

Determinação do Teor de Tanino de Quatro Variedades de Sorgo por Intermédio de Métodos Quantitativos

Dorális Moreno Perez¹, João Carlos Maier², Paulo Antônio Rabenschlag de Brum³, Cleber Souza Martins⁴, Paulo César Gomes⁵

RESUMO - Este experimento foi realizado para comparar o conteúdo de tanino de quatro variedades de sorgo usando seis métodos quantitativos de determinação de tanino. Foi usado delineamento inteiramente ao acaso em arranjo fatorial 4 x 6 (variedade x método) com quatro repetições, em que T₁ - Folin Denis (Refluxo com reagente de Folin Denis), T₂ - Folin Denis (Refluxo com água), T₃ - Folin Denis (refluxo com água, filtragem após o refluxo), T₄ - Lowental, T₅ - Vanilina ácido clorídrico de Burns e T₆ - Vanilina ácido clorídrico modificado de Burns. Maiores teores de tanino foram observados, quando determinados pelos métodos de Burns e os menores teores, pelo método de Lowental. Os resultados mostraram grande variabilidade entre os métodos usados para determinar tanino. Pela praticidade em nível de laboratório, o método Folin Denis - CNPSA pode ser o método mais recomendado.

Palavras-chave: Burns, Folin Denis, Lowental, sorgo

Determination of the Tannin Content of Four Sorghum Varieties with Quantitative Methods

ABSTRACT - This experiment was conducted to compare the tannin content of four sorghum varieties using six quantitative methods of tannin determination. A completely randomized design in a 4 x 6 (variety x method) factorial arrangement with four replicates was used, where: T₁: Folin Denis (Folin Denis reagent reflux); T₂: Folin Denis (water reflux); T₃: Folin Denis (water reflux followed by filtration); T₄: Lowental, T₅: Vanilin cloridric acid of Burns, and T₆: Vanilin cloridric acid modified of Burns. The highest tannin content was observed when determined by Burns methods and the lowest content by Lowental method. The results showed a wide variability among the methods used to determine tannin. By the laboratory practice, the Folin Denis method - CNPSA may be the most recommended method.

Key Words: Burns, Folin Denis, Lowental, sorghum

Introdução

O sorgo, originado, provavelmente, da África, encontra-se entre os cinco cereais mais cultivados no mundo (MULLER e TOBIN, 1991). O valor nutritivo deste cereal é marcadamente influenciado pelo conteúdo de tanino, uma substância polifenólica. Segundo BOREN e WANISKA (1992), o tanino, de acordo com o genótipo do sorgo, pode se encontrar na testa e estender até o pericarpo. O tanino provoca depressão no crescimento, pior conversão alimentar (ARMSTRONG et al., 1974), menor digestibilidade do nitrogênio e aminoácidos (ROSTAGNO et al., 1973), anormalidades de patas e gemas manchadas nas mais diversas espécies de aves (HUGHES, 1973).

Outro grande problema encontrado com o sorgo é a identificação e a quantificação do tipo de tanino

que está presente na variedade estudada. Por isso, métodos qualitativos e quantitativos têm sido adaptados, para determinar o teor de tanino nas variedades de sorgo. Destacam-se o Prussian Blue, o de Folin Denis, o de precipitação em gelatina, o de Lowental e o teste de descoloração. Entretanto, estes métodos são pouco específicos, pois utilizam substâncias diferentes das encontradas no sorgo para a construção da curva padrão, as quais reagem com outras substâncias que não taninos, e são demorados.

O objetivo deste trabalho foi determinar o teor de tanino por meio de vários métodos quantitativos.

Material e Métodos

Localização

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, da

¹ Med. Vet., MSc, DZ - UFPEL, Pelotas, RS, Brasil.

² Professor Adjunto, MSc, DZ - FAEM - UFPEL.

³ Med. Vet., DSc, Pesquisador CNPSA - EMBRAPA, Cx. Postal 21 - 89700-000 - Concórdia, SC, Brasil.

⁴ Estudante do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, DZ, UFPEL. Bolsista do CNPq.

⁵ Professor do Departamento de Zootecnia/UFV.

Faculdade de Agronomia, da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).

Variedades usadas -Foram utilizadas quatro variedades de sorgo granífero, linhagem restauradora da fertilidade, duas de alto tanino (CMSXS 210B e CMSXS 211B) e duas de baixo teor de tanino (CMSXS 180 e BR 007B), fornecidas pelo Centro Nacional de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais.

Delineamento experimental

Foi utilizado delineamento completamente ao acaso, em esquema fatorial 4 x 6 (quatro variedades x seis métodos de análise). Para a obtenção dos dados estatísticos, foram realizadas quatro vezes as análises laboratoriais de cada método, e a média destas quatro representou uma repetição estatística. A repetição estatística representa a média obtida de quatro análises laboratoriais.

Determinação do conteúdo de tanino

Os métodos quantitativos para a determinação de tanino nas variedades utilizadas foram: 1) Método Folin-Denis (Refluxo com o reagente de Folin Denis e reação posterior com o mesmo reagente); 2) Método Folin-Denis (Refluxo com água, reação com o reagente de Folin Denis); 3) Método Folin-Denis (Refluxo com água, filtragem após o refluxo e reação com o reagente de Folin Denis); 4) Método Lowental, determinação de tanino no chá (HART e FISCHER, 1971); 5) Método de Burns, Vanilina ácido clorídrico (BURNS, 1971); e 6) Método modificado do Vanilina ácido clorídrico de Burns, citado por MAXSON e ROONEY (1972).

Com o objetivo de se obter pouca variação e uniformidade entre os métodos, as amostras dos métodos 1, 2, 3 e 4 foram submetidas a refluxo por 5 horas e as dos métodos 5 e 6, à agitação por 24 horas.

Descrição dos métodos e dos reagentes utilizados

Nos métodos 1, 2 e 3 os reagentes utilizados foram: a) Folin-Denis: 100 gramas de tungstato de sódio, 20 gramas de ácido fosfomolibdico e 50 mL de ácido fosfórico adicionados a 500 mL de água destilada. Refluxar por 2 horas resfriar e diluir para um litro com água destilada; b) Solução saturada de carbonato de sódio anidro: 35 gramas de carbonato de sódio anidro dissolvidos em 100 mL de água destilada a 70/80°C. Deixar em repouso uma noite e, após cristalização, filtrar em algodão de vidro; e c) Solução padrão de ácido tânico: dissolver 100 mg de ácido tânico em 1000 mL de água destilada. Para cada análise fez-se nova solução.

Preparo da curva padrão

Adicionaram-se a um balão de 100 mL, 25 mL de água destilada, 4 mL do reagente Folin-Denis, mais a concentração desejada da solução padrão de ácido tânico (0 a 5 mL) e 5 mL da solução de carbonato de sódio saturado, e completou-se o volume para 100 mL com água destilada. Observou-se tempo uniforme entre o preparo de um balão e outro (mais ou menos 5 minutos), agitou-se bem e, após 40 minutos, determinou-se a absorvância de 725 nm.

Procedimento da análise

Método 1. Um grama de amostra finamente moída foi colocada num balão de 250 mL, com 4 mL da solução de Folin-Denis, 170 mL de água e 5 mL de solução saturada de carbonato de sódio. Após o refluxo de 5 horas, a solução foi resfriada e o volume foi completado para 250 mL. A solução foi colocada em repouso durante 40 minutos e filtrada, sendo, após, transferidos 10 mL do filtrado para um balão de 100 mL. Foram adicionados 60-70 mL de água, 4 mL da solução de Folin-Denis, 5 mL de carbonato de sódio, a solução foi agitada e o volume completado. Foi deixado em repouso por 40 minutos. Foi determinada a absorvância com comprimento de onda de 725 nm.

Métodos 2 e 3. Num erlenmeyer de 500 mL foi colocada uma amostra de + 2,0 gramas, finamente moída, com 350 mL de água destilada, e refluxou-se por 5 horas. Foram pipetados 20 mL da solução sobrenadante e colocados em balão volumétrico de 100 mL com 25 mL de água destilada. Foram adicionados 4 mL do reagente Folin-Denis e 5 mL de solução saturada de carbonato de sódio e colocado em banho maria de 26 a 28°C por 40 minutos.

O volume foi completado para 100 mL; agitou-se bem e, após 40 minutos, foi determinada a absorvância com comprimento de onda de 725 nm. (foi observado tempo uniforme de + 5 minutos entre o preparo de um balão e outro).

Este procedimento foi válido para os métodos 2 e 3, mas no método 3 após o refluxo de 5 horas, a solução foi filtrada e retirada uma alíquota para a preparação dos balões como descrito anteriormente. Os dados foram obtidos por intermédio de:

$$(\text{ppm tanino}) = \frac{\text{Absorvância} \times \text{Fator de concentração} \times \text{Fator de diluição total}}{\text{peso da amostra}}$$

Método 4: Reagentes - a) Permanganato de potássio: 1,33 g de permanganato de potássio foram dissolvidos em água e o volume foi completado para

um litro. Foram determinados os mililitros de ácido oxálico 0,1 N equivalentes a 1 mL desta solução da seguinte forma: 0,250 gramas de oxalato de sódio foram dissolvidos em 200-250 mL de água quente (80-90°C) + 10 mL de ácido sulfúrico (1 + 1) e titulada com a solução de permanganato de potássio, agitando constante e vigorosamente até obter cor rosa permanente.

b) Solução de carmim índigo: 6 gramas de carmim índigo foram colocados em um erlenmeyer de um litro, com água + 50 mL de ácido sulfúrico e o volume foi completado com água.

c) Solução de gelatina: 25 gramas de gelatina foram colocados durante uma hora em uma solução saturada de cloreto de sódio; após, a gelatina foi aquecida até ficar dissolvida e o volume foi completado para um litro com a solução saturada de cloreto sódio.

d) Solução de cloreto de sódio ácido: foi acidificados 975 mL de uma solução saturada de cloreto de sódio com 25 mL de ácido sulfúrico.

Dois gramas da amostra finamente moída foram diluídos em 350 mL de água, sendo refluxado durante 5 horas, deixado em repouso, resfriado e transferido para um erlenmeyer de 500 mL, e o volume foi completado. Apanharam-se 2 mL do filtrado + 5 mL da solução de carmim índigo + 150 mL de água. A solução foi titulada com permanganato de potássio, gota a gota, até que esta solução adquirisse cor verde claro. A titulação prosseguiu até virar amarelo brilhante, com tom suave cor de rosa na borda. Os mililitros de permanganato gastos foram considerados como (a).

Alíquota de 20 mL da solução sobrenadante foi pipetada em um erlenmeyer juntamente com 10 mL da solução de gelatina, 20 mL da solução ácida de cloreto de sódio e 2 gramas de caulim. Após a solução sedimentar, esta foi filtrada e 5 mL do filtrado foram misturados com 5 mL da solução de carmim índigo e 150 mL de água. Os mililitros de permanganato de potássio gastos foram considerados como (b). $a - b = \text{mL de permanganato de potássio necessários para oxidar os taninos}$. Um mililitro de ácido oxálico 0,1 N foi equivalente a 0,0042 gramas de tanino (ácido galotânico). Os dados foram obtidos por intermédio de (a-b) quantidade (mL) de permanganato gastos.

Métodos 5 e 6 - Reagentes - Os reagentes foram preparados combinando igual volume de ácido clorídrico em metanol (8% de HCl em metanol) e vanilina em metanol (4% de vanilina em metanol) preparados diariamente. A solução só foi misturada antes do seu uso, sendo descartada em caso de aparecimento de traços de cor.

Preparo da curva padrão - A curva padrão foi preparada pela adição de 100 mg de catequina a 50 mL de metanol. Foram utilizadas várias diluições até completar a curva (1:10). Foi pipetado 1 mL de cada diluição dentro de cada dois tubos, separados. Após 10 diluições (20 tubos) serem preparadas, 5 mL de vanilina-HCl foram adicionados a cada tubo rapidamente, sendo lido em espectrofotômetro com comprimento de onda de 500 nm, deixando-se em repouso por tempo de aproximadamente 20 minutos. A solução vanilina-HCl foi usada como padrão, 100% da transmitância.

Determinação do tanino - Uma grama de amostra finamente moída foi colocada em um frasco de 125 mL. Foram adicionados 50 mL de metanol a cada frasco, tampados e agitados. Após 20-28 horas de agitação, as amostras foram colocadas em repouso e pipetados 1 mL do sobrenadante dentro de cada um dos 2 frascos. Foi utilizado procedimento igual ao do preparo da curva citada acima. Isso foi válido para o método 5. No método 6, as amostras foram extraídas com 1% de HCl em metanol. O tanino da amostra foi modificado para 1 grama para variedade de alto tanino e 2 gramas para variedade de baixo tanino. Em ambos os métodos, as amostras foram agitadas durante 24 horas. Os dados foram obtidos por intermédio da curva padrão.

Análise estatística

Todos os resultados obtidos foram analisados pelo programa estatístico MSTATC (MSTAT, 1989) e as médias obtidas foram avaliadas pelo teste de comparação de médias Duncan.

Resultados e Discussões

Os resultados do teor de tanino para os diferentes métodos estão demonstrados na Tabela 1.

Para métodos, variedades e sua interação, os resultados mostraram diferenças significativas ($P < 0,05$). Os efeitos dos métodos dentro das variedades demonstraram que o método Vanilina HCl - modificado foi o que quantificou maiores teores de tanino para todas as variedades (Tabela 1).

O método da Vanilina HCl determinou a segunda melhor média, exceto para a variedade CMSXS 180, pois, por meio deste método, não foi possível quantificar seu teor de tanino, possivelmente em virtude de a quantidade de amostra utilizada para esta variedade ser insuficiente para ação extrativa no metanol, ou por a testa ser despigmentada, zerando seu valor (Tabela 1). Da mesma forma, MAXSON e ROONEY

Tabela 1 - Métodos de determinação de tanino em quatro variedades de sorgo

Table 1 - Methods of tannin determination in four sorghum varieties

Método ¹ Method	Variedade ² Variety				Média Mean
	1	2	3	4	
1	1,125 ^{3C7}	1,050 ^{cC}	3,475 ^{dA}	1,650 ^{cB}	1,825
2	0,550 ^{cD}	0,850 ^{dC}	4,050 ^{cA}	1,300 ^{dB}	1,627
3	0,600 ^{cD}	0,900 ^{dC}	4,000 ^{cA}	1,750 ^{dB}	1,719
4	0,282 ^{dC}	0,565 ^{eB}	0,767 ^{eA}	0,525 ^{eB}	0,535
5	0,000 ^{eD}	2,238 ^{bB}	9,750 ^{bA}	1,775 ^{bC}	3,441
6	1,337 ^{aD}	5,650 ^{aB}	10,450 ^{aA}	3,613 ^{aC}	5,263
Média	0,649	1,875	5,415	1,706	

Mean

¹ Métodos: 1 - Folin Denis (Refluxo com reagente de Folin Denis), 2 - Folin Denis (Refluxo com água), 3 - Folin Denis (Refluxo com água e filtragem após o refluxo), 4 - Lowental, 5 - Vanilina, 6 - Vanilina/Modificado.

² Variedades (Varieties): 1 - CMSXS 180, 2 - BR 007B, 3 - CMSXS 210, 4 - CMSXS 211.

³ Médias, na linha/coluna, seguidas da mesma letra maiúscula e minúscula, respectivamente, não diferem a 5% pelo teste Duncan.

¹ Methods: T1 - Folin Denis (Folin Denis reagent reflux); T2 - Folin Denis (Water reflux); T3 - Folin Denis (Water reflux followed by filtration); T4 - Lowental, T5 - Vanilin, and T6 - Vanilin chloridric acid modified of Burns.

³ Means, within a row/column, followed by the same small and capital letter, respectively, do not differ at 5% by Duncan test.

(1972), fazendo comparação entre o método da Vanilina HCl e o Vanilina modificado, em sorgos com e sem testa pigmentada, constataram que, à exceção de uma variedade, os valores obtidos foram maiores quando 1% de HCl foi utilizado para acidificar o metanol. Para testas pigmentadas os valores foram altos em ambos os métodos, mas em variedades com ausência de pigmento na testa o método modificado determinou baixos valores de tanino. Da mesma forma, BUTLER (1981) utilizando a Vanilina e seu método modificado, em sementes de sorgo, obteve maiores teores de tanino, quando a extração foi realizada com o metanol acidificado.

Os valores intermediários de tanino foram obtidos pelos métodos (1, 2 e 3) de Folin Denis. Entre os métodos de Folin Denis 2 e 3, os resultados não demonstraram diferenças entre si, dentro da mesma variedade, o que permite concluir que o processo da filtragem, no método 3, é um passo que pode ser dispensado, na preparação das amostras.

Baixos valores de taninos foram quantificados por intermédio do método de Lowental.

Avaliando os efeitos das variedades dentro dos métodos, no método 1 a variedade CMSXS 210B variou significativamente, mostrando maiores valores que as variedades CMSXS 211B, BR 007B e CMSXS 180, sendo que estas duas últimas (variedades BR 007B e CMSXS 180) não variaram estatisticamente entre si.

Dentro das variedades, tanto o método 2 e quanto o método 3 apresentaram diferenças significativas, tendo a variedade CMSXS 210B a maior média. As menores médias foram observadas na variedade

CMSXS 180 com menos teor de tanino. No método 4 as variedades com maior e menor teor de tanino foram CMSXS 210B e CMSXS 180 respectivamente, não existindo diferenças entre as variedades BR 007B e CMSXS 210B (Tabela 1).

TIPTON et al. (1970), utilizando o método de Lowental obtiveram valores compreendidos entre 0,06 e 0,53, tendo valor médio de 0,22. CUMMINS (1971), utilizando o método Vanilina HCl, obteve valores entre 4,6 e 10,5, tendo valor médio de 6,6. BATE - SMITH e RASPER (1969) obtiveram valores de 0,14 e 1,65 para o método de Folin Denis.

Os métodos apresentam as seguintes considerações: O tempo de extração do tanino variou entre 5 e 24 horas.

O método do Lowental resulta como sendo pouco prático para uso em laboratório, pela quantidade de material, pelo tempo de preparo das amostras e por sua especificidade, já que em algumas amostras o total de taninos não-adstringentes supera o de taninos adstringentes. Da mesma forma, MAXSON e ROONEY (1972), avaliando métodos de determinação de tanino no grão de sorgo, verificaram com o método de Lowental valores de taninos não-adstringentes superiores ao total dos adstringentes.

Com o método da Vanilina e seu método modificado, foram verificadas as seguintes desvantagens: o método da Vanilina mostra-se inadequado para sorgos classificados como de baixo tanino, já que algumas vezes não se consegue determinar o valor real de tanino pelos altos valores determinados. Em ambos métodos, houve queda irregular da curva, instabilidade na leitura para concentração acima de 80 equivalentes catequinas e demora do preparo das amostras.

Tabela 2 - Resumo dos métodos e conteúdo de tanino (%)

Table 2 - Method descriptions and tannin contents

Método <i>Method</i>	Padrão <i>Standard</i>	Média <i>Mean</i>	Limite <i>Limit</i>	n	Princípio dos Métodos <i>Method</i>
Vanilina HCl <i>Vanilin HCl</i>	Catequina <i>Catequin</i>	3,441	0,00-10,30	64	Extração com metanol, reação com vanilina ¹ Específico para catequinas e leucoantocianinas ²
Vanilina HCl modificado <i>Vanilin HCl modified</i>	Catequina <i>Catequin</i>	5,263	1,20-10,60	64	Extração com metanol + HCl, reação com vanilina ³ Específico para catequinas e leucoantocianinas ⁴
Lowental, determinação do tanino (chá) de Lowental, Tannin determination (tea)	Ácido oxálico <i>Oxalic acid</i>	0,535	0,19-0,97	64	Refluxo com água, titulação com permanganato de potássio do total de adstringentes e adstringentes não-taninos (tanino precipitado com gelatina) ⁵
Folin-Denis Método 1 (<i>Method</i>)	Ác. tânico <i>Tannic acid</i>	1,825	1,00-3,80	64	Refluxo com o reagente de Folin Denis e reação posterior com o mesmo reagente ⁶
Folin-Denis Método 2 (<i>Method</i>)	Ác. tânico <i>Tannic acid</i>	1,688	0,50-4,20	64	Refluxo com água, reação com o reagente Folin Denis ⁷
Folin-Denis Método 3 (<i>Method</i>)	Ác. tânico <i>Tannic acid</i>	2,718	0,50-1,60	64	Refluxo com água, filtragem após refluxo e reação com o reagente Folin Denis ⁸

n Número de amostras analisadas para obter as médias.

n Number of samples analyzed to obtain the means.

¹ Methanol extraction, vanillin reaction.

² Especific for catequin and leucoantocianin.

³ Methanol + HCl extraction, Vanillin reaction.

⁴ Especific for catequin and leucoantocianin.

⁵ Water reflux, potassium permanganate titulation of the adstringent and non tanin adstringent total (precipitate tanin with gelatin).

⁶ Folin Denis reagent reflux and posterior reaction with the same reagent.

⁷ Water reflux, Folin Denis reagent reaction.

⁸ Water reflux, filter after reflux and Folin Denis reagent reaction.

Pela praticidade e economia do tempo e material, pode ser recomendado para uso em laboratório o método 2 de Folin Denis com refluxo com água. Entretanto, segundo SHANG et al. (1991), como a disponibilidade de energia e aminoácidos no sorgo está altamente correlacionada com o conteúdo de tanino, é necessária a utilização de um método prático e confiável, para determinar a quantidade de tanino encontrada no sorgo.

Em consequência da grande variabilidade encontrada nos métodos estudados neste experimento, é de grande importância a classificação das sementes de acordo com a pigmentação ou não da testa, técnicas de separação de taninos condensados, comparação entre o grão do sorgo inteiro e moído para análise de tanino e a adaptação dos resultados obtidos de um laboratório a equações de predição para avaliar seus efeitos no desempenho das aves.

Conclusões

Houve grande variabilidade entre os resultados obtidos pelos métodos estudados, sendo os maiores e menores conteúdos de tanino quantificados pelo método da Vanilina modificado e método Lowental, respectivamente.

O método da Vanilina apresentou menores valores de tanino, quando comparado a seu modificado.

Não existem diferenças dentro das variedades para o método 2 de Folin Denis (Refluxo com água) e o método 3 Folin Denis (Refluxo com água e filtragem após o refluxo), sendo, portanto, o uso da filtragem um passo dispensável após o refluxo.

Pela grande variabilidade entre os métodos, não se pode recomendar o melhor método para a determinação de tanino; contudo, pela praticidade do uso em laboratório, o método de Folin Denis (com refluxo com água, sem filtragem após o refluxo) é o mais indicado.

Referências Bibliográficas

- ARMSTRONG, W.D., FEATHERSTON, W.R., ROGLER, J.C. 1974. Effects of bird resistant sorghum grain and various commercial tannins on chick performance. *Poult. Sci.*, 53:2137 - 2142.
- BATE-SMITH, E. C., RASPER, V. 1969. Tannins of grain sorghum: luteoforal (leucoluteolinidin), 3', 4, 4',5,7 pentahidroxyflavan. *J. Food Sci.*, 34:203.
- BOREN, B., WANISKA, O .R. 1992. Sorghum seed color as an indicator of tannin content. *J. Applied Poult. Res.*, 1:117- 121.
- BURNS, E. R. 1971. Method for estimation of tannin in grain sorghum. *Agron. J.*, 63:511-512.
- BUTLER, L. G. 1981. *Polyphenols and their effects on sorghum quality*. International Symposium on Sorghum Grain Quality Session 5 - Laboratory methods to evaluate Food Quality. ICRISAT. Patancheru. Ap. Índia. p. 294-311.
- CUMMINS, D.G. Relationships between tannin content and forage digestibility in sorghum. *Agron. J.*, 63:500, 1971.
- HART, L. H., FISHER, H. J. 1971. *Análisis moderno de los alimentos*. p. 123.
- HUGHES, R.J. 1973. Anormal yolk color and mottling caused by dietary tannic acid and "tannins". *Poult. Sci.*, 52:1784-1786.
- MAXSON, E. D., ROONEY, L. W. 1972. Evaluation of methods for tannin analysis in sorghum grain. *Cereal Chemistry*. 49:719-729.
- MSTAT. Development Team. *MSTAT-C*. 1989. A software program for the desing managment, and analysis of agronomic research experiments. Michigan State University.
- MULLER, H.G., TOBIN, G. 1991. *Nutrición y ciencia de los alimentos*. p.137-142, 321.
- ROSTAGNO, H. S., FEATHERSTON, W.R., ROGLER, J.C. 1973a. Studies on the nutritional value of sorghum grains with varying tannin contents for chicks. Growth studies. *Poult. Sci.*, 52:765-772.
- SCHANG, M. J., AZCONA, J. O., BURRAS, F. et al. 1991. Prediction of true metabolizable energy and bioavailable amino acids of sorghum with variable tannin. Experimental Agropecuária. *Poult. Sci.*, 70:1-188. supplement I.
- TIPTON, J. W., FLOYD, E. H., MARSHALL, J. G. et al. 1970. Resistance of certain grain sorghum hybrids to bird damage in Lousiana. *Agron. J.*, 62:211.

Recebido em: 17/01/98

Aceito em: 05/11/98