis de nitrogênio empregados, indica que o aumento das doses do nitrogenado conduz à produção de grãos mais ricos em N e P, mesmo que os aumentos nos conteúdos desses nutrientes não se traduzam em maior produção de grãos, uma vez que o ajuste encontrado entre doses de nitrogênio e produção de grãos foi quadrático.

4. RESUMO

Durante o ano agrícola 1977/78, foi conduzido, no município de Viçosa, Minas Gerais, um estudo, em condições de campo, com a finalidade de avaliar a influência da adubação nitrogenada na acumulação de matéria seca pela parte aérea da planta de sorgo granífero, em sucessivos estádios de desenvolvimento, como também na produção e no teor de nutrientes dos grãos.

Para determinar a acumulação da matéria seca, realizaram-se amostragens de plantas, a intervalos semanais, a partir do oitavo dia da emergência até a maturação fisiológica, colhendo-se, em cada época de amostragem, vinte unidades experimentais, correspondentes às doses de nitrogênio (0, 30, 60, 90 e 120 kg N/ha).

A adubação nitrogenada aumentou a acumulação da matéria seca pela parte

QUADRO 1 - Valores médios para produção de grãos e outras características agronômicas da planta de sorgo granífero, em função de doses de nitrogênio. Viçosa, Minas Gerais. 1977/78

Doses de N (kg/ha)	Produção de Grãos (kg/ha)	Peso de 100 Grãos (g)	Nº de Grãos por Panícula	Altura das Plantas (cm)	Nº de Panículas por Área Útil
0	4545,31	2,51	653	131,5	50
50	5799,25	2,40	846	139,5	52
60	5837,55	2,17	988	139,0	49
90	6408,91	2,12	1079	140,8	50
120	6422,11	2,16	1011	139,5	53

QUADRO 2 - Valores médios dos teores percentuais e das quantidades de N, P e K acumuladas pelos grãos de sorgo (kg/ha), em função de doses de nitrogênio. Viçosa, Minas Gerais.
1977/78*

Doses de Nitrogênio (kg/ha)	N			P			K		
	(%)	(kg/ha)	(%)	(kg/ha)	(%)	(kg/ha)	(%)	(kg/ha)	
0	1,06	c	48,25	d	0,52	b	23,88	c	0,51 a
30	1,16	bc	67,00	c	0,52	b	30,28	bc	0,47 a
60	1,22	bc	71,00	bc	0,65	ab	37,61	ab	0,59 a
90	1,31	ab	84,00	ab	0,59	ab	37,59	ab	0,54 a
120	1,42	a	90,50	a	0,69	a	44,11	a	0,59 a
C.V. %	6,84		8,44		12,33		14,40		15,75 16,69

* Em cada coluna, as médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

aérea da planta de sorgo até a dose de 60 kg N/ha. A contribuição da panícula para o total de matéria seca da parte aérea aumentou substancialmente com a adubação nitrogenada, ao passo que a da folha diminuiu e a do caule não foi influenciada.

A produção máxima de grãos foi estimada em 6.423 kg/ha, com 107 kg de N/ha. O adubo nitrogenado provocou acréscimos no número de grãos por panícula e na altura média das plantas, reduzindo o peso médio do grão. Os teores percentuais de N e P no grão tiveram crescimento linear com o aumento da dose do nitrogenado, ao passo que a percentagem de K não foi influenciada. No entanto, as quantidades de N, P e K contidas no grão aumentaram linearmente com a adubação nitrogenada.

5. SUMMARY

During the 1977/78 agricultural season, field studies were carried out in Viçosa, Minas Gerais, to evaluate the influence of nitrogen fertilization on the build-up of dry matter at successive stages of growth in the aerial parts of grain sorghum. At the same time, production and level of nutrients were evaluated.

To determine the build-up of dry matter, weekly samples were taken, beginning eight days after emergence and continuing to the physiological ripening of the plant. On each sample date, twenty experimental units were collected representing the nitrogen dosages of 0, 30, 60, 90 and 120 kg N/ha.

Until 60 kg N/ha, the nitrogen fertilizer increased the build-up of dry matter in the aerial portion of the sorghum plant. The build-up of dry matter in the panicle was greatly increased by nitrogen fertilization as compared to the remaining aerial parts. It was found that dry matter decreased in the leaves and that there was no change in the stem.

It was estimated that a maximum production of 6,423 kg/ha would be obtained with the use of 107 kg N/ha. Nitrogen fertilizer increased the number of grains per panicle and the average height of plants but it also reduced the average weight of grains. The percentile levels of N and P in the grains showed a linear increase with increments of nitrogen dosages whereas there was no influence in the percentage of K. However, the quantities of N, P and K in the grains had a linear increase in relation to nitrogen fertilization.

6. LITERATURA CITADA

1. AZEREDO, M.W.C. de, FONTES, L.A.N. & ALMEIDA FILHO, J. de. Variação na composição protéica dos grãos de sorgo, em função da adubação nitrogenada e fosfatada e das épocas de plantio. *Rev. Ceres*, 23(127):198-208. 1971.
2. BURLESON, C.A., COWLEY, W.R. & OTEY, G. Effect of nitrogen fertilization on yield and protein content of grain sorghum in the lower Rio Grande Valley of Texas. *Agron. J.*, 48(11):524-525. 1965.
3. CARVALHO, E.C. *Fracionamento, época de aplicação e níveis de fertilizantes nitrogenado em sorgo granífero (Sorghum bicolor (L.) Moench)*. Viçosa, Imprensa Universitária, U.F.V., 1976. 35 p. (Tese M.S.).
4. CARVALHO, O.S., FONTES, L.A.N., MOURA FILHO, W., CARDOSO, A. A. & DEFELIPO, B.V. Absorção e distribuição de N, e de K em sorgo granífero (*Sorghum bicolor (L.) Moench*), em função da adubação nitrogenada. *Rev. Ceres* (no prelo).
5. ECK, H.V., WILSON, G.C. & MARTINEZ, T. Nitrate reductase activity of

- grain sorghum leaves as related to yields of grain, dry matter, and nitrogen. *Crop Sci.*, 15(4):557-561. 1975.
6. ESCALADA, R.G. & PLUCKNETT, D. L. Ratoon cropping of sorghum. 3. Effect of nitrogen and cutting height on ratoon performance. *Agron. J.*, 69(3): 341-346. 1977.
 7. GRAVES, C.R., OVERTON, J., Mc CUTCHENT, T. & SAFLEY, L. AKS 614 grain sorghum response to nitrogen in 1970-71. *Tennessee Farm and Home Sci.*, 81:25-27. 1972.
 8. HERRON, G.M., GRIMES, D.W. & MUSICK, J.T. Effects of soil moisture and nitrogen fertilization to irrigated sorghum on dry matter production and nitrogen uptake at selected stages of plant development. *Agron. J.*, 55(4):393-396. 1963.
 9. JACQUES, G.L., VANDERLIP, R.L. & WHITNEY, D.A. Growth and nutrient accumulation and distribution in grain sorghum. I. Dry matter production and Ca and Mg uptake and distribution. *Agron. J.*, 67(5):607-611. 1975.
 10. ONKEN, A.B. & SUNDERMAN, H.D. Applied and residual nitratenitrogen effects on irrigated grain sorghum yield. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 36(1):94-97. 1972.
 11. PEREIRA, J. de F. *Efeito da época-fracionamento e de doses de fertilizantes nitrogenados na produção de grãos e em outros caracteres agronómicos do sorgo granífero (Sorghum bicolor (L.) Moench)*. Viçosa, Imprensa Universitária, U.F.V., 1974. 34 p. (Tese M.S.).
 12. PERRY JR., L.J. & OLSON, R.A. Yield and quality of corn and grain sorghum and residues as influenced by fertilization. *Agron. J.* 67(6):816-818. 1975.
 13. ROVIRA, L.A., BELLO, A.R. & ROJAS, J.Z. Fertilization y efecto residual sobre los rendimientos en sorgo granero (*Sorghum vulgare* Pers.) en suelos de la serie Maracay. *Agron. Tropical*, 22(5):555-561. 1972.
 14. ROY, R.N. & WRIGHT, B.C. Sorghum growth and nutrient uptake in relation to soil fertility: I. Dry matter accumulation patterns, yield, and N content of grain. *Agron. J.*, 65(5):709-711. 1972.
 15. SUMNER, D.C., MARTIN, W.E. & ETCHEGARAY, H.S. Dry matter and protein yields and nitrate content of piper sudangrass (*Sorghum sudanense* (Piper), Stapf.) in response to nitrogen fertilization. *Agron. J.*, 57(4):351-354. 1965.
 16. TOVAR, D., AVILLAN, L., CAMPINS, L.E. & ORTEGA, V. Efecto de la fertilización edafica con N, P, K en el rendimiento del sorgo granero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) en los llanos occidentales de Venezuela. In: SIMPÓSIO INTERAMERICANO DE SORGO, 1º, Brasília, 1972. Anais, Brasilia, Ministério da Agricultura, 1973. p. 155-187.
 17. TWEEDY, J.A., KERN, A.D., KAPUSTA, G. & MILLS, D.E. Yield and nitrogen content of wheat and sorghum treated with different rates of nitrogen fertilizer and herbicides. *Agron. J.*, 63(2):216-218. 1971.