**SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO MILHO
PELO SORGO EM RAÇÕES
PARA EQUINOS**

HERMANTINA MARIA DE ALMEIDA WHITAKER

Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. ROBERTO THOMAZ LOSITO DE CARVALHO

Dissertação apresentada à
Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz", da Uni-
versidade de São Paulo, para
obtenção do título de Mestre em
Agronomia, Área de Concen-
tração: CIÊNCIA Animal e Pas-
tagens.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro de 1993

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCLQ/USP

Whitaker, Hermantina Maria de Almeida

Substituição parcial do milho pelo sorgo em rações
para equinos.

58p.

Diss. (Mestre) - ESALQ

Bibliografia.

1. Equino - Nutrição 2. Milho para equino - Substi-
tuição 3. Ração para equino 4. Sorgo para equino

I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. P1
r4c1c4b6

**SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO MILHO PELO SORGO
EM RAÇÕES PARA EQUINOS**

Hermantina M. da Almeida Whitaker

Aprovada em: 10.03.93

Comissão Julgadora:

Dr. Airton Manzano

EMBRAPA-UEPAE

Prof. Dr. Roberto T. Losito de Carvalho

ESALQ/USP

Prof. Dr. Cyro Fulvio Zinsly

ESALQ/USP

Prof. Dr. Roberto T. Losito de Carvalho
Orientador

HOMENAGEM

À meus pais

HÉLIO ("in memorian") e ISMÊNIA ("in memorian")
e minha irmã HELIANA ("in memorian")

por me ensinarem os bons valores da vida.

DEDICO

À minha irmã HELOISA,
meu cunhado ARI e
meus sobrinhos RODRIGO, TATIANA
e VINÍCIUS, uma das razões
d'eu viver e pelo estímulo
constante...

AGRADECIMENTOS

Ao grande mestre e orientador-amigo Dr. Roberto T. Losito de Carvalho, pelo apoio e orientação.

Aos senhores Serafim Meneghel e Luiz Meneghel Neto, proprietários do Haras 3M, que possibilitaram a realização deste trabalho e pelo constante auxílio às pesquisas.

Ao senhor Leo Nelson Grellet, UBERABA Agropastoril Ltda., pela doação de parte do sorgo.

Aos senhores Idílio da Cruz Inácio e Mário F. Inácio, proprietários do Haras Luso, pelo apoio na realização das rações experimentais.

À Suprovitam, pela doação do concentrado proteico.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

À Profª Maria Aparecida Valério da FFALM e Ana Maria Amaral, IEA, pela ajuda na análise estatística.

Aos professores do Departamento de Zootecnia dos Não Ruminantes da ESALQ/USP pela amizade, valiosa ajuda e sugestões.

Aos funcionários do Laboratório de Bromatologia da ESALQ/USP, pelo auxílio nas análises das rações experimentais.

Aos amigos do curso de Mestrado, Lila, Alda, Sandra, Almiro, Pepeu, Sergio, Renata, Ciça, Alexandra, Ignez, Francis, Carioca e Ana, pelo companheirismo nas horas boas e ruins.

Aos professores do Departamento de Zootecnia e amigos da FFALM, pelo estímulo.

Às minhas melhores amigas Zenaide, Bel, Alda, Con e Regina, por existirem simplesmente e que me ajudaram a caminhar... "pra frente"!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	viii
SUMMARY	ix
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1. Composição química bromatológica	03
2.2. Valor nutritivo do sorgo e milho	05
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. Local	17
3.2. Animais	17
3.3. Tratamentos	18
3.4. Delineamento experimental	19
3.5. Fases experimentais	20
3.5.1. Período pré-experimental	21
3.5.2. Período experimental I	22
3.5.3. Período experimental II	24
3.6. Rações experimentais	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1. Considerações gerais	29
4.2. Desempenho dos animais	30
4.3. Digestibilidade das rações experimentais	38
5. CONCLUSÕES	46

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
7. APÊNDICE	56

SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO MILHO PELO SORGO EM RAÇÕES PARA EQUINOS

Autora: Hermantina M. de A. Whitaker

Orientador: Prof. Dr. Roberto T.L. de Carvalho

RESUMO

Objetivou-se estudar a substituição parcial do milho pelo sorgo, em rações para equinos em crescimento. As rações testadas A e B continham 0 e 59% de substituição do milho (grão) pelo sorgo granífero, respectivamente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, no esquema de parcelas subdivididas, onde as rações foram sorteadas nas parcelas. Na primeira fase do experimento, os 10 potros utilizados foram avaliados quanto ao peso vivo, perímetro torácico e altura; na segunda fase foi determinado o coeficiente de digestibilidade das rações. Não houve diferença significativa ($P > 0,01$) quanto ao desempenho dos animais e digestibilidade dos nutrientes das rações experimentais. Conclui-se que, o sorgo pode substituir o milho como fonte energética no arraçãoamento de equinos em crescimento.

PARTIAL REPLACEMENT OF MAIZE BY SORGHUM
AT RATIONS FOR HORSES

Author: Hermantina M. de A. Whitaker
Adviser: Prof. Dr. Roberto T.L. de Carvalho

SUMMARY

This study had as its objective to evaluate the partial replacement of maize by sorghum, at growing horses rations. The evaluated rations A and B contained 0 and 59% of replacement of maize by grain sorghum, respectively. The experimental design was a complete randomized factorial design, with split plot whereas each plot was represented by one ration. At the first experimental period, twelve foals were evaluated about live weight, wither height, heart girth, cinnamon circumference and knee circumference; at the second period was determined the rations digestibility coefficient. The horses didn't show significant difference ($P > 0.01$) at the animal performance. Also, there wasn't difference ($P > 0.01$) between the nutrient digestibility of experimental rations. This study showed that sorghum can replace maize, used energetical source for growing horses feeding.

1. INTRODUÇÃO

A enorme e crescente utilização do milho na alimentação animal, tem gerado uma concorrência para a utilização na alimentação humana. Este cereal freqüentemente tem sua produção e comercialização influenciadas pela política econômica do governo, estando sujeito às variações em função da disponibilidade e/ou economicidade.

Pesquisas têm sido desenvolvidas no sentido de viabilizar técnica e economicamente substitutos do milho na formulação de rações animais. Dentre os alimentos pesquisados, o sorgo constitui uma das opções que as indústrias de rações e/ou produtores dispõem para utilizar na alimentação animal.

Os grãos de sorgo apresentam características nutritivas muito semelhantes às do milho, embora ligeiramente inferior em valor energético e um pouco mais rico em valor proteico. Ao contrário do milho, o sorgo pode ser cultivado em solos de baixa fertilidade e secos, tornando-se mais vantajoso o seu preço e, assim, mais econômica a sua utilização nas rações. Entretanto, algumas cultivares

desenvolvidas para resistir ao ataque de pássaros em condições de campo, possuem elevado teor de tanino nos grãos, o que reduz sua digestibilidade.

Os vários trabalhos conduzidos com sorgo na alimentação animal referem-se predominantemente, à suínos, aves e ruminantes, o que justifica a necessidade de pesquisas adicionais relacionadas à espécie equina.

Este trabalho tem por objetivo avaliar a substituição parcial do milho pelo sorgo em rações para equinos em crescimento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Composição química bromatológica

O sorgo tem características nutritivas muito semelhantes às do milho, embora ligeiramente inferior em valor energético e um pouco mais rico em valor proteico. Por outro lado, o milho contém mais óleo e níveis superiores de aminoácidos essenciais. Comparativamente, o sorgo apresenta 90% do valor nutritivo do milho (ROSTAGNO, 1977; ROONEY, 1978; VARGAS & MURILLO, 1978).

Segundo FIALHO & RUTZ (1985) no sorgo a fibra bruta, geralmente, não alcança nível superior a 3%, sendo também deficiente em extrato etéreo. Todavia, é rico em extrativos não nitrogenados, em torno de 70%. Os minerais cálcio e fósforo encontram-se em teores baixos. A composição química do sorgo é mostrada na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química proximal e valores energéticos do sorgo e do milho em rações para suínos.

Nutrientes	Milho	Sorgo	Sorgo
		baixo tanino ¹	alto tanino ²
Umidade, %	12,69	13,45	13,37
Proteína bruta, %	8,20	8,55	7,98
Proteína digest., %	7,51	6,80	5,58
Extrato etéreo, %	3,56	2,03	1,77
Fibra bruta, %	2,40	2,26	2,61
Mistura mineral, %	1,19	1,60	1,71
Cálcio, %	0,02	0,04	0,04
Fósforo, %	0,26	0,25	0,25
Energia digest., Kcal/kg	3460	3356	3092
Energia metab., Kcal/kg	3393	3291	2986
Lisina, %	0,25	0,27	0,25
Metionina + cistina, %	0,30	0,29	0,22
Triptofano, %	0,04	0,09	0,17
Treonina, %	0,31	0,23	0,17

Fonte: FIALHO & RUTZ (1985).

¹ Tanino: 1%, variedade SBT

² Tanino: 3,5%, variedade SAT

HAIKERVAL & MATHIESON (1971) relataram que, das frações do grão de sorgo a que contém mais proteína é o germe, seguida pelo endosperma e pericarpo. A proteína predominante no grão de sorgo é a prolamina, que apresenta 83% da proteína do endosperma, seguida pela glutenina. Pelas determinações do conteúdo de aminoácidos das frações

proteicas, a prolamina é deficiente em lisina, aminoácidos sulfurados e treonina, mas dispõe de elevadas concentrações de ácido glutâmico, leucina, prolina e alanina. As albuminas e globulinas, proteínas de melhor qualidade, encontram-se em menor quantidade, ocorrendo principalmente no germe do grão de sorgo (COPELIN et al., 1978).

Deosthale et al., 1979 citados por EUCLIDES et al. (1983) analisaram 322 variedades de sorgo e encontraram níveis proteicos que variaram de 4,7 a 17,0%.

A composição química dos grãos de sorgo depende do solo onde foi cultivado, da variedade, do método analítico, da maturidade do grão e das condições climáticas existentes no momento da colheita (DAVIS & HOSENEY, 1979; NEUCERE & SUMRELL, 1980; JOSIFOVICH et al., 1985).

2.2. Valor nutritivo do sorgo e milho

Um fator a ser considerado na utilização dos grãos de sorgo na alimentação animal é o seu teor de tanino.

No pericarpo dos grãos de sorgo ocorre a presença de substâncias polifenólicas, de peso molecular variando de 50 a 3.000, denominadas taninos. Estes podem ser de duas naturezas: hidrolisáveis e condensados. Os taninos hidrolisáveis caracterizam-se pela presença de radicais do ácido gálico esterificados a uma molécula de glicose,

enquanto os condensados apresentam a polimerização do Flavan 3-4 diol, caracterizando-se pela sua resistência à hidrólise ácida. É conferida aos grãos de sorgo com predominância de taninos condensados, a responsabilidade pela inibição de algumas enzimas do sistema digestivo, diminuindo a absorção dos nutrientes através da parede intestinal (Brown, 1964 citado por EUCLIDES et al., 1977a,b; CHAVAN et al., 1979; FIALHO & RUTZ, 1985).

A interferência do tanino no metabolismo da proteína ocorre pela formação de um complexo tanino-proteína que inibe a atividade das enzimas proteolíticas, reduzindo a hidrólise da proteína. A redução da disponibilidade de alguns aminoácidos, aumenta a perda de nitrogênio fecal, implicando numa redução da digestibilidade da proteína (COUSINS et al., 1981; KONDOS & FOALE, 1983; MITARU et al., 1984a).

No metabolismo dos carboidratos o tanino reduz as atividades das enzimas β -glucosidase e α -amilase, diminuindo o metabolismo e conseqüente redução no aproveitamento energético, com menores energia digestível e energia metabolizável (NOLAND et al., 1977; SHARP et al., 1977).

O teor de tanino presente no grão de sorgo varia de 1,3 a 3,6% para alto tanino e de 0,1 a 0,7% para o sorgo com baixo tanino (CHAVAN et al., 1979; ELKIN et al., 1978; SISODIA et al., 1979; MUIND et al., 1981; MYER et al., 1986a).

Segundo Delort & Virobem, 1969 citados por CASTRO & PIRES DA COSTA (1984), a quantidade de tanino presente no grão, está diretamente correlacionada com a presença de sementes coloridas de castanho e, uma redução genética na cor castanho, resulta em menor porcentagem de tanino. Um teor elevado de tanino na semente, se por um lado diminui os prejuízos causados pelos pássaros à cultura devido ao sabor adstringente conferido, por outro, pode tornar as rações menos palatáveis e nutritivas (ROSTAGNO et al., 1973).

A cor do grão de sorgo é determinada pela pigmentação do pericarpo, tegumento e endosperma (SHARP et al., 1977). A cor amarela apresenta baixo teor de tanino e a marrom, alto teor em tanino. É conferido ao grão de sorgo amarelo valores superiores de digestibilidade da matéria seca, energia e proteína (NOLAND et al., 1977; ALMOND et al., 1979; NOLAND et al., 1981; KIRB et al., 1983).

Comparando o valor nutritivo de variedades de sorgo rico em tanino (BR-64) e pobre em tanino (E-57) na alimentação de novilhos, HEMBRY & REYNOLDS (1974) verificaram que as digestibilidades da energia e proteína para as variedades BR-64 e E-57 foram, respectivamente, 37,6 e 12,8%; 67,3 e 43,2%.

Estudo sobre digestão do amido em carneiros alimentados com ração com diferentes variedades de sorgo granífero, foi realizado por EUCLIDES et al. (1977b) na Universidade Federal de Viçosa. As seis variedades estudadas

continham diferentes níveis de tanino e foram colocadas ao nível de 80% na ração visando obter alta ingestão de amido. Algumas variedades apresentaram elevado coeficiente de digestibilidade do amido, parte do qual foi digerido no intestino, resultando em boa absorção de glicose (Tabela 2).

Tabela 2. Digestão total de amido de variedades de sorgo granífero, contribuição do intestino delgado na digestão e absorção de glicose pelos ovinos.

Sorgo	Tanino (%)	Amido ingerido (g/an/dia)	Digest. (%)		Absorção glicose (g/kg ^{0,75} /dia)
			Total	Int.delg.	
BR-64	2,32	474,7	70,3	11,6	0,3
NK Savana-4	1,97	479,9	85,5	14,8	3,5
Contibrasil-101	1,74	489,2	87,7	20,7	5,1
Tey-101	0,56	505,0	92,4	17,1	4,6
NK-41-32	0,50	501,6	94,1	21,9	6,0
E-57	0,44	550,4	93,9	14,9	4,4

Fonte: EUCLIDES et al . (1977a,b).

A presença de compostos polifenólicos encontrados em sorgos de grãos marrom escuro é importante na nutrição de monogástricos, em especial aves, exercendo efeito detrimental no crescimento e produção. Os efeitos do tanino não são observados com a mesma intensidade na nutrição de ruminantes (RIBAS & ZAGO, 1986).

ROSTAGNO et al. (1973) pesquisaram o valor nutritivo de sorgos com diferentes níveis de tanino. As aves que receberam rações com alto teor em tanino (BR-64) apresentaram menor ganho de peso e pior conversão alimentar, que as aves alimentadas com sorgo RS-610 (baixo tanino) e NK-300 (teor intermediário de tanino). O sorgo NK-300 mostrou uma menor performance do que o RS-610 (Tabela 3).

Tabela 3. Efeitos do nível de tanino sobre o ganho de peso e conversão alimentar.

Sorgo	Tanino equivalente sorgo	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar
RS-610	0,37	202,2 a	1,90 a
NK-300	0,66	146,3 b	2,45 bc
BR-64	1,57	112,9 c	2,81 c

Fonte: ROSTAGNO et al. (1973)

A performance dos suínos e a digestibilidade dos nutrientes das rações experimentais BSM (sorgo alto tanino, semente marrom) e YSM (sorgo baixo tanino, semente amarela) foram avaliadas por NOLAND et al. (1981), que encontraram valores mais baixos de eficiência alimentar e ganho diário de peso, pior conversão alimentar e menor

digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e energia bruta para a ração BSM.

Visando solucionar o problema do menor valor nutritivo do sorgo com alto tanino, Rostagno & Garriz, 1974 citados por ROSTAGNO (1977), forneceram a pintos rações contendo sorgos com alto e baixo tanino, suplementadas com metionina ou proteína (Tabela 4). Mediante a adição de metionina ou proteína ao sorgo com alto tanino é possível obter desempenho semelhante, comparativo ao sorgo de baixo tanino, embora a conversão alimentar seja mais alta com o sorgo de alto tanino.

Tabela 4. Nível de tanino em sorgo, suplementação de metionina e proteína.

Sorgo	Ganho de peso	Conversão alimentar
Baixo tanino (BT)	112,6 b	2,42 bc
Alto tanino (AT)	59,2 c	3,74 a
BT + 0,11% metionina	151,3 a	2,04 d
AT + 0,11% metionina	154,6 a	2,38 bc
BT + proteína	153,8 a	2,13 cd
AT + proteína	134,8 a	2,40 b

Fonte: Rostagno & Garriz, citados por ROSTAGNO (1977).

O efeito do hidroxí análogo de metionina (MHA) sobre a utilização de energia em novilhos alimentados com dieta de sorgo em grão, resistente à pássaros, foi estudado por BROMMELSIEK et al. (1979), que observaram aumento da utilização de energia, nutrientes digestíveis totais, energia metabolizável e balanço do nitrogênio.

LUIS et al. (1982) avaliando dietas à base de milho e sorgo com diferentes níveis de tanino, relataram que os frangos atingiam ganho de peso mais elevado e melhor eficiência alimentar somente quando ocorria a suplementação de metionina e lisina para a dieta contendo alto teor de tanino. As rações com sorgo baixo tanino e com milho mostraram diferenças não significativas para ganho de peso e eficiência alimentar.

Várias técnicas de processamento têm sido utilizadas para reduzir o efeito do tanino do sorgo: armazenamento anaeróbico com alta umidade (WALKER & LICHETEN-WALNER, 1977; MYER et al., 1986b; TEETER et al., 1986); utilização de ácido acético e propiônico (KNABE & TANKSLEY, 1982; MITARU et al., 1984b); tratamento alcalino com hidróxido de sódio (CHAVAN et al., 1979; BERGER et al., 1981; MUIND et al., 1981; sorgo floculado à vapor (RAHNEMA et al., 1987).

O processamento dos grãos de sorgo melhorando a sua utilização é resultado da alteração física na estrutura da semente, havendo uma solubilização da hemicelulose,

principal porção do tegumento da semente, e acarretando um endosperma mais mole; com isto aumentando a suscetibilidade da fração de amido pelo ataque enzimático ou microbiano (WALKER & LICHTENWALNER, 1977; BERGER et al., 1981).

Na sua composição química, o sorgo apresenta conteúdo reduzido de caroteno (pró-vitamina A) e xantofila quando comparado com o milho. ROSTAGNO (1977) relatou que tem-se alcançado um notável incremento de caroteno e xantofila mediante a seleção genética de novas variedades de sorgo de endosperma amarelo (Tabela 5).

Tabela 5. Conteúdo de caroteno e xantofila do sorgo e do milho.

	Sorgo vermelho	Sorgo endosperma amarelo	Milho
Caroteno (ppm)	0,2	1,3	1,8
Xantofila(ppm)	1,1	7,0	19,0

Fonte: ROSTAGNO (1977).

Nas aves os pigmentos xantofílicos causam uma coloração amarelo-alaranjada na pele dos frangos e na gema do ovo. Esta pigmentação é preferida pelo consumidor, embora estes pigmentos não possuam valor nutritivo. Quando se deseja substituir o milho pelo sorgo em rações de acabamento para

frangos de corte e poedeiras, é necessário aumentar a quantidade de xantofila, incorporando farinha de alfafa desidratada, farelo de glúten de milho ou fontes artificiais de pigmentos à ração (ROSTAGNO, 1977; SYED ALI & YEONG, 1977).

ALBINO et al. (1982) constataram que, quando se deseja usar níveis de sorgo acima de 60% de substituição do milho, deve-se aumentar o conteúdo de pigmentos xantofilicos nas rações para frangos de corte.

GONTIJO (1975) avaliou a substituição de 0, 25, 50, 75 e 100% do milho pelo sorgo em rações para suínos nas fases de crescimento e acabamento, observando que o ganho de peso e consumo de ração foram semelhantes em ambas as fases, entre os animais submetidos às diversas dietas. Entretanto, houve uma tendência de redução na eficiência alimentar à medida que aumentava o sorgo nas rações. Para as fases de crescimento e acabamento atribui-se ao sorgo um valor relativo ao milho de 90 e 95%, respectivamente. Na fase de acabamento, a substituição parcial ou total do milho pelo sorgo não afetou a espessura do toucinho, o comprimento e o rendimento da carcaça. A suplementação de lisina melhorou a eficiência alimentar e o ganho de peso.

CUNHA et al. (1975) constataram que a panícula do sorgo granífero substitui com igualdade a espiga de milho quando se consideram ganhos de peso e eficiência alimentar em bezerros. Do ponto de vista econômico, eles encontraram

vantagem de 22% para a ração contendo sorgo. A análise bromatológica da espiga de milho e panícula de sorgo é mostrada na Tabela 6.

Tabela 6. Composição química bromatológica¹.

	MS	PB	FB	EE	MM	ENN
Espiga de milho ²	88,55	8,65	11,53	4,36	1,61	73,85
Panícula de sorgo	88,05	8,73	9,57	2,52	2,86	76,32

Fonte: CUNHA et al. (1975) adaptado.

¹ Dados em porcentagem de matéria seca.

² Grão, palha e sabugo.

Um outro estudo conduzido por CUNHA & SILVA (1977) utilizando grãos de sorgo e de milho com adição de algas marinhas na alimentação de novilhos de corte, observaram que o sorgo pode substituir totalmente o milho sem afetar o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar dos animais, apresentando como fator favorável a economicidade.

Uma comparação entre o valor alimentar do sorgo e milho foi realizada por HEW (1977) com valores de substituição variando de 0 a 71%. Os resultados mostraram que o sorgo promoveu melhor performance dos suínos durante as

primeiras semanas, provavelmente devido ao maior conteúdo de proteína bruta e o mais baixo teor em tanino e que, diferenças não significativas ocorreram quando os leitões atingiram 40 a 50 kg de peso vivo.

Uma pesquisa sobre a substituição do milho pelo sorgo foi realizada por FANELLI (1979) nas proporções de 0, 25, 50, 75 e 100%, no arraçoamento de coelhos em crescimento. Os níveis utilizados não afetaram o desempenho dos animais referentes ao ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Estes resultados concordam com os relatados por CONALGO et al. (1978), os quais verificaram que a substituição do milho pelo sorgo (0, 50 e 100%) não afetou a performance na criação de coelhos, embora a utilização total do milho apresentasse resultados ligeiramente melhores que a nível de 50%.

HULAN & PROUDFOOT (1982) estudando o valor nutritivo do sorgo com baixo tanino para frangos de corte, encontraram valores superiores de proteína bruta, cálcio, fósforo, magnésio, matéria mineral e energia metabolizável; mas, teores mais baixos de fibra bruta e total de lipídios que o milho. A inclusão de 45% no início da dieta (até 21 dias de idade) para 58% no final (22 a 42 dias) apresentou efeito não significativo sobre a mortalidade, peso vivo, conversão alimentar e rendimento de carcaça.

Com a finalidade de verificar a possibilidade da substituição do milho (*Zea mays* L.) por sorgo (*Sorghum*

bicolor L. Moench.) nas rações inicial, de crescimento e engorda de suínos, SANTOS et al. (1982) estudaram as variedades de sorgo que apresentaram 0,29 e 0,22% de ácido tânico, nos níveis de 50 e 100%. Pelos resultados obtidos, os autores concluíram que o milho pode ser totalmente substituído pelo sorgo sem afetar o ganho diário de peso e conversão alimentar.

CASTRO & PIRES DA COSTA (1984) efetuaram um ensaio com galinhas poedeiras Leghorn em que o milho da ração basal foi substituído pelo sorgo nos níveis de 50, 75 e 100%; a produtividade das aves não foi afetada significativamente quanto à porcentagem de postura, peso médio do ovo e conversão alimentar. No entanto, SYED ALI & YEONG (1977) verificaram que o valor nutritivo do sorgo é similar ao do milho como fonte de carboidratos, mas, até o nível de 60% da ração para não afetar a produção e a qualidade dos ovos. As diferenças entre autores ocorreram devido às diferentes fontes e variedades de sorgo em grão utilizadas, que poderiam conter variação no teor de tanino.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local

A fase de campo do presente estudo foi conduzida no Haras 3M, de propriedade do Sr. Serafim Meneghel, localizado à 10 Km do município de Bandeirantes, região norte do estado do Paraná.

Dados da Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel", em Bandeirantes, registram uma altitude de 440 metros, 23°6' de latitude sul e 50°21' de longitude oeste de Greenwich. Apresenta temperatura média anual de 21,7°C e precipitação de 1456 mm ao ano, em média. O solo caracteriza-se por Latossolo Roxo Eutrófico.

3.2. Animais

Foram utilizados dez equinos em crescimento, da raça Quarto de Milha, sendo cinco puros e cinco mestiços (3/4 de sangue).

Os animais, quatro machos e seis fêmeas, apresentavam no início do experimento peso médio de 270,00 kg com idade média de 11,5 meses.

Para maior facilidade de manejo no arração diário, os potros e as potras foram identificados numericamente com uma cinta de couro no pescoço contendo uma placa de alumínio numerada.

3.3. Tratamentos

Os tratamentos utilizados constituíram-se de duas rações experimentais, sendo RA sem sorgo e RB com sorgo. As rações eram isoproteicas e isocalóricas. Os ingredientes das dietas, fornecidos em uma única partida, foram doados por empresas ou adquiridos comercialmente pelo Haras 3M.

As rações foram produzidas quinzenalmente no Haras Luso, utilizando-se de moinho de martelo com peneira de 8 mm para triturar o rolão de milho (MDPS) e peneira de 5 mm para os grãos de sorgo e milho (quirera). Posteriormente, todos os ingredientes das rações passavam por um misturador vertical de 500 kg de capacidade.

Todas as vezes em que as rações eram preparadas, amostras simples de cada saco eram retiradas e após homogeneizadas, obtinha-se uma amostra composta. Posteriormente, estas amostras foram analisadas quanto à

composição química bromatológica, na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba, SP.

3.4. Delineamento experimental

Para os parâmetros de performance utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, no esquema de parcelas subdivididas no tempo, sendo as rações sorteadas nas parcelas, onde foram testadas.

As médias foram comparadas pelo teste F de G.W. Snedecor, a nível de 1% de probabilidade (PIMENTEL GOMES, 1984).

A análise de variância seguiu o seguinte esquema (Tabela 7).

Tabela 7. Fontes de variação da análise de variância.

Fontes de Variação	Graus de liberdade
Rações	1
Resíduo (a)	8
Parcelas	9
Períodos	5
Ração x Período	5
Resíduo (b)	40
Sub-parcelas (total)	59

Para o parâmetro de digestibilidade, utilizou-se o teste "t" para a comparação das médias, onde: $t = (D)/S_D$ com $n-1$ graus de liberdade. Sendo $D = (\Sigma D)/5$ (diferença de média entre RA e RB); $S_D = \sqrt{(\Sigma d^2)/(n-1)/(n)}$ (erro padrão da diferença média).

3.5. Fases experimentais

O experimento foi conduzido em três períodos denominados de pré-experimental, experimental I e experimental II; com início em 01/10/1987 e término em 14/02/1988.

3.5.1. Período pré-experimental

O período pré-experimental, com duração de 15 dias, foi o de adaptação às rações experimentais para evitar transtornos digestivos ou que o animal recusasse comer.

Nesta fase procurou-se manter a quantidade de 4,00 kg de ração diária por animal distribuída em duas refeições, manejo este que o Haras adotava sem considerar o consumo individual em função do peso vivo.

A ração experimental foi gradativamente adicionada à original iniciando com 0,500 kg por dia até atingir a substituição total com 4,00 kg de ração diária por animal.

Os animais, neste período, foram vermifugados. Diariamente, após o fornecimento das dietas, era observado se haviam sobras nos comedouros, como um indicativo auxiliar da palatabilidade das rações. Observou-se em alguns potros alimentados com a ração baseada em sorgo, que eles deixavam restos por um período de 2 a 3 dias.

Ao final do período pré-experimental, os animais foram pesados após um jejum de 15 horas. Os pesos e as identificações dos animais são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Identificação por tratamento e peso dos animais.

Número do animal	Data do nascimento	Sexo	Tratamento	Peso (kg)
1	14/08/86	macho	RA	325,00
2	21/08/86	fêmea	RA	292,00
3	20/10/86	macho	RB	289,00
4	06/11/86	fêmea	RB	266,00
5	20/12/86	macho	RA	261,00
6	15/08/86	fêmea	RA	294,00
7	16/09/86	fêmea	RB	242,00
8	29/09/86	fêmea	RB	266,00
9	29/09/86	fêmea	RA	238,00
10	27/11/86	macho	RB	243,00

3.5.2. Período experimental I

Na fase experimental I iniciou-se o estudo para avaliar a viabilidade da substituição do milho pelo sorgo na dieta animal, abrangendo o período de 16/10/1987 a 29/01/1988.

Os animais ficavam agrupados em piquete com pastagem de estrela (*Cynodon plectostachyus*), sendo recolhidos em baias individuais duas vezes ao dia para o fornecimento das dietas experimentais, às 8:00 e às 13:00 horas. Após se alimentarem retornavam ao piquete, que possuía

disponibilidade de água à vontade e, às 17:00 horas recebiam uma suplementação de feno de alfafa (*Medicago sativa* L.).

Foram coletados os dados de performance dos animais através dos parâmetros de peso, altura, perímetro torácico, diâmetro do joelho e diâmetro da canela. A pesagem e as mensurações corporais eram realizadas a cada 15 dias. Para obter-se o peso, os animais permaneciam em jejum de 15 horas a considerar da última refeição do dia anterior, às 17:00 horas, até o final da pesagem, às 9:00 horas.

Os animais após a primeira refeição diária nas baias, eram cabresteados e fazia-se a higiene diária, objetivando proporcionar maior docilidade para o adestramento e uma melhoria na pelagem.

Diariamente, os potros e as potrancas eram apreciados visualmente observando-se a condição de alerta, a elasticidade da pele, a qualidade da pelagem e a cor das mucosas, como método auxiliar para a avaliação do estado nutricional.

O consumo individual da ração experimental de 1,5% do peso vivo (PV) era ajustado quinzenalmente em função das pesagens dos animais. O mesmo procedimento adotou-se com o fornecimento do feno de alfafa, considerando-se, porém, 1,0% do PV do animal.

3.5.3. Período experimental II

O período experimental II, entre 30/01 a 14/02/1988, foi realizado para avaliar a digestibilidade das rações experimentais.

Os animais foram confinados individualmente em baias de 4x4 metros, com piso de cimento sem cama.

Durante sete dias considerou-se o período de adaptação às novas condições de manejo das instalações e ajustes nas quantidades de ração e feno fornecidos aos animais.

O consumo diário total por animal foi de 2,5% do peso vivo, sendo 1,5% PV na forma de concentrado e 1,0% PV de volumoso. As dietas experimentais eram distribuídas duas vezes ao dia, às 8:00 e 13:00 horas e o feno de alfafa às 18:00 horas.

No período de 7 a 14 de fevereiro foi feita a coleta total de fezes como método convencional para a determinação da digestibilidade dos nutrientes das rações.

As fezes eram coletadas durante 24 horas e pesadas no dia seguinte ao início do ensaio até o final, sempre às 8:00 horas. Amostras simples eram retiradas e armazenadas em freezer e posteriormente analisadas quanto à composição química bromatológica na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba, SP.

Os alimentos e as fezes foram analisadas bromatologicamente segundo os métodos recomendados pela AOAC (1965).

Os cálculos para determinação do coeficiente de digestibilidade dos nutrientes das rações experimentais foram feitos de acordo com ZINSKY (1972).

3.6. Rações experimentais

A composição bromatológica dos alimentos utilizados no arraçãoamento das fases experimentais II e III pode ser observada na Tabela 9.

Na Tabela 10 são apresentados os valores bromatológicos (Fase II) e percentuais da composição das rações experimentais.

A composição química das rações utilizadas durante o ensaio de digestibilidade é mostrada na Tabela 11.

Tabela 9. Composição química dos alimentos e concentrado utilizado no arração nas fases experimentais II e III (1).

	MS	PB	FB	EE	MM	ENN	FDA
Sorgo (2)	89,94	10,77	2,21	2,85	1,64	72,47	-
Milho (grão)	91,01	9,66	2,11	4,23	1,54	82,46	5,34
Milho (MDPS)	92,59	7,60	10,43	3,89	1,77	76,31	15,10
Conc. protéico	88,00	35,00	10,00	2,00	30,00	11,00	-
Farelo de soja	90,49	45,00	5,72	0,32	6,15	28,37	-
Feno de alfafa	89,21	17,56	31,92	3,58	7,72	39,22	38,36

(1) Dados em 100% de matéria seca.

(2) Tanino = 0,24%.

Tabela 10. Composição química bromatológica (1) e percentual das rações experimentais.

Constituintes (%)	Ração A	Ração B
Matéria seca	92,84	92,82
Proteína bruta	17,64	17,10
Fibra bruta	7,46	7,22
Extrato etéreo	3,48	3,10
Mat. mineral	8,55	9,62
Ext. não nitrogenado	62,86	62,96
Fibra det. ácido	11,52	11,20
Ingredientes (%)		
Rolão de milho	40,42	41,83
Milho (grão)	30,00	-
Sorgo (grão)	-	30,00
Farelo de soja	10,69	9,31
Concentrado protéico	15,00	15,00
Carbonato de cálcio	0,895	0,873
Fosfato bicálcico	3,00	2,994

(1) Dados em 100% de matéria seca. Média de 7 amostras (Fase II).

Tabela 11. Composição bromatológica do feno de alfafa e concentrados das dietas experimentais (1).

	MS	PB	FB	EE	MM	ENN	FDA
Ração A (2)	89,42	16,44	7,16	3,52	8,57	64,31	10,17
Ração B (3)	89,14	16,69	6,71	3,33	8,32	64,98	11,87

(1) Dados em 100% de matéria seca - Fase III.

(2) Milho.

(3) Sorgo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Considerações gerais

Comparando com a literatura e observando-se a Tabela 9, notamos que a composição bromatológica do milho e do sorgo é bastante semelhante. O sorgo apresenta um pouco mais de proteína bruta, sendo deficiente em extrato etéreo. O teor de tanino, que pode ser um fator limitante na alimentação de monogástrico, apresentou um valor de 0,24%, considerado baixo; desta forma não afetando o valor nutritivo da ração (ração B).

Neste trabalho, também foram feitas as medições a cada 15 dias do perímetro do joelho e perímetro da canela. Estas variáveis não foram analisadas estatisticamente em função da distribuição dos dados. Estes parâmetros para verificar o desempenho do animal pouco se alteram (MOISE & WYSOCKI, 1981) em período curto de avaliação, não sendo possível a análise mesmo se considerarmos o ganho, pois o

número zero é elevado ou para os dados originais, que são muito repetitivos.

Os dados de perímetro do joelho e perímetro da canela constam do apêndice. Observando-se os resultados, sugerimos que o perímetro do joelho e o perímetro da canela não diferiram quanto às rações utilizadas neste trabalho.

4.2. Desempenho dos animais

Na fase experimental II, foi observado o desempenho dos animais através dos parâmetros peso vivo, perímetro torácico e altura.

Os animais utilizados no experimento apresentaram idade média inicial de 11,5 meses e final de 15 meses, estando na fase de crescimento acelerado.

HINTZ et al. (1979) observaram que os potros atingiram aos 6, 12 e 18 meses de idade o peso e a altura de adulto com 46, 67 e 80%; 83, 90 e 95%, respectivamente. SANTOS (1989) verificou que com 6, 12 e 18 meses de idade, os potros atingiam cerca de 73,5, 83 e 89% do perímetro torácico da idade de adulto.

A avaliação do crescimento através da variação do tamanho corporal (peso, altura, perímetro torácico, circunferência da canela e circunferência do joelho) por unidade de tempo, fornece valores que podem ser usados para

comparar efeitos dos tratamentos ou descrever a taxa de crescimento dos animais que resultam na produção de curvas de crescimento (MOISE & WY SOCK, 1981; REZENDE et al., 1986; OTT & ASQUITH, 1989).

Na Tabela 12 pode ser observado o peso vivo dos potros e potrancas. Foram feitas sete pesagens a intervalo de quinze dias, denominadas de período.

Estatisticamente, trabalhou-se com ganho de peso entre um período e o outro. Na Tabela 13 é mostrada a análise de variância para a variável peso.

Tabela 12. Peso vivo dos animais (kg) (1).

	Animais				
	1	2	5	6	9
Ração A	330	299	277	298	241
	334	311	283	308	247
	341	323	296	311	257
	346	337	305	321	271
	356	341	318	327	285
	363	355	324	340	296
	378	371	338	352	305
	3	4	7	8	10
Ração B	300	267	245	269	254
	306	281	256	276	267
	320	291	259	286	274
	327	297	273	297	283
	339	300	288	308	298
	350	314	300	315	302
	360	326	305	329	311

(1) Pesagem a cada 15 dias.

Tabela 13. Análise de variância para ganho de peso.

Causas de Variação	GL	SQD	QM	F
Raças (R)	1	0,1500	0,1500	0,0207ns
Res. (a)	8	57,9333	7,2417	
(Parcelas)	9	58,0833		
Períodos (P)	5	50,4833	10,0967	0,6390ns
R x P	5	53,9500	10,7900	0,6828ns
Res. (b)	40	632,0667	15,8017	
Subparcelas	59	794,5833		

O teste F não indicou diferença significativa entre as duas raças, para ganho de peso, a nível de 1% de significância.

Na Tabela 14 podem ser observados os dados de mensuração do perímetro torácico dos animais. Os resultados (em ganho) da análise de variância estão na Tabela 15.

Tabela 14. Perímetro torácico dos animais (cm) (1).

	Animais				
	1	2	5	6	9
Ração A	159	156	149	154	142
	162	156	152	156	144
	162	158	154	158	146
	164	160	156	159	152
	165	162	157	161	152
	166	163	161	162	154
	169	168	162	165	158
	3	4	7	8	10
Ração B	151	152	148	149	145
	154	153	149	151	145
	154	157	152	152	147
	156	160	153	156	150
	158	160	154	157	152
	159	161	158	160	153
	164	164	158	160	156

(1) Medição a cada 15 dias.

Tabela 15. Análise de variância para o perímetro torácico.

Causas de Variação	GL	SQD	QM	F
Raças (R)	1	0,5042	0,5042	0,9681ns
Res. (a)	8	4,1666	0,5208	
(Parcelas)	9	4,6708		
Períodos (P)	5	17,9375	3,5875	1,7282ns
R x P	5	5,5708	1,1142	0,5367ns
Res. (b)	40	83,0384	2,0758	
Subparcelas	59	111,2125		

Os resultados apresentados na Tabela 15 indicam que não houve diferença significativa entre as raças, ao nível de 1% de probabilidade, para o perímetro torácico dos animais.

As medições quanto à altura na cernelha dos animais podem ser verificadas na Tabela 16.

Tabela 16. Altura dos animais (cm) (1).

	Animais				
	1	2	5	6	9
Ração A	140	140	130	135	132
	142	142	130	136	135
	144	142	131	137	135
	144	142	133	139	136
	145	142	133	139	136
	145	143	133	140	137
	145	144	134	142	140
	3	4	7	8	10
Ração B	135	134	134	132	130
	142	134	137	134	132
	143	135	137	136	134
	143	135	138	136	134
	143	135	140	136	135
	145	136	140	138	137
	146	139	142	138	138

(1) Medida realizada a cada 15 dias.

Para a realização da análise de variância para altura, trabalhou-se com o ganho entre períodos (Tabela 17).

Tabela 17. Análise de variância para altura.

Causas de Variação	GL	SQD	QM	F
Raças (R)	1	2,4000	2,4000	4,0851ns
Res. (a)	8	4,7000	0,5875	
Períodos (Parcelas)	5 9	18,9833 7,1000	3,7967	2,5019ns
R x P	5	6,4000	1,2800	0,8435ns
Res. (b)	40	60,7000	1,5175	
Subparcelas	59	93,1833		

No que se refere à altura na cernelha, a análise mostrou diferença não significativa entre as duas raças.

Através dos parâmetros analisados estatisticamente, verificamos que não houve alteração significativa quanto ao ganho de peso, perímetro torácico e altura na cernelha, no desempenho dos animais alimentados com a ração sem a utilização do sorgo e a ração com substituição de 59% do milho pelo sorgo granífero.

Os resultados obtidos com aves (CASTRO & PIRES DA COSTA, 1984; GUALTIER & RAPACCINI, 1990), suínos (HEN, 1977; SANTOS et al., 1982; LOUIS et al., 1991), coelhos

(FANELLI, 1979) e ruminantes (JOSIFOVICH et al., 1985), confirmam também com os nossos resultados, sendo que, muitas vezes o teor de substituição do milho pelo sorgo utilizado nestas pesquisas foi superior ao deste trabalho.

4.3. Digestibilidade das rações experimentais

O consumo médio diário de feno de alfafa, na matéria original e matéria seca, pode ser observado na Tabela 18.

Na Tabela 19 pode ser observado o consumo diário das rações e a quantidade de fezes excretadas, na matéria original e na matéria seca, durante o período de coleta.

Os resultados dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes das rações com milho e com sorgo são mostrados nas Tabelas 20 e 21, respectivamente.

As análises para a comparação de médias dos coeficientes de digestibilidade são apresentadas na Tabela 22.

Tabela 18. Consumo médio diário de feno de alfafa, durante 7 dias de coleta (kg).

Número do animal	Feno de alfafa		Número do animal	Feno de alfafa	
	M.O. (1)	M.S. (2)		M.O. (1)	M.S. (2)
1	3,80	3,39	3	3,60	3,21
2	3,19	2,85	4	3,09	2,76
5	2,46	2,20	7	2,74	2,44
6	3,29	2,94	8	3,01	2,68
9	3,00	2,68	10	2,81	2,51

(1) Matéria original.

(2) Matéria seca.

Tabela 19. Consumo diário das rações e quantidades de fezes excretadas (kg).

Número do animal	Ração A		Fezes		Número do animal	Ração B		Fezes	
	M.O.	M.S.	M.O.	M.S.		M.O.	M.S.	M.O.	M.S.
1	5,67	5,07	10,17	2,69	3	5,40	4,81	7,71	2,11
2	5,56	4,97	11,97	2,77	4	4,89	4,36	10,07	2,36
5	5,07	4,53	8,50	2,24	7	4,58	4,08	8,59	2,14
6	5,28	4,72	12,17	2,91	8	4,94	4,40	8,83	2,36
9	4,58	4,10	8,74	2,18	10	4,66	4,15	8,20	2,08

Tabela 20. Coeficientes de digestibilidade da matéria seca, nutrientes e médias do tratamento A.

Número do animal	Coeficiente de digestibilidade (%)					
	MS	PB	FB	EE	ENN	FDA
1	62,20	74,82	43,06	46,67	83,88	43,96
2	64,58	68,18	38,58	39,29	81,48	35,85
5	66,72	76,11	37,26	45,83	62,76	33,08
6	62,01	69,23	30,47	33,33	80,19	24,84
9	64,85	77,19	42,61	50,00	81,30	37,24
$\bar{x}$	64,07	73,11	38,40	43,02	81,92	34,99

Tabela 21. Coeficientes de digestibilidade da matéria seca, nutrientes e médias do tratamento B.

Número do animal	Coeficiente de digestibilidade (%)					
	MS	PB	FB	EE	ENN	FDA
3	73,69	81,62	47,02	53,57	86,63	47,78
4	66,85	76,03	35,90	45,83	84,40	35,44
7	67,18	75,66	37,14	47,83	81,72	28,87
8	66,67	75,83	46,56	40,00	81,59	39,90
10	68,77	76,11	41,67	47,83	83,42	39,31
$\bar{x}$	68,63	77,05	41,66	47,01	84,39	36,86

Tabela 22. Coeficientes médios de digestibilidade, teste "F" e teste Tukey.

	Tratamentos		Teste "F"	Teste Tukey ⁽¹⁾
	RA	RB		
MS	64,07	68,63	8,2565ns	aa
PB	73,11	77,05	3,3117ns	aa
FB	38,40	41,66	1,0133ns	aa
EE	43,02	47,01	1,1666ns	aa
ENN	81,92	83,49	2,0749ns	aa
FDA	34,,99	36,86	0,1742ns	aa

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de 1% de significância.

Os resultados da tabela 22 mostram que os coeficientes de digestibilidade das rações experimentais para todos os componentes analisados, não diferem significativamente a 1%.

SAINT JUST (1989) verificou coeficientes de digestibilidade semelhantes dos nutrientes de rações contendo milho e sorgo em éguas gestantes, obtendo os valores para MS, PB, FB, EE e ENN de 52,80; 62,39; 17,57; 28,41; 67,82% e de 53,22; 62,33; 22,80; 21,33 e 68,47%, respectivamente.

Os coeficientes de digestibilidade verificados neste trabalho para MS, PB, FB, EE, ENN e FDA foram: ração A (milho), 64,07; 73,11; 38,40; 43,02; 81,92 e 34,99; ração B (sorgo), 68,63; 77,05; 41,66; 47,01; 83,49 e 36,86%. Observa-

se teores mais elevados de digestibilidade quando comparados com SAINT JUST (1989), provavelmente devido à variedade do sorgo utilizado e ao seu conteúdo em tanino e, da categoria animal de éguas em gestação.

Valores semelhantes de coeficientes de digestibilidade, para equinos, foram observados para MS e PB (TOPLIFF & FREEMAN, 1990), EE e ENN (SLADE & HINTZ, 1969) e FB (PULSE et al., 1973).

Como relatado anteriormente, os coeficientes de digestibilidade das rações A (milho) e B (sorgo) mostraram diferenças não significativas, mas, observou-se uma tendência superior com os resultados da ração baseada em sorgo.

São muitas as pesquisas citadas na literatura com o objetivo de utilizar o sorgo granífero como fonte alternativa de energia na alimentação animal e os vários fatores nutricionais, com cultivares diferentes.

A maioria destes estudos refere-se à cultivares de sorgo com elevado teor em tanino e seus efeitos nutricionais. Os resultados destes trabalhos, às vezes, são difíceis de serem comparados, devido à variabilidade encontrada na composição química das variedades de sorgo e à diversificação de métodos usados para analisar o teor de tanino. No entanto, eles sugerem que o uso de sorgo com alto tanino deve ser limitado, principalmente para monogástricos, a não ser que os grãos sejam processados através de métodos físicos ou químicos para atenuar o efeito do tanino.

Por outro lado, vários estudos foram conduzidos com a utilização de sorgos híbridos com baixo tanino, mostrando a similaridade ao milho quanto ao valor nutritivo.

5. CONCLUSÕES

Pelos resultados dos dados analisados e nas condições em que este trabalho foi conduzido, podemos concluir que o sorgo pode substituir o milho como fonte energética, ao nível de 59%, em rações para equinos em crescimento.

Considerando que:

- O desempenho dos animais quanto aos parâmetros peso vivo, perímetro torácico e altura, não foi afetado significativamente com a utilização das rações experimentais.

- Os coeficientes de digestibilidade das rações baseadas em milho e sorgo apresentaram diferenças não significativas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, L.F.T.; NERY, J.R.; SILVEIRA, J.J.N.; ARAÚJO, J.D.
de. Substituição do milho pelo sorgo sacarino em rações
pra frangos de corte. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, Viçosa,
11(4): 706-20, 1982.
- ALMOND, M.; SMITH, W.C.; SAVAGE, G.P.; LAWRENCE, T.J.L. A
comparison of two contrasting types of grain sorghum, in
the diet of the growing pig. *Animal Production*,
Liverpool, 28(3): 434, 1979.
- A.O.A.C. *Official Methods of Analysis*. 10^a ed. Washington,
Association of Official Agricultural Chemists, 1965.
957p.
- BERGER, L.L.; ANDERSON, G.D.; FAHEY, G.C. Alkali treatment
of cereal grains. I. In situ and in vitro evaluation. *J.*
Anim. Sci., Albany, 52(1): 138-43, 1981.
- BROMMELSIEK, W.A.; SHIRLEY, R.L.; BERTRAND, J.,E.; PALMER,
A.Z. Effect of methionine hydroxy analog on energy
utilization of a bird-resistant sorghum grain diet fed
steers. *J. Anim. Sci.*, Albany, 48(6): 1475-82, 1979.
- CASTRO, L.F.V. & PIRES DA COSTA. Estudo da substituição do
milho pelo sorgo em dietas de galinhas poedeiras. *Rev.*
Port. Ciênc. Veter., Lisboa, 79(472): 281-90, 1984.

CHAVAN, J.K.; KADAM, S.S.; GHONSIKAR, C.P.; SALUNKHE, D.K. Removal of tannins and improvement of in vitro protein digestibility of sorghum seeds by soaking in alkali. J. Food Sci., Logan, 44(5): 1319-21, 1979.

CONALGO, G.L.; MELLO, H.V.; CAMPOS, O.F. Substituição do milho pelo sorgo em rações de coelhos na fase de recria. Seiva, Viçosa, 85: 1-6, 1978.

COPELIN, J.L.; GASKINS, C.T.; TRIBBLE, L.F. Availability of tryptophan, lysine and threonine in sorghum for swine. J. Anim. Sci., Albany, 46(1): 133-42, 1978.

COUSINS, B.W.; TANKSLEY, T.D.; KNABE, D.A.; ZEBROWKA, T. Nutrient digestibility and performance of pigs fed sorghums varying in tannin concentration. J. Anim. Sci., Albany, 53(6): 1524-37, 1981.

CUNHA, R.G. da & JOAQUIM DA SILVA, D. Grãos de sorgo e de milho com adição de algas marinhas na alimentação de novilhos de corte. Bol. Ind. Animal, São Paulo, 34(1): 29-39, 1977.

CUNHA, P.G. da; JOAQUIM DA SILVA, D.; ROVERSO, E.A. Espiga de milho e panícula de sorgo granífero na engorda de bezerros em confinamento. Bol. Ind. Animal, São Paulo, 32(1): 23-8, 1975.

DAVIS, A.B. & HOSENEY, R.C. Grain sorghum condensed tannins. II. Preharvest changes. Cereal Chemistry, St. Paul, 56(4): 314-16, 1979.

ELKIN, R.G.; FEATHERSTON, W.R.; ROGLER, J.C. Investigations of leg abnormalities in chicks consuming high tannin sorghum grain diets. *Poultry Sci.*, Menasha, 57: 757-62, 1978.

EUCLIDES, V.P.B.; LEÃO, M.I.; ROSTAGNO, H.S.; COELHO DA SILVA, J.F. Influência do nível de tanino sobre os coeficientes de digestibilidade aparente do grão de sorgo triturado. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, 6(2): 262-72, 1977a.

EUCLIDES, V.P.B.; LEÃO, M.I.; ROSTANO, H.S.; COELHO DA SILVA, J.F. Digestão de sorgo granífero com diferentes teores tânicos, em carneiro com canula duodenal reintrante. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, Viçosa, 6(2): 273-81, 1977b.

FANELLI, S.M.L. Substituição parcial e total do milho pelo sorgo em rações de coelhos em crescimento. Jaboticabal, UNESP-FCAV, 1979. 21p. (Tese de Graduação - UNESP).

FIALHO, E.T. & RUTZ, F. Utilização de sorgo em rações para suínos. *Suinocultura Industrial*, São Paulo, 83: 39-43, 1985.

GONTIJO, U.P.M. Substituição do milho pelo sorgo e sua suplementação com lisina e metionina em rações para suínos. Viçosa, UFV, 1975. 183p. (Tese de Mestrado - UFV).

GUALTIERI, M. & RAPACCINI, S. Sorghum grain in poultry feeding. *World's Poultry Sci. J.*, Menasha, 46(3): 246-54, 1990.

- HAIKERWALL, M. & MATHIESON, A.R. The protein content and amino acid composition of sorghum grain. *Cereal Chemistry*, St. Paul, 48: 690-99, 1975.
- HEMBRY, F.G. & REYNOLDS, W.L. Digestibility of sorghum grain. *J. Anim. Sci.*, Albany, 89: 257-62, 1974.
- HEW, V.F. A comparison of the feeding value of shorghum and corn. *Malaysian Agric. J.*, Malaysian, 51(2): 167-72, 1977.
- HINTZ, H.F.; HINTZ, R.L.; VANVIECK, L.D. Growth rate of throughbreds. Effects of age of dam, year and month of birth, and sex of foal. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 48(3): 480-87, 1979.
- HULAN, H.W. & PROUDFOOT, F.G. Nutritive value of sorghum grain for broiler chickens. *Can. J. Anim. Sci.*, Kentville, 62: 869-75, 1982.
- JOSIFOVICH, J.; MADDALONI, J.; BERTIN, O.; ECHEVERRIA, I. Sorgo com tanino y maiz en la produccion de carne bovina. *Informe Tecnico*, Pergamino, 198: 1-9, 1985.
- KIRBY, L.K.; NELSON, T.S.; JOHNSON, Z.B. The effect of seed coat color of hybrid sorghum grain on the ability of chicks to digest dry matter and amino acids and to utilize energy. *Nutr. Reports Int.*, Arkansas, 27(4): 831-36, 1983.
- KNABE, D.A. & TANKSLEY, T.D. Organic acid preserved high moisture sorghum for growing fineshing swine. *J. Anim. Sci.*, Albany, 55(4): 745-51, 1982.

- KONDOS, A.C. & FOALE, M.A. Comparison of the nutritional value of low and medium tannin sorghum grains for pigs. *Anim. Feed Sci. Tech.*, Netherlands, 8: 85-90, 1983.
- LOUIS, G.F.; LEWIS, A.J.; PEO, E.R. Feeding value of grain sorghum for the lactating sow. *J. Anim. Sci.*, Albany, 69(1): 223-29, 1991.
- LUIS, E.S.; SULLIVAN, T.W.; NELSON, L.A. Nutrient composition and feeding value of proso millets, sorghum grains, and corn in broiler diets. *Poultry Sci.*, Menasha, 61(2): 311-20, 1982.
- MITARU, B.N.; REICHERT, R.D.; BLAIR, R. The binding of dietary protein by sorghum tannins in the digestive tract of pigs. *Journal Nutrition*, Bethesda, 114(10): 1787-96, 1984a.
- MITARU, B.N.; REICHERT, R.D.; BLAIR, R. Nutritive value of reconstituted sorghum grains for weanling pigs. *J. Anim. Sci.*, Albany, 58(5): 1211-15, 1984b.
- MOISE, L.L. & WYSOCKI, A.A. The effect of cottonseed meal on growth of young horses. *J. Anim. Sci.*, Albany, 53(2): 409-13, 1981.
- MUINDI, P.J.; THOMKES, S.; EKMAN, R. Effect of magadi soda treatment on the tannin content and in-vitro nutritive value of grain sorghums. *J. Sci. Food Agric.*, 32(1): 25-37, 1981.
- MYER, R.O.; COMBS, G.E.; GORBET, D.W. Effect of methionine addition on the feeding value of diets containing bird-resistant grain sorghums for growing-finishing swine. *Nutr. Reports Int.*, Arkansas, 33(5): 843-50, 1986a.

MYER, R.O.; GORBET, D.W.; COMBS, G.E. Nutritive value of high and low-tannin grain sorghums harvested and stored in the high-moisture state for growing-finishing swine. *J. Anim. Sci.*, Albany, 62: 1290-97, 1986b.

NEUCERE, N.J. & SUMRELL, G. Chemical composition of different varieties of grain sorghum. *J. Agric. Food Chem.*, Washington, 28: 19-21, 1980.

NOLAND, P.R.; CAMPBELL, D.R.; SHARP, R.N.; JOHNSON, Z.B. Influence of pericarp and endosperm colour and type on digestibility of grain sorghum by pigs. *Anim. Feed Sci. Tech.*, Netherlands, 2: 219-24, 1977.

NOLAND, P.R.; CAMPBELL, D.R.; JOHNSON, Z.B. Use of grain sorghum in swine feeds. *Arkansas Exp. Station Bulletin*, Arkansas, 853(5): 3-34, 1981.

OTT, E.A. & ASQUITH, R.L. The influence of mineral supplementation on growth and skeletal development of yearling horses. *J. Anim. Sci.*, Albany, 67: 2831-40, 1989.

PIMENTEL GOMES, F. *A estatística moderna na pesquisa agropecuária*. Piracicaba, Potafos, 1984. 160p.

PULSE, R.E.; BAKESER, J.P.; POTTER, G.D. Effects of cecal fistulation upon nutrient digestion and indicator retention in horses. *J. Anim. Sci.*, Albany, 37(2): 488-91, 1973.

RAHNEMA, S.H.; THEURER, B.; GARCIA, J.A. Site of protein digestion in steers fed sorghum grain diets. II. Effect of grain processing methods. *J. Anim. Sci.*, Albany, 64: 1541-47, 1987.

REZENDE, A.S.C. de; LOPES DO VAL, L.J.; VELOSO, J.A.F.; SAMPAIO, I.B.M. Efeito do nível proteico do concentrado suplementar sobre o crescimento de potros da raça Mangalarga Marchador. Arq. Bras. Med. Vet. Zoot., Belo Horizonte, 38(6): 927-41, 1986.

RIBAS, P.M. & ZAGO, C.P. Sorgo: uma opção para produção de forragem em cultivos de sucessão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS e SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 8, Piracicaba, 1986. Anais... Piracicaba, FEALQ, 1986.

ROONEY, L.W. Sorghum and pearl millet lipids. Cereal Chemistry, St. Paul, 55(5): 584-90, 1978.

ROSTAGNO, H.S.; FEATHERSTON, W.R.; ROGLER, J.C. Studies on the nutritional value of bird resistant sorghum grain for chicks. Poultry Sci., Menasha, 52: 765-72, 1973.

ROSTAGNO, H.S. Uso do sorgo granífero na nutrição de aves e suínos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SORGO, 1, Brasília, 1977. Anais... Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 1979.

SAINT JUST, C.A. Digestibilidade de nutrientes de rações contendo milho e sorgo em éguas gestantes. Piracicaba, ESALQ-USP, 1989. 56p. (Tese de Mestrado - ESALQ).

SANTOS, J.B.O.; VIANA, S.P.; MONTEIRO, E.S.; CARVALHO, J.P. de. Emprego do sorgo na alimentação de suínos com verificação do seu valor biológico em comparação ao milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 19. Piracicaba, 1982. Anais... Piracicaba, SBZ, 1982.

- SANTOS, S.A. Estudo sobre algumas características de crescimento de cavalos Brasileiro de Hipismo produzidos no Haras Pioneiro. Piracicaba, ESALQ-USP, 1989. 91p. (Tese de Mestrado).
- SHARP, R.N.; NOLAND, P.R.; CAMPBELL, D.R. Relationships between tristimulus colours values and digestibility of grain sorghum by swine. Anim. Feed Sci. Tech., Netherlands, 2: 327-35, 1977.
- SISODIA, B.S.; APTE, B.G.; SOLANKEY, B.S. Note on the tannin, protein and starch contents of some sorghum varieties. Indian J. Agric. Sci., Indore, 49(2): 135-36, feb. 1979.
- SLABE, L.M. & HINTZ, H.F. Comparison of digestion in horses, ponies, rabbits and guinea pigs. J. Anim. Sci., Albany, 28: 842-3, 1969.
- SYED ALI, A.B. & YEONG, S.W. Direct substitution of maize with sorghum in layer diets. Malaysian Agric. J., Malaysian, 51(1): 50-3, 1977.
- TEETER, R.G.; SARANI, S.; SMITH, M.O.; HIBBERD, C.A. Detoxification of high tannin sorghum grains. Poultry Sci., Menasha, 65(1): 67-71, 1986.
- TOPLIFF, D.R. & FREEMAN, D.W. Plasma glucose concentrations and digestibility of dry matter, energy and crude protein in mature geldings fed wheat and oat-based diets. J. Equ. Veter. Sci., 10(2): 121-24, 1990.

VARGAS, E.G. & MURILLO, M.R. Composicion quimica de sub-productos de trigo y arroz y de granos de maiz y sorgo utilizados en Costa Rica. Agron. Costarr., Costa Rica, 2(1): 9-15, 1978.

ZINSLY, C.F. Eficiência do coelho comparada à do carneiro na determinação da digestibilidade de nutrientes de algumas leguminosas forrageiras. Piracicaba, ESALQ-USP, 1972. 84p. (Tese de Doutorado - ESALQ).

WALKER, R.D. & LICHTENWALNER, R.E. Effect of reconstitution on protein solubility and digestibility of waxy sorghum. J. Anim. Sci., Albany, 44(5): 843-49, 1977.

7. APÉNDICE

Apêndice 1. Perímetro do joelho (cm) ⁽¹⁾.

	Animais				
	1	2	3	4	5
Ração	30	29	28	28	28
	30	30	30	29	29
	30	30	30	29	29
	30	30	30	30	30
	30	30	30	30	30
	31	30	30	30	30
	31	30	30	30	30
Ração B	3	4	7	8	10
	31	29	29	30	30
	32	29	29	30	30
	32	29	29	30	30
	32	29	29	30	30
	32	29	29	30	30
	32	30	29	30	31
	32	30	30	31	31

⁽¹⁾ Medida realizada a cada 15 dias.

Apêndice 2. Perímetro da canela (cm) ⁽¹⁾.

	Animais				
	1	2	3	4	5
Ração A	18	17	18	18	18
	18	18	18	18	18
	18	18	18	18	18
	18	18	18	18	18
	18	18	18	18	18
	18	18	18	18	18
	3	4	7	8	10
	19	18	17	18	18
	20	18	17	18	18
	20	18	17	18	18
	20	18	17	18	18
	20	18	17	18	18
Ração B	20	18	17	18	18
	20	18	17	18	18
	20	18	17	18	18
	29	18	18	18	18

⁽¹⁾ Medição feita a cada 15 dias.