

## VARIAÇÃO NA COMPOSIÇÃO PROTÉICA DOS GRÃOS DE SORGO, EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E FOSFATADA E DAS ÉPOCAS DE PLANTIO\*

Maurício Wagner C. de Azeredo  
Luiz Antônio Nogueira Fontes  
José de Almeida Filho\*\*

### 1. INTRODUÇÃO

O sorgo granífero, considerado como uma das mais importantes plantas cultivadas, é o quarto cereal mais produzido em todo o mundo. No Brasil, contudo, sua produção se restringe a determinadas áreas, embora as perspectivas de sua expansão sejam promissoras (19).

Os grãos de sorgo, à semelhança dos de milho, têm ampla utilização, tanto na alimentação humana quanto na do animal, sendo considerado como alimento energético, em razão do seu elevado teor de carboidratos (8, 11). Considerando-se, no entanto, o grande volume consumido na alimentação animal, a proteína neles contida pode contribuir substancialmente no crescimento dos animais domésticos. Deve-se ressaltar, todavia, que o baixo teor de lisina encontrado no sorgo normal (3, 17) é característica comum aos demais cereais. Em razão disto, considera-se, primariamente, que a proteína dos cereais é nutricionalmente inferior à de origem animal (9, 18).

A variação do teor de proteína no sorgo é de natureza diversa, conforme se verifica na literatura especializada. OSWALD e PICKETT (14) observaram teores de proteína variando de 8,6% a 11,3% nos grãos de 84 linhagens e 16 híbridos de sorgo granífero. Além dos efeitos de natureza genética observados, considera-se que o nitrogênio é o responsável por grande parte da flutuação no conteúdo protéico no grão de sorgo (10). Tratando-se de um dos componentes da molécula de proteína, o nitrogênio tem efeito bastante acentuado na composição protéica dos grãos, sendo que a maioria dos autores que têm trabalhado em estudos desta natureza, observam que este nutriente aumenta a percentagem protéica nos grãos de sorgo (2, 20, 21).

Sob este aspecto, BURLESON *et alii* (1), no Texas, verificaram que somente o nitrogênio teve efeito positivo sobre o aumento da proteína dos grãos de sorgo gra-

---

\* Parte da tese apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências para obtenção do grau de «Magister Scientiae» em Fitotecnica. Pesquisa parcialmente subvencionada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico — CNPq.

Recebido para publicação em 20-05-1976.

\*\* Respectivamente, Auxiliar de Ensino (Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico — CNPq) e Professores Adjuntos da Universidade Federal de Viçosa.

nífero, observando que efeitos significativos foram obtidos diante da aplicação de 67 e 134 kg de N/ha.

Sabe-se que o fósforo, apesar da sua participação na síntese de proteínas, tem pequeno efeito no teor protéico dos grãos de sorgo (16), tendendo mesmo, algumas vezes, a reduzi-lo (7, 12).

Em termos de época de plantio, as variações dos fatores do meio são os principais responsáveis pela variação na composição protéica dos grãos. WORKER e RUCKHMAN (22) encontraram diferenças significativas no teor de proteína dos grãos em diversos cultivares de sorgo, em função de épocas de plantio.

Portanto, o estudo de fatores que impliquem na variação da composição protéica nos grãos de sorgo é bastante relevante se for considerado que, embora estes grãos primariamente sejam comercializados por seu conteúdo de carboidratos, seriam necessárias menores quantidades de concentrados protéicos de alto preço, quando fossem utilizados grãos de maior teor de proteína, na fabricação de rações (1).

Em se tratando de planta cujo comportamento nas nossas condições começa a ser pesquisado, especialmente sob o aspecto qualitativo dos grãos, conduziu-se este estudo para se verificar o efeito da adubação nitrogenada e fosfatada e para se conhecer a variação imposta por diferentes épocas de plantio no teor e na produção de proteína dos grãos desta gramínea.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho, conduzido por meio de ensaios de campo, foi realizado no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

Classificaram-se os solos utilizados como Podzólico Vermelho Amarelo (Franco-argilo-arenoso) e Podzólico Vermelho Amarelo Câmbico fase terraço (Argila), cujas características químicas se vêem no Quadro 1.

Empregaram-se, neste estudo, experimentos em parcelas subdivididas, com quatro repetições, sendo as subparcelas distribuídas segundo um esquema fatorial.

Nas subparcelas foram localizados os tratamentos resultantes da combinação de três níveis de adubação nitrogenada, na forma de sulfato de amônio, correspondendo a 0,50 e 100 kg de N/ha, com três níveis de adubação fosfatada, na forma de superfosfato simples, correspondendo a 0,60 e 120 kg de  $P_2O_5$ /ha. A área útil da subparcela era de 4,8 m<sup>2</sup>, constituindo-se das duas fileiras centrais, espaçadas de 0,60 m, com 4 metros de comprimento. A bordadura era formada pelas duas fileiras laterais e por 0,50 m das extremidades das fileiras centrais.

O conjunto de nove subparcelas compôs a parcela experimental de 43,2 m<sup>2</sup> de área útil, onde se localizaram as épocas de plantio. No primeiro experimento («das águas»), os plantios foram efetuados a 17/10, 6/11 e 26/11/1972 e, no segundo («da seca»), a 13/2, 5/3 e 26/3/1973. A rebrota (soca) do primeiro experimento foi também estudada em três épocas distintas (25/2, 17/3 e 6/4/1973), correspondentes às colheitas do plantio original.

Fizeram-se o preparo e a calagem dos solos, 30 dias antes de cada plantio. Os fertilizantes fosfatado e 1/3 do nitrogenado, além da adubação potássica básica (50 kg de cloreto de potássio), foram aplicados no sulco. Executou-se o plantio com excesso de sementes do híbrido McNair 654, desbastando-se, aos 15 dias após a emergência, para 15 plantas por metro de sulco (aproximadamente 250.000 plantas/ha). Os 2/3 restantes da adubação nitrogenada foram aplicados em cobertura, aos 35 dias após a emergência.

Na rebrota, foi realizada apenas a adubação nitrogenada em cobertura, correspondendo a 2/3 do nível básico/ha, aplicada aos 35 dias após a colheita das plantas do plantio original.

Executaram-se, uniformemente, em todas as parcelas, o controle fitossanitário e os cultivos necessários.

Dentro da área útil de cada subparcela, as panículas foram colhidas e processadas da forma convencional. A produção de cada subparcela foi homogeneizada, coletando-se uma amostra de 40 gramas, destinada à determinação do teor de proteína nos grãos. Estas análises, expressas em percentagem sobre a matéria seca, foram realizadas de acordo com os métodos da «Association of Official Agricultural Chemists» (5).

A produção de proteína nos grãos, por hectare, foi calculada em função da produção de grãos e do seu teor protéico.

Os dados de produção de grãos apresentados complementam este estudo,

QUADRO 1 - Análise química de amostras dos solos utilizados nos experimentos

Características químicas	Níveis das características analisadas*		
	1.º exp.	Rebrota do 1.º exp.	2.º exp.
pH em água 1:2,5	5,20 M	5,40	5,20 M
Al trocável (eq. mg/100 g solo)	1,02 A	0,90 M	0,19 B
Fósforo (ppm)	6,00 B	6,00 B	6,00 B
Potássio (ppm)	> 100,00 A	> 100,00 A	82,00 M
Ca + Mg (eq. mg/100 g solo)	4,30 M	4,80 M	6,40 A
Matéria orgânica (%)	1,24 B	1,10 B	1,99 M
Nitrogênio total (%)	0,12 M	0,14 M	0,16 A

\* Em cada coluna, as letras maiúsculas A, M, B relacionam os níveis alto, médio e baixo, respectivamente, para cada característica estudada (15).

sendo objeto de análise, juntamente com algumas características da planta, em trabalho publicado à parte. Determinou-se este parâmetro por meio da pesagem direta dos grãos nos diferentes tratamentos, ajustando-se os pesos para 12% de umidade.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Compararam-se as médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se, sempre que necessário, o processo sugerido por Satterthwaite, conforme GOMES (4).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Primeiro experimento

A análise de variância mostrou efeito altamente significativo de adubação nitrogenada e de épocas de plantio sobre o teor de proteína nos grãos de sorgo. A produção de proteína, por hectare, sofreu alteração resultante da variação imposta pelas épocas de plantio e pelos níveis de adubação nitrogenada e fosfatada ( $P < 0,01$ ).

Pelo Quadro 2 verifica-se que a elevação do nível do nitrogênio no solo, proveniente da aplicação do correspondente a 100 kg de N/ha, aumentou significativamente, tanto o teor protéico quanto a produção de proteína. Houve certa coerência entre o rendimento em grãos e o teor protéico, em função da adubação nitrogenada e, consequentemente, entre o rendimento e a produção de proteína. Resultados semelhantes, sob este aspecto, são encontrados na literatura (6, 20).

Os níveis de adubação fosfatada, embora não tenham alterado a percentagem de proteína nos grãos, aumentaram o rendimento protéico (kg de proteína/ha), acompanhando o acréscimo provocado na produção de grãos (Quadro 2).

Os dados (Quadro 2) indicam ter ocorrido um aumento médio de 2,67% no teor de proteína dos grãos na época 3, em relação às duas primeiras épocas de plantio. Verificou-se uma situação inversa em relação à produção de grãos, isto é, maior teor protéico nos grãos associado à menor produção. Este resultado se coaduna com os referidos por MILLER *et alii* (10).

A produção de proteína, por hectare, diminuiu da primeira até a última época como decorrência natural do decréscimo na produção de grãos, não suficientemente compensada pelo aumento no teor de proteína.

#### 3.2. Rebrotos do primeiro experimento

Estatisticamente, o teor de proteína foi afetado pela adubação nitrogenada ( $P < 0,01$ ) e pelas épocas de plantio ( $P < 0,05$ ). Verificaram-se efeitos de interação adubação nitrogenada x época ( $P < 0,01$ ) e adubação fosfatada residual x época ( $P < 0,05$ ) no teor de proteína dos grãos. A produção protéica apenas foi afetada pela fertilização nitrogenada ( $P < 0,01$ ).

Níveis crescentes de adubação nitrogenada aumentaram o teor protéico dos grãos e a produção de proteína, sem ter contudo afetado a produção de grãos (Quadro 2).

Os valores médios (Quadro 2) indicam ter ocorrido maior percentual de proteína nos grãos provenientes das épocas 2 e 3. Em função das épocas de plantio, verificou-se, em termos de tendência, a mesma relação observada no plantio original deste ensaio entre a produção de grãos e os fatores teor de proteína e produção de proteína.

O efeito de interação entre a adubação nitrogenada e as épocas de plantio para o teor de proteína é caracterizado pelos dados do Quadro 3. Vê-se que os níveis crescentes de fertilização aumentaram a percentagem de proteína nas épocas 2 e 3, não alterando, entretanto, esta percentagem na primeira época.

A magnitude da interação adubação fosfatada residual x época no teor de proteína dos grãos é mostrada no Quadro 4; a percentagem de proteína foi aumentada na época 3, não sendo alterada nas duas primeiras épocas de plantio, em decorrência da adubação fosfatada residual. Este comportamento é resultado, provavelmente, de um efeito de concentração que se verificou nesta mesma época, provocado pela redução na produção diante da adubação fosfatada (Quadro 5).

#### 3.3. Segundo experimento

Verificaram-se efeitos altamente significativos de épocas de plantio, de aduba-

QUADRO 2 - Efeito de níveis de adubação nitrogenada e fosfatada e de época de plantio no teor de proteína e na produção de grãos no primeiro experimento, rebrota e segundo experimento (médias)\*

	Primeiro experimento				Rebrota do primeiro experimento				Segundo experimento			
	Teor de pro- teína nos grãos (%)	Produção de proteína kg/ha	Produção de grãos kg/ha		Teor de pro- teína nos grãos (%)	Produção de proteína kg/ha	Produção de grãos kg/ha		Teor de pro- teína nos grãos (%)	Produção de proteína kg/ha	Produção de grãos kg/ha	
N (0)	7,90 b	383,9 c	5.080 b		10,66 c	82,4 b	828 a		14,29 a	302,7 ab	2.265 ab	
N (50)	8,49 b	484,6 b	5.980 a		11,83 b	106,5 a	977 a		14,13 a	289,8 b	2.226 b	
N (100)	9,74 a	548,8 a	6.023 a		12,59 a	119,8 a	1.004 a		14,07 a	340,0 a	2.596 a	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (0)	8,75 a	404,3 b	4.907 b		11,50 a	101,9 a	945 a		14,68 a	244,7 b	1.726 b	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (60)	8,69 a	495,6 a	6.002 a		11,79 a	101,8 a	915 a		13,97 b	333,7 a	2.572 a	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (120)	8,70 a	517,5 a	6.175 a		11,79 a	105,0 a	949 a		13,83 b	354,0 a	2.790 a	
Época (1)	7,65 b	539,6 a	7.040 a		10,25 b	129,2 a	1.279 a		13,08 b	408,5 a	3.225 a	
Época (2)	7,99 b	482,4 b	6.060 b		13,23 a	91,2 a	763 a		13,42 b	433,5 a	3.300 a	
Época (3)	10,49 a	335,4 c	3.983 c		12,59 a	88,2 a	764 a		15,99 a	90,6 b	562 b	

\* Em cada coluna, as médias, seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

ção fosfatada e de interação adubação fosfatada x época no teor de proteína dos grãos. A produção de proteína foi afetada por épocas de plantio ( $P < 0,01$ ) e por níveis de adubação nitrogenada ( $P < 0,05$ ) e fosfatada ( $P < 0,01$ ). Constatou-se efeito altamente significativo da interação adubação nitrogenada x adubação fosfatada x época de plantio, na produção de proteína.

QUADRO 3 - Efeito diferencial de níveis de adubação nitrogenada no teor de proteína dos grãos (%), em relação as diferentes épocas de rebrota do primeiro experimento\*

Níveis de N - kg/ha	Época (1)	Época (2)	Época (3)
	A	A	A
0	10,12 a	11,71 b	10,15 b
	B	A	AB
50	9,96 a	13,62 a	11,90 a
	B	A	AB
100	10,68 a	14,38 a	12,71 a

\* Em cada coluna, as médias seguidas pela mesma letra minúscula e, em cada linha, as médias subpostas à mesma letra maiúscula não diferem, significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

QUADRO 4 - Efeito diferencial de níveis de adubação fosfatada residual no teor de proteína dos grãos (%), em relação as diferentes épocas de rebrota do primeiro experimento\*

Níveis de $P_{2O_5}$ - kg/ha	Época (1)	Época (2)	Época (3)
	B	A	B
0	10,37 a	13,41 a	10,72 b
	B	A	AB
60	10,17 a	13,51 a	11,69 ab
	B	A	AB
120	10,22 a	12,78 a	12,35 a

\* Em cada coluna, as médias seguidas pela mesma letra minúscula e, em cada linha, as médias subpostas à mesma letra maiúscula não diferem, significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

QUADRO 5 - Efeito diferencial de níveis de adubação fosfatada residual na produção de grãos (kg/ha), em relação as diferentes épocas de rebrota do primeiro experimento\*

Níveis de $P_{205}$ - kg/ha	Época (1)	Época (2)	Época (3)
	A	B	A
0	1255 a	600 a	979 a
	A	B	B
60	1329 a	795 a	622 b
	A	B	B
120	1253 a	892 a	702 ab

\* Em cada coluna, as médias seguidas pela letra minúscula e, em cada linha, as médias subpostas à mesma letra maiúscula não diferem, significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

A produção de proteína foi aumentada pela fertilização nitrogenada, embora de forma inconsistente, em decorrência de efeito do fertilizante sobre a produção de grãos. O acréscimo observado em presença do nível correspondente a 100 kg de N/ha, ainda que tenha sido superior ao nível intermediário, não diferiu do nível testemunha (Quadro 2).

O teor de proteína nos grãos, mesmo não tendo sido alterado pela adubação nitrogenada, foi reduzido pela aplicação do correspondente a 60 kg de  $P_{205}$ /ha (Quadro 2). Por outro lado, este mesmo nível induziu um aumento na produção de proteína, em consequência do aumento na produção de grãos.

Os teores de proteína nos grãos relacionaram-se inversamente com a produção de grãos, em função das épocas de plantio neste ensaio, constatando-se maior percentagem de proteína e menor produção protéica na época 3 (Quadro 2).

Os níveis de adubação fosfatada interagiram com as épocas de plantio, alterando diferentemente o teor de proteína nos grãos. Constatou-se pelos dados do Quadro 6 que, se por um lado os níveis crescentes de  $P_{205}$  induziram um aumento significativo no teor protéico na época 3, este foi reduzido nas épocas 1 e 2.

A natureza da interação entre adubação nitrogenada x adubação fosfatada x épocas de plantio na produção de proteína é observada no Quadro 7; a adubação fosfatada provocou um aumento na produção protéica nas três épocas de plantio, semelhantemente ao que ocorreu na época 1 diante da adubação nitrogenada. O mesmo comportamento não ocorreu nas épocas 2 e 3, nas quais os níveis do nitrogenado não alteraram este fator.

#### 3.4. Considerações gerais

No Quadro 8 encontram-se as médias do teor de proteína, da produção de proteína e da produção de grãos dos três experimentos estudados. Comparativamente, observa-se maior produção de grãos associada ao menor teor protéico. Esta relação é constatada de forma mais consistente quando se comparam principalmente as variações impostas pelas épocas de plantio nos três ensaios (Quadro 2).

As modificações determinadas pelas épocas de plantio e pela adubação nitrogenada e fosfatada na produção de proteína acompanharam as variações impostas na produção de grãos por estas variáveis (Quadro 2). Como se esperava, verifica-se certa proporcionalidade entre a produção de proteína e a produção de grãos quando se comparam as médias dos três ensaios (Quadro 9). Com relação ao mesmo assunto, OSWALD *et alii* (13) encontraram correlação positiva entre produção de proteína e produção de grãos ( $r = 0,933$ ).

QUADRO 6 - Efeito diferencial de níveis de adubação fosfatada no teor de proteína dos grãos (%), em relação às épocas de plantio. Segundo experimento\*

Níveis de $P_2O_5$ - kg/ha	Época (1)	Época (2)	Época (2)
0	A 14,33 a	A 14,53 a	A 15,20 b
60	B 12,59 b	B 13,05 b	A 16,27 ab
120	B 13,32 b	B 12,69 b	A 16,48 a

\* Em cada coluna, as médias seguidas pela mesma letra minúscula e, em cada linha, as médias subpostas à mesma letra maiúscula não diferem, significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

QUADRO 7 - Efeito diferencial de níveis de adubação nitrogenada e fosfatada na produção de proteína (kg/ha), em relação às épocas de plantio. Segundo experimento\*

Níveis de adubação	Época (1)	Época (2)	Época (3)
N(0)	A 378,37 b	A 454,88 a	B 74,76 a
N(50)	A 375,33 b	A 404,23 a	B 89,77 a
N(100)	A 471,25 a	A 441,48 a	B 107,42 a
$P_2O_5$ (0)	A 327,57 b	A 370,26 b	B 37,17 b
$P_2O_5$ (60)	A 440,86 a	A 445,24 a	B 115,06 a
$P_2O_5$ (120)	A 456,52 a	A 485,92 a	B 119,72 a

\* Em cada coluna, as médias seguidas pela mesma letra minúscula e, em cada linha, as médias subpostas à mesma letra maiúscula não diferem, significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

QUADRO 8 - Médias do teor de proteína, da produção de proteína e da produção de grãos no primeiro experimento, rebrota e segundo experimento

	Teor de pro- teína %	Produção de prot. kg/ha	Produção de grãos kg/ha
1.º experimento	8,99	472	5.694
Rebrota do 1.º experimento	11,69	103	936
2.º experimento	14,16	311	2.362

#### 4. RESUMO

Procurou-se, neste trabalho, determinar a influência da adubação nitrogenada e fosfatada e de épocas de plantio sobre o teor e sobre a produção de proteína do grão em sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).

Dois ensaios foram conduzidos durante o ano agrícola 1972/73 em Viçosa, Minas Gerais: o primeiro no período «das águas» (outubro-novembro), em solo Podzólico Vermelho Amarelo, e o segundo no período «da seca» (fevereiro-março) em solo Podzólico Vermelho Amarelo Câmbico, fase terraço. Estudou-se também a rebrota (soca) do primeiro ensaio. Empregaram-se três níveis de adubação nitrogenada (0 — 50 — 100 — kg de N/ha), três níveis de adubação fosfatada (0 — 60 — 120 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) e três épocas de plantio com intervalo de 20 dias. A rebrota recebeu apenas adubação nitrogenada.

A adubação nitrogenada aumentou a produção de proteína nos três ensaios, e o teor de proteína no primeiro ensaio e na sua rebrota.

A adubação fosfatada, embora não tenha aumentado o teor protéico dos grãos, elevou a produção de proteína por hectare no primeiro e segundo ensaio.

Constatou-se efeito de interação positiva entre adubação nitrogenada x adubação fosfatada x época no teor de proteína dos grãos no segundo experimento.

Maior teor protéico dos grãos e menor produção de proteína foram obtidos nos ensaios conduzidos no período «da seca» (rebrota e segundo experimento).

Verificou-se que a produção de proteína acompanhou a produção de grãos, observando-se certa proporcionalidade entre estes fatores.

O teor de proteína nos grãos variou inversamente à produção de grãos, principalmente em relação às épocas de plantio.

#### 5. SUMMARY

A study was conducted in Viçosa, Minas Gerais, to determine the effects of nitrogen and phosphorus fertilizers and planting dates on grain protein content and grain protein yield per hectare in grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).

Two experiments were performed in 1972-73, one in the rainy season and the other in dry season. The sprouting (Ratoon) of the rainy season planting after harvest was studied also. Treatments were: three levels of nitrogen fertilization (0, 50 and 100 kg/ha of N), three levels of phosphorus fertilization (0, 60 and 120 kg/ha of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and three planting dates. Only nitrogenous fertilizer was applied to the sprouting of the rainy season experiment.

Nitrogenous fertilizer increased grain protein yield in all cases, and the grain protein content in second harvest of the rainy season experiment. Even though

phosphorus fertilization had not increased grain protein content, it increased grain protein yield in the rainy and dry season trials. Nitrogen and phosphorus fertilization and planting dates acted synergistically on grain protein content in the dry season experiment. In general higher grain protein contents and lower grain protein yields per hectare were found in the dry season harvests (dry season experiment and the second crop of the rainy season experiment). The grain protein yields per hectare were more dependent on grain yield than on the grain protein content. The grain protein content varied inversely with grain yield, especially in relation to planting dates.

## 6. LITERATURA CITADA

1. BURLESON, C. A., W. R. COWLEY & G. OTEY. Effect of nitrogen fertilization on yield and protein content of grain sorghum in the lower Rio Grande Valley of Texas. *Agron. Journal* 48(11):524-525. 1956.
2. CAMPBELL, A. R. & R. C. PICKETT. 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. 1968.
3. CUMMINGS, D. P. & J. D. AXTELL. *Effect of tannin content of Sorghum bicolor* (L.) Moench grain on nutritional quality. Purdue University, Agr. Exp. Sta., 1973. 200 p. (Inheritance and improvement of protein quality and content in sorghum — Report 10).
4. GOMES, F. P. *Curso de Estatística Experimental*. 4. ed. Piracicaba, Liv. Nobel, 1970. 430 p.
5. HORWITZ, W., ed. *Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists*. Washington, A.O.A.C., 1965. 957 p.
6. MacGREGOR, J. M., L. T. TASKOVITCH & W. P. MARTIN. Effect of nitrogen fertilizer and soil type on the amino acid content of corn grain. *Agron. Journal* 53(4):211-214. 1961.
7. MacLEOD, L. B. & M. SUZUKI. Efectos de N, de P y de K sobre la composición química de la cebada cultivada sobre un suelo podzólico de baja fertilidad en invernadero. *Can. J. Soil Sci.* 52(2):169-177. 1972. In: REVISTA DE LA POTASSA 9(8-9):2. 1973.
8. MALAVOLTA, E. *Nutrição e adubação do milho (Zea mays) e do sorgo (Sorghum vulgare)*. Piracicaba. ESALQ, 1974. 22 p. (Apostila mimeografada).
9. MERTZ, E. T., R. JAMBUNATHAN & P. S. MISRA. *Simple chemical and biological methods used at Purdue University to evaluate cereals for protein quality*. Purdue University, Agr. Exp. Sta., 1975. 24 p. (Station Bulletin 70).
10. MILLER, G. D., C. W. DEYOE & F. W. SMITH. Variations in protein levels in Kansas sorghum grain. *Agron. Journal* 56(3):302-304. 1964.
11. MORRISON, F. B. *Alimentos e alimentação dos animais*. 2. ed. São Paulo, Ed. Melhoramentos. 1966. 892 p.
12. ONKEN, A. B. *Cultural practices for grain sorghum production*. Texas Agr. Exp. Sta., 1971. 120 p. (Grain sorghum research in Texas).
13. OSWALT, D. L., J. D. AXTELL, G. SRINIVASAN, A. SPIES & R. de LONG. *International grain sorghum protein yield and quality trials. Report NO. 1*. Purdue University, Agr. Exp. Sta., 1974. 50 p. (Station Bulletin 52).
14. OSWALT, D. L. & R. C. PICKETT. *International protein yield trials and evaluation*. Arizona, Sorghum Research Committee, 1972. 162 p. (Sorghum Newsletter 15).

15. PROGRAMA INTEGRADO DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações do uso de fertilizantes para o estado de Minas Gerais*. 2.<sup>a</sup> tentativa. Belo Horizonte, Secretaria da Agricultura, 1972. 88 p.
16. RAI, K. D. Study of rain-grown sorghum and maize in the central rainlands of the Sudan. 2. Effect of fertilizers on crude protein content and nitrogen accumulation. *Indian F. Agron.* 10(2): 139-144, 1965. In: FIELD CROP ABSTRACTS 19(2):120. 1966 (Abstracts 877).
17. ROSS, W. M. & O. J. WEBSTER. *Culture and use of grain sorghum*. Washington, Agr. Res. Serv., 1959. 30 p. (Agr. Handbook 385).
18. SCHNEIDER, B. H. The nutritive value of corn. In: Sprague, G. F., ed. *Corn and corn improvement*. N. York, Academic Press, 1955. p. 637-678.
19. SEMENTES AGROCERES S.A. Sorgo: as perspectivas de uma cultura em expansão. *Jornal Agroceres*, São Paulo, outubro 1973, p. 1.
20. TWEEDY, J. A., A. D. KERN, G. KAPUSTA & D. E. MILLIS. Yield and nitrogen content of wheat and sorghum treated with different rates of nitrogen fertilizer and herbicides. *Agron. Journal* 63(2):216-218. 1971.
21. WAGGLE, D. H., C. W. DEYOE & F. W. SMITH. Effect of nitrogen fertilization on the amino acid composition and distribution in sorghum grain. *Crop Sci.* 7(4):367-368. 1967.
22. WORKER, G. F. & J. RUCKMAN. Variations in protein levels in grain sorghum grown in the southwest desert. *Agron. Journal* 60(5):485-488. 1968.