

CARACTERIZAÇÃO DE FARINHAS DE SORGO (*Sorghum bicolor*) PROCESSADAS EM MOINHOS DE MILHO E TRIGO I — COMPOSIÇÃO CENTESIMAL^{1/}

Marilene Pinheiro Euclides ^{2/}
Roberto Gonçalves Junqueira ^{2/}
Godfrey Kalagi Kibuuka ^{3/}
Lúcia Maria Maffia ^{2/}

1. INTRODUÇÃO

O crescente aumento da população mundial de nossos dias, especialmente nas regiões subdesenvolvidas, é motivo para que se ampliem as opções de alimentos. Nessas regiões, os cereais, principalmente o milho, o trigo e o arroz, constituem a alimentação básica: alguns, por serem disponíveis e, portanto, de preço acessível; outros, em razão de sua elevada aceitação. No Brasil, particularmente, esses três cereais são bastante consumidos, e o arroz e o trigo fazem parte constante da dieta.

A maior parte do trigo consumido no país é importada, uma vez que nossas condições ecológicas nem sempre são favoráveis ao seu cultivo. Para que os preços dos produtos derivados se mantivessem baixos, vinha-se subsidiando o preço do produto; entretanto, a mudança de política, com o objetivo de retirar gradativamente esse subsídio, acarretará aumento acentuado no preço da farinha e, consequentemente, dos produtos derivados. Dessa forma, além dos esforços para aumentar a produtividade desse cereal no Brasil, passa a ser de especial importância a procura de fontes alternativas que possam substituí-lo parcialmente. Surge, assim, o interesse pelo sorgo granífero, que tem sido reconhecido como opção importante, graças à sua semelhança com o trigo, tanto na composição como nas

^{1/} Parte da tese de mestrado apresentada pelo primeiro autor.

Recebido para publicação em 17-1-1983.

^{2/} Departamento de Nutrição e Saúde da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

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

propriedades físico-químicas. Além disso, apresenta a vantagem de ser cultura muito versátil, em relação às condições climáticas e tratos culturais, podendo até utilizar máquinas empregadas em outras culturas (2, 4, 9, 23).

Entretanto, como os demais cereais, o valor nutritivo do sorgo é bastante limitado, quando utilizado como fonte única de alimento. Além de conter uma proteína deficiente em aminoácidos essenciais, principalmente lisina, conta com a interferência do tanino, o que diminui ainda mais seu valor nutritivo (3, 8, 10, 14, 25).

Já foram feitas algumas tentativas para substituir parcialmente o trigo pelo sorgo, com resultados satisfatórios (12, 17). Contudo, para que sua substituição possa tornar-se viável, é necessário que se façam pesquisas, seja para obter variedades de bom valor nutritivo, seja para aprimorar as técnicas de processamento. Tal procedimento justifica-se, uma vez que o sorgo, além de apresentar o inconveniente de conter compostos fenólicos (tanino), apresenta algumas particularidades diferentes, quanto à morfologia e constituição, que exigem tratamento especial.

Considerando as atuais dificuldades econômicas do país, é interessante que se estude a possibilidade de utilização das técnicas e equipamentos de processamento disponíveis. Realizou-se, portanto, este estudo, com o objetivo de avaliar a utilização do moinho convencionalmente empregado no processamento do milho para obter uma farinha de sorgo de boa qualidade tecnológica e nutricional.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se sorgo granífero (*Sorghum bicolor*), variedade E-57, cultivado nos campos experimentais do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, MG. Para efeito de comparação, foi utilizada também uma farinha de trigo comum, fornecida pelo moinho Três Rios, RJ.

O sorgo em grão, limpo, foi dividido em dois lotes. O primeiro foi moído integralmente em moinho a martelo. Classificou-se a farinha produzida em 4 tipos, com o auxílio do ciclone e da peneira centrífuga, que fazem parte do moinho:

Tipo I — farinha de sorgo integral.

Tipo II — farinha fina, obtida da primeira parte da peneira centrífuga.

Tipo III — farinha obtida da segunda parte da peneira centrífuga.

Tipo IV — farinha residual.

Os grãos do segundo lote foram moídos em moinho Brabender Quadrumatic Senior, de onde se obtiveram dois tipos de farinha, farinha de quebra ou trituração e farinha de redução ou compressão, que foram misturadas e homogeneizadas e denominadas Farinha Tipo V.

2.1. Análises Químicas

Umidade — Segundo a AACC, n.º 44-15 (1), à temperatura de $130 \pm 1^{\circ}\text{C}$, durante uma hora, em estufa com circulação mecânica.

Proteína — O nitrogênio total foi determinado pelo método da AACC, n.º 46-13 (1). Usaram-se os fatores 6,25 (19), para o cálculo da proteína das farinhas de sorgo, e 5,70 (13), para o cálculo da proteína da farinha de trigo.

Carboidratos — Determinados por diferença.

Fibra bruta — Segundo a AACC (32-15) (1).

Gordura bruta ou extrato etéreo — Segundo a AACC (30-20) (1), usando-se o extrator de Goldfish.

Cinzas — Segundo a AACC (08-03) (1), à temperatura de 600°C , durante duas horas, em mufla.

Cálcio — Segundo a AACC (40-21) (1).

Fósforo — Segundo método modificado por BRAGA e DEFELIPO (5).

Ferro — Segundo a AACC (40-41) (1).

Tanino — A determinação de tanino foi feita pelo método de BURNS (7), segundo modificações de MAXSON e ROONEY (16) e PRICE *et alii* (18).

2.2. Desenho Experimental e Análise Estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e constou de seis tratamentos (seis farinhas e quatro repetições). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de TUKEY, ao nível de 1% de probabilidade (11).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Feito o processamento, as farinhas obtidas foram inicialmente caracterizadas pela determinação da granulometria, sendo o resultado expresso em termos de distribuição percentual por tamanho de partícula (Figura 1). Observou-se que a farinha Tipo V apresentou maior concentração de partículas na faixa de 100 μm , sendo, portanto, a mais fina. Por outro lado, a farinha Tipo II, que, pela observação macroscópica, é semelhante à Tipo V, situou-se na faixa de 300 a 600 μm . Esse resultado não representa a verdadeira distribuição das partículas e resultou do empastamento da farinha. Embora a granulação da farinha dependa de seu conteúdo protéico, a presença de gordura em concentração mais elevada e de umidade pode interferir na sua passagem pelas peneiras, o que poderia justificar o estranho comportamento da farinha Tipo II. A farinha Tipo IV, que é considerada resíduo do processamento do grão, apresentou maior concentração de partículas na faixa de 300 μm , sendo portanto, realmente, a farinha mais grossa. A Tipo III concentrou-se na faixa de 200 μm , e a farinha integral (Tipo I), em razão de sua composição, ficou em faixa de distribuição ampla, de 200 a 400 μm , revelando distribuição heterogênea de tamanho de partículas.

Os resultados da composição protéica das farinhas de sorgo e trigo encontram-se no Quadro 1. A análise de variância revelou diferença significativa ($P < 0,01$) entre os níveis protéicos das farinhas. A farinha de sorgo integral (Tipo I) apresentou teor de 11,17% de proteína, dado que se encontra dentro da faixa de 7,6 a 12,0% determinada por BRESSANI e RIOS (6) em 25 diferentes variedades de sorgo. Nas demais farinhas, o teor protéico aumentou gradativamente, das farinhas de partículas menores, Tipo II e V, para as de partículas maiores, Tipo III e IV. Esse aumento pode ser atribuído, em parte, à distribuição heterogênea da proteína no grão de sorgo, a qual, segundo SECKINGER (22), diminui em concentração da periferia para o centro do grão. Segundo dados apresentados por WATSON *et alii* (26), apesar de ser o teor protéico do grão de sorgo semelhante ao do milho, sua distribuição é mais acentuada na fração amilácea perto da aleurona que no centro do grão. Acredita-se, portanto, que as farinhas que apresentaram menor nível protéico sejam oriundas das partes mais internas do grão e as de nível maior da parte mais externa.

Pôde-se observar também, pelos resultados obtidos, relação direta entre o aumento do tamanho das partículas e o aumento do teor protéico. Segundo VICTOR (24), as frações amiláceas e protéicas comportam-se diferentemente sob o impacto da moagem. Verificou-se, por exemplo, que as farinhas Tipo I e IV, que são as de partículas maiores, apresentaram concentração protéica mais elevada, enquanto as farinhas Tipo II, III e V, de partículas menores, apresentaram menor concentração.

Inversamente ao que ocorreu com a proteína, observou-se que as farinhas mais finas, Tipo II e V, apresentaram maior conteúdo de amido, e que a farinha Tipo V,

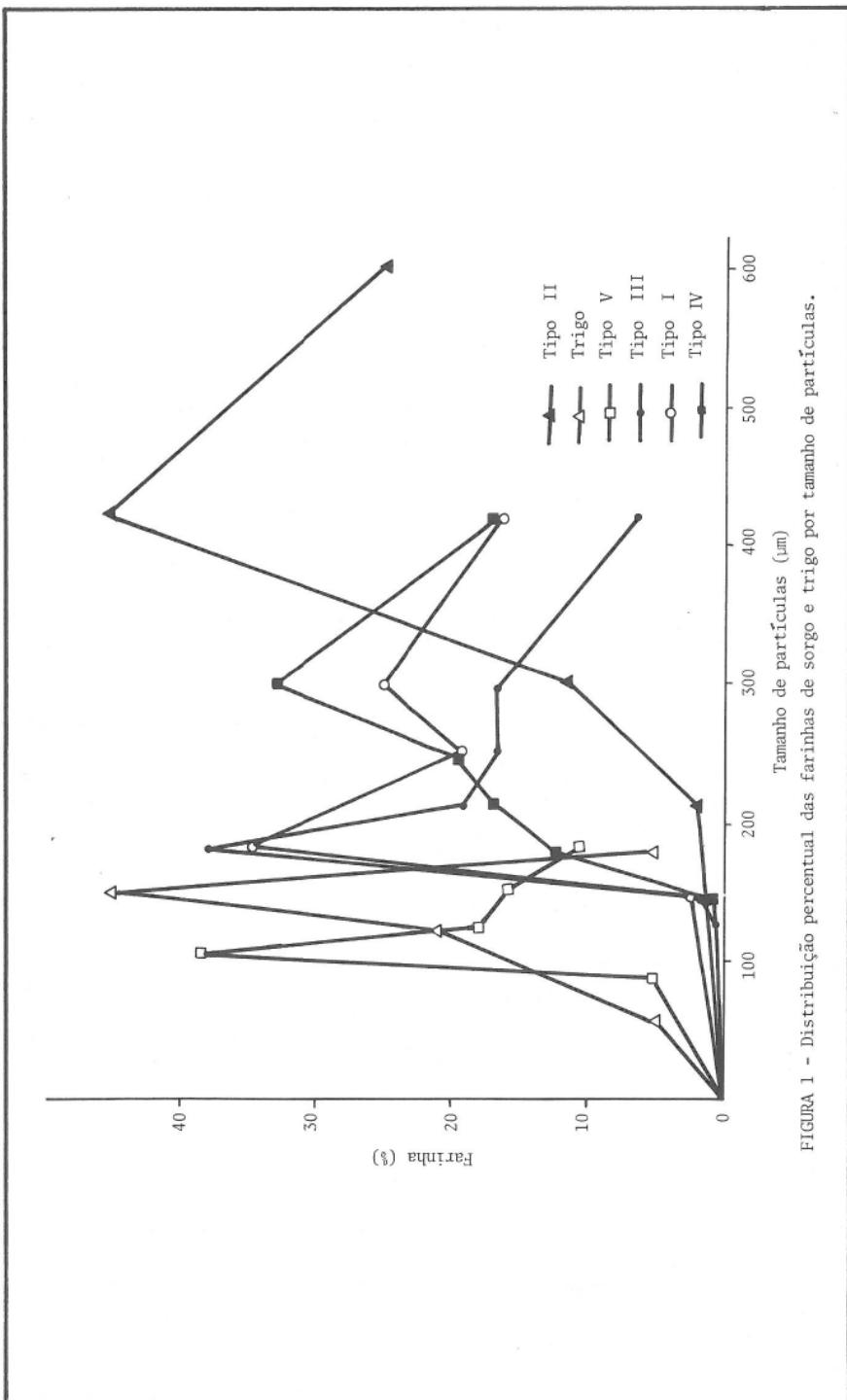


FIGURA 1 - Distribuição percentual das farinhas de sorgo e trigo por tamanho de partículas.

QUADRO 1 - Composição química das farinhas de sorgo*

| FARINHAS | PROTEÍNA (%) | AMIDO** | FIBRA (%) | GORDURA (%) | CINZAS (%) |
|------------------|-----------------|---------|--------------|----------------|---------------|
| | | | | | |
| Tipo I | 11,17 a | 81,24 | 1,95 a | 3,93 a | 1,71 a |
| Tipo II | 8,46 b | 83,08 | 0,33 b | 5,66 b | 2,47 b |
| Tipo III | 9,74 c | 81,58 | 1,91 a | 4,69 c | 2,08 c |
| Tipo IV | 10,80 d | 82,64 | 1,95 a | 3,17 d | 1,44 d |
| Tipo V | 8,68 b | 87,50 | 0,34 b | 2,48 e | 1,00 e |
| Farinha de Trigo | 13,71 e | 83,36 | 0,23 c | 1,77 f | 0,93 f |

As médias ou valores seguidos da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

* Os dados estão na base de matéria seca.

** Calculado por diferença.

processada no moinho de trigo Brabender, apresentou maior teor de amido, em relação às farinhas processadas no moinho de milho. Acredita-se que, apesar de não haver grande diferença, em termos de amido, entre as farinhas processadas pelo moinho de milho, suas propriedades sejam distintas, em consequência das diferentes frações endosperma que contêm. A farinha Tipo II contém maior proporção do endosperma central (macio), e a farinha Tipo IV é constituída, em maior proporção, do endosperma periférico (duro). De acordo com MAC MASTERS *et alii* (15), os grânulos de amido da região periférica do endosperma do sorgo são maiores, poliedrados, estritamente agrupados e fortemente ligados à proteína, enquanto os do endosperma central são arredondados, distribuídos ao acaso e mais livres.

O teor de fibra mostrou diferença significativa ($P < 0,01$) entre as farinhas Tipo II e V e as demais, que apresentaram teores aproximadamente cinco vezes maiores. A presença de fibra em quantidades relativamente grandes nas farinhas Tipo I, III e IV é justificada pelo processamento. O grão sofreu desintegração, separando-se em frações diferentes pela peneiragem. Como a casca é mais dura, sua resistência à fragmentação foi maior, verificando-se, consequentemente, partículas maiores (13).

A farinha de sorgo integral apresentou 3,93% de gordura, teor mais elevado que o encontrado no trigo utilizado neste experimento. As farinhas Tipo II e III apresentaram concentrações ainda mais elevadas que a da integral, ou seja, 5,66% e 4,69%, respectivamente. Essa diferença só pode ser explicada pela concentração da fração germe, que contém aproximadamente 75% da gordura do grão, nessas farinhas (20). O fato de a farinha Tipo V apresentar concentração de gordura bastante inferior (2,48%) pode ser atribuído ao modo de processamento. O moinho Brabender tem tendência a plastificar ou laminar o germe, o que é facilitado pela presença de lipídios, e as láminas formadas são separadas através de peneiragem.

Os resultados da determinação de cinzas mantiveram comportamento semelhante ao da gordura. As farinhas Tipo II e III apresentaram os maiores teores, 2,47 e 2,08%, respectivamente, e a farinha Tipo V, percentual menor (1,0%). O fósforo, que é o principal mineral presente no grão de sorgo, foi encontrado na farinha integral na concentração de 320 mg%, enquanto o cálcio atingiu teor de 18,01 mg% e o ferro de 2,0 mg%. Quanto à distribuição desses minerais nas diferentes farinhas, o comportamento foi semelhante ao da distribuição das cinzas (Quadro 2).

Os resultados da determinação de tanino, expressos em equivalente de catequina, estão no Quadro 3. Observou-se que essa variedade de sorgo, apesar de apresentar grão de coloração mista, marrom-avermelhada, que, segundo a literatura, é bom indicador da presença de taninos em concentrações mais elevadas, apresentou apenas 0,04% de tanino (farinha integral). Isso ocorreu porque, na realidade, segundo ROONEY *et alii* (21), o que realmente determina a concentração desse elemento é a presença da camada testa no grão de sorgo. Grãos com essa coloração de pericarpo podem não conter a testa ou, na maioria das vezes, conter apenas fragmentos dela. Verificou-se também a eficiência do processamento da farinha Tipo V em eliminar o tanino, que fica, provavelmente, na parte periférica, eliminada como farelo. As demais farinhas, constituídas de diferentes frações do grão de sorgo, apresentaram também baixos níveis de tanino.

Houve diferença bastante significativa, revelada pela análise de variância, entre os níveis de tanino das farinhas Tipo II e III e o da farinha Tipo IV. Esta última apresentou a maior concentração de tanino, 0,06%, o que é explicado pela sua maior proporção de pericarpo.

4. RESUMO

Este trabalho foi realizado na Universidade Federal de Viçosa, visando à obten-

QUADRO 2 - Conteúdo de cálcio, fósforo e ferro nas farinhas de sorgo*

| FARINHAS | CÁLCIO (mg %) | FÓSFORO (mg %) | FERRO (mg %) |
|------------------|------------------|-------------------|-----------------|
| Tipo I | 21 a | 320 a | 2 a |
| Tipo II | 27 b | 480 b | 4 b |
| Tipo III | 22 c | 420 c | 3 c |
| Tipo IV | 18 d | 280 d | 2 a |
| Tipo V | 13 e | 220 e | 1 d |
| Farinha de Trigo | 21 a | 160 f | 2 a |

As médias ou valores seguidos da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

* Dados expressos na base de matéria seca.

QUADRO 3 - Conteúdo de tanino nas farinhas de sorgo*

| FARINHAS | TANINO (E. C.) (%) |
|------------------|-----------------------|
| Tipo I | 0,04 a |
| Tipo II | 0,01 b |
| Tipo III | 0,01 b |
| Tipo IV | 0,06 c |
| Tipo V | 0,00 |
| Farinha de Trigo | 0,02 d |

As médias ou valores seguidos da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

* Dados expressos na base de matéria seca.

E.C. - Equivalente de Catequina.

ção de farinha de sorgo de boa qualidade, para uso na alimentação humana. A avaliação da qualidade baseou-se nos resultados da composição centesimal. Utilizou-se um sorgo de coloração mista, marrom-avermelhada, variedade E-57, dividido em dois lotes. Os grãos do primeiro lote foram moídos no moinho de milho a martelo, e as farinhas obtidas classificadas em quatro tipos, com o auxílio do ciclone e da peneira centrífuga, e denominadas Tipo I, II, III e IV. Os grãos do segundo lote foram moídos no moinho de trigo Brabender Quadrumatic Senior, e a farinha obtida denominada Tipo V.

Utilizou-se, para a comparação, uma farinha de trigo comercial, oriunda do moinho de Três Rios — RJ.

De acordo com os resultados, observou-se que a classificação por tamanho de partículas permitiu a obtenção de farinhas de composição diferente. O conteúdo proteíco diferiu significativamente ($P < 0,01$), em todos os tratamentos, e foi maior nas farinhas mais grossas, Tipo I, III e IV. Houve maior concentração de amido nas farinhas mais finas, Tipo II e V. O teor de fibra foi maior nas farinhas I, III e IV e diferiu significativamente ($P < 0,01$) dos das demais. Tanto o nível da gordura como o de cinzas foram mais elevados nas farinhas II e III, em razão do germe. A classificação feita possibilitou também a obtenção de farinhas com diferentes teores de tanino, que ficou concentrado principalmente na farinha residual (Tipo IV).

5. SUMMARY

This research was conducted at the Federal University of Viçosa, Minas Gerais, Brazil. The main objective was to obtain, through processing, a sorghum flour of good quality to be used in human nutrition. A brownish-red sorghum, variety E-57, was used. This was ground in a traditional mill as employed for corn. Four types of flour (Types I, II, III and IV), of different milling grades, were obtained. Some of the seeds were ground in a Brabender Quadrumatic Senior Mill and the flour designated as type V. For comparison, a commercial wheat flour from Três Rios, State of Rio de Janeiro, was used. It was observed that, according to the particle size, the flours presented a different composition. The rough flours, types I, III and IV, had a significantly ($P < 0,01$) higher level of protein. The flour types II and V contained more starch. The fiber content in flour types I, III and IV was greater ($P < 0,01$) than in the others.

Greater amounts of fat and ash were present in flours II and III due to the presence of germ. The classification also emphasized a difference in the amount of tannin in that it was concentrated mainly in the residual flour (Type IV).

5. LITERATURA CITADA

1. AMERICAN ASSOCIATION CEREAL CHEMISTS. *Cereal laboratory methods*. 7.^a ed. St. Paul, Minnesota, 1969. p, irreg.
2. ANTUNES, F.Z. Exigências climáticas da cultura do sorgo. *Inf. Agrop.* 5(56): 6-12. 1979.
3. ARMSTRONG, W.D.; ROGLER, J.C. & FEATHERSTON, W.R. In vitro studies of the protein digestibility of sorghum grain. *Poultry Sci.* 53:2224-2227. 1974.
4. BARUQUI, A.M. Solos para a cultura de sorgo. *Inf. Agrop.* 5(56):12-13. 1979.

5. BRAGA, J.M. & DEFELIPO, B.V. Determinação espectral fotométrica de fósforo em extratos de solo em material vegetal. *Rev. Ceres.* 21:73-85. 1974.
6. BRESSANI, R. RIOS, B.J. The chemical and essential amino acid composition of twenty-five selections of grain sorghum. *Cereal Chem.* 39:50-58. 1962.
7. BURNS, R.E. Method for estimation of tannin in grain sorghum. *Agron. J.* 63:511-512. 1971.
8. CHANG, S.I. FULLER, H.L. Effect or tannin content of grain sorghums on their feeding value for growing chicks. *Poultry Sci.* 43: 30-36. 1964.
9. GARCIA, J.C. Sorgo: Algumas considerações econômicas. *Inf. Agrop.* 5(56):3-5. 1979.
10. GLICK, Z. JOSLYN, M.A. Effect of tannic acid and related compounds on the absorption and utilization of proteins in the rat. *J. Nutrition* 100: 516-520. 1970.
11. GOMES, F.P. *Curso de Estatística Experimental.* 6.^a ed. Piracicaba, Livraria Nobel, 1970. 430 p.
12. HAHN, R.R. Dry milling and products of grain sorghum In: Wall, J.S.; Ross, W.M. ed. *Sorghum production and utilization.* Westport, Connecticut, The AVI Publishing Company, 1970. p. 573-601.
13. KENT, N.L. *Technology of cereals with special reference to wheat.* 2.^a ed. Oxford, Pergamon Press, 1975. 306 p.
14. LAMB, M.W.; MICHEL, J.M. & RIVERS, J.M. A comparision of the nutritive value of three sorghum grains with that wheat. *Cereal Chem.* 43:447-456. 1966.
15. MAC MASTERS, M.M.; WOLF, M.J. & SECKINGER, H.L. Microscopic characteristics of starches in the identification of ground cereal grains. *Agr. Food. Chem.* 5:455-456. 1957.
16. MAXSON, E.D. & ROONEY, L.W. Evaluation of methods for tannin analysis in sorghum grain. *Cereal Chem.* 49:719-729. 1972.
17. OLATUNJI, O.; EDWARDS, C. & KOLEOSO, O.A. Processing of maize and sorghum in Nigeria for human consumption. *J. Food Technol.* 15:85-92. 1980.
18. PRICE, M.L.; SCOVYOC, S.V. & BUTLER, L.G. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *J. Agric. Food. Chem.* 26: 1214-1218. 1978.
19. ROONEY, L.W. A review of the physical properties, composition and structure of sorghum grain as related to utilization. In: Pomeranz, Y.C. (ed.) *Industrial uses of cereals.* St. Paul, Minnesota, American Association of Cereal Chemists, 1973. p. 316-339.
20. ROONEY, L.W. & CLARK, L.E. The chemistry and processing of sorghum grain. *Cer. Sci. Today* 13:259-265. 1968.

21. ROONEY, L.W.; JOHNSON, J.W. & ROSENOW, D.T. Sorghum quality improvement: types for food. *Cereal Science Today* 15:240-243. 1970.
22. SECKINGER, H.L. & WOLF, M.J. Sorghum protein ultrastructure as it relates to composition. *Cereal Chem.* 50:455-465. 1973.
23. SILVA, A.F. Métodos culturais. *Inf. Agrop.* 5(56):19-21. 1979.
24. VICTOR, W.Y. & STRINGFELLOW, A.C. Protein concentrate from air classification of flour and horny endosperm from high-lysine sorghum. *J. Food Sci.* 46:304-305. 1981.
25. VOHRA, P.; KRATZER, F.H. & JOSLYN, M.A. The growth depressing and toxic effects of tannins to chicks. *Poultry Sci.* 45:135-142. 1966.
26. WATSON, S.A.; SANDERS, E.H.; WAKELY, R.O. & WILLIAMS, C.B. Peripheral cells of the endosperms of grain sorghum corn and their influence on starch purification. *Cereal Chem.* 32:165-182. 1975.