

636.057

R 626.1

6403

UNEMAT		
CAMPUS UNIVERSITARIO DE PONTES E LACERDA - MT		
BIBLIOTECA REGIONAL		
TOMBO Nº <u>00 115 747</u>		
DATA <u>10</u> / <u>09</u> / <u>2015</u>		
CONTROLE: <u>9244.9147</u>		
() COMPRA (x) DOAÇÃO () PERMUTA		

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

INCLUSÃO DE CAROÇO DE ALGODÃO (*Gossypium hirsutum* L.) NA
DIETA DE NOVILHOS NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO

Autor: Deivison Novaes Rodrigues
Orientador: Prof. Dr. Luiz Juliano Valério Geron

"Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Zootecnia, apresentado ao Departamento de Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso – Campus Universitário de Pontes e Lacerda, como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA”.

PONTES E LACERDA
DEZEMBRO/2008

Rodrigues, Deivison Novaes.

R696i Inclusão de caroço de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) na dieta de novilhos nelore Terminados em confinamento / Deivison Novaes Rodrigues. – Pontes e Lacerda: [s.n.], 2008. 34 f. : il.

Trabalho de Conclusão (bacharelado - Zootecnia) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Pontes e Lacerda, 2008.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Juliano Valério Geron.

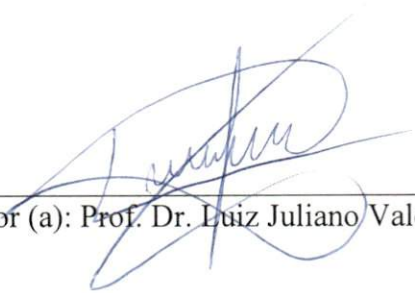
1. Bagaço de cana - de açúcar. 2. Casca do grão de soja. 3. consumo. I. Título. II. Pontes e Lacerda - Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Pontes e Lacerda.

CDU 636.087

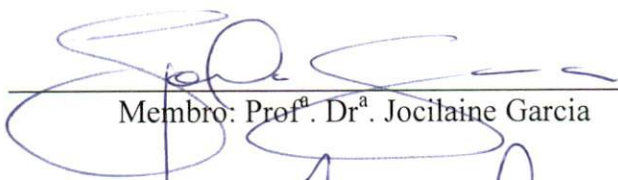
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**INCLUSÃO DE CAROÇO DE ALGODÃO (*Gossypium hirsutum* L.) NA DIETA DE
NOVILHOS NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO**

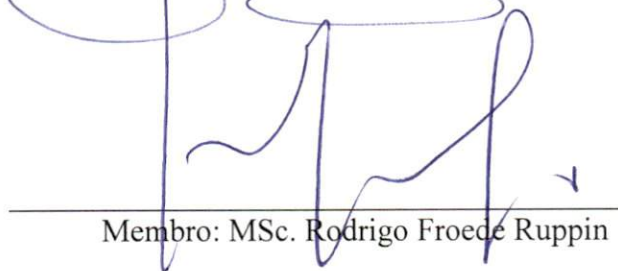
Autor (a): Deivison Novaes Rodrigues



Orientador (a): Prof. Dr. Luiz Juliano Valério Geron



Membro: Prof.^a Dr.^a Jocilaine Garcia



Membro: MSc. Rodrigo Froede Ruppim

PONTES E LACERDA
DEZEMBRO/2008

"A maravilhosa disposição e harmonia do universo só pode ter tido origem segundo o plano de um Ser que tudo sabe e tudo pode. Isto fica sendo a minha última e mais elevada descoberta."

Autor: Isaac Newton

A minha família, que sempre me apoiou nos momentos de dificuldade,
promovendo subsídios para concretizar os meus sonhos,
tentando assim garantir um futuro honroso pra mim.

À Hélio Rodrigues, meu pai;

À Valdete Novaes Rodrigues, minha mãe;

À Danilo Novaes Rodrigues, meu irmão;

À Aniana Novaes Rodrigues, minha irmã;

À Davi Henrique Rodrigues, meu primo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por ser o criador de todas as coisas, e nos ter proporcionado a vida.

A toda minha família, pelo apoio e dedicação para a conquista deste sonho.

À Universidade do Estado de Mato Grosso, por ter possibilitado a realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Luiz Juliano Valério Geron por ter participado da minha formação acadêmica, orientado e auxiliado no desenvolvimento do meu conhecimento científico e profissional, além da confiança e amizade.

Aos Professores Ms. Rodrigo Froede Ruppín e Dr^a. Jocilaine Garcia por terem participado da minha formação acadêmica, auxiliado no desenvolvimento do meu conhecimento científico e na elaboração deste trabalho.

Ao Departamento de Zootecnia e aos professores do Curso de Zootecnia Ms. Julianna Zilocchi Miguel, Ms. Edson Sadayki Eguchi, Dr^a. Maria Aparecida Pereira Pierangeli, Ms. Marcelo Pinheiro da Silva Meireles, Tatiane Botini, Ms. Edson Junior Heitor de Paula, Dr. Alexandre Agostinho Mexia, Ms. Cristiano da Cruz, Ms. Adriana Fernandes de Barros Mexia pela paciência e colaboração no desenvolvimento deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia e do laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal.

A minha amiga Daiane Carolina e a todos os colegas que contribuíram na execução e auxiliaram no desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos Pablo Gomes de Paiva, Luiz Durvalino Schoenberger, Karine Ferreira da Silva, Wesley Fagundes dos Santos, Matuzalém Rodrigues Carvalho, Marcelo Francisco Machado, Primo Camilo Paglarini, por compartilharem tanto o trabalho quanto o lazer.

A Raquel Rodrigues Carvalho uma mulher muito especial na minha vida.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Deivison Novaes Rodrigues, filho de Hélio Rodrigues e Valdete Novaes Rodrigues, nasceu em Jaú – São Paulo, no dia 09 de agosto de 1984.

No mês de Novembro de 2008, submeteu-se á banca examinadora para defesa do Trabalho de Conclusão de Curso.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	9
1 – INTRODUÇÃO	10
2 – REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	12
2.1. Características do caroço de algodão na alimentação dos ruminantes.....	12
2.2. Lipídios na dieta de ruminantes.....	14
2.3. O gossipol “um fator antinutricional”	17
2.4. Casca do grão de soja.....	19
2.5. Bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado.....	21
2.6. Consumo de matéria seca.....	23
3 – MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
5 – CONCLUSÃO.....	33
6 – REFERÊNCIAS.....	34

INCLUSÃO DE CAROÇO DE ALGODÃO (*Gossypium hirsutum* L.) NA DIETA DE NOVILHOS NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO

Resumo – O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da inclusão de caroço de algodão (0%, 10%, 20% e 30%) sobre o consumo, conversão alimentar e desempenho de novilhos da raça Nelore, terminados em confinamento. As dietas foram compostas por 85% de concentrado (farelo de soja, casca do grão de soja e caroço de algodão) e 15% de volumoso (bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado), em porcentagem da matéria seca. Foram utilizados 32 novilhos, com idade média de 36 meses e com peso corporal vivo inicial (PCVI) médio de 424 ± 25 kg, os animais foram suplementados em sistema de confinamento durante 65 dias. A inclusão até 30% de caroço de algodão nas rações compostas com resíduos agroindustriais não influenciou ($P > 0,05$) significativamente o consumo dos nutrientes em porcentagem do peso corporal (% PC), o ganho de peso, a conversão e eficiência alimentar de novilhos terminados em confinamento. Conclui-se que a utilização do caroço de algodão na alimentação de novilhos confinados está correlacionada com a viabilidade econômica e disponibilidade deste no mercado.

Palavras-chave: bagaço de cana-de-açúcar, casca do grão de soja, consumo, desempenho

1 - INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte no Brasil tem-se mostrado de forma indispensável no desenvolvimento socioeconômico, tanto no suprimento de alimento nobre para a população e matéria prima para a indústria, quanto na exportação de carne (Martin, 1987).

No contexto nacional, a produção de bovinos de corte concentra-se nas regiões Centro Oeste e Sudeste, com, respectivamente 32,16% e 25,65% da produção, seguindo padrão similar na distribuição de abate (Anualpec, 2007). Nas pesquisas efetuadas pelo IBGE (2006), o Mato Grosso possui 37% do rebanho contido na região Centro Oeste com aproximadamente 26,1 milhões de cabeças, sendo o estado detentor do maior rebanho nacional.

Devido ao crescimento acelerado dos confinamentos de bovinos de corte no Brasil ser um fato relativamente recente, há carência de informações abrangentes que mostrem a situação dessa atividade, tanto no território nacional, quanto no Estado de Mato Grosso (ASSOCON, 2008).

Além do estado de Mato Grosso conter o maior rebanho nacional, o IBGE (2007) demonstra que este estado também é o maior produtor de algodão e soja, se destacando também como grande produtor de álcool e açúcar. Sendo assim, a produção de subprodutos agroindustriais torna-se inevitável.

As regiões Sul e Sudeste alcançaram os limites de expansão de área explorada, ao contrario das regiões Centro Oeste e Norte que tem se destacado pelo crescimento do rebanho em termos territoriais. Tal fenômeno retrata claramente a migração das áreas de confinamento para regiões próximas das grandes áreas produtoras de grãos, especificamente no caso de Mato Grosso.

A tendência de implantação dos confinamentos parece ser clara na pecuária brasileira e a preocupação dos produtores e técnicos em realizar os confinamentos em locais onde haja alta disponibilidade de resíduos agroindustriais permite uma redução no custo da alimentação (FAMATO, 2008). O confinamento é uma atividade de alto custo econômico e quando utilizado volumoso e concentrado alternativos como o caso dos resíduos de culturas anuais e resíduos industriais, o produtor poderá alcançar uma maior lucratividade nesta atividade, devido ao menor custo com a alimentação (Cardoso et al., 2004).

O caroço de algodão como subproduto da agroindústria, tem sido usado como alimento para ruminantes por vários anos, apresentando alto valor nutritivo, aporte de fibra efetiva e boa qualidade de proteína e energia (Teixeira e Borges, 2005).

Segundo Cunha et al. (2008), os subprodutos da agroindústria ainda não foram suficientemente estudados quanto a sua composição e níveis adequados de utilização econômica e biológica na produção animal.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da inclusão de caroço de algodão (0, 10, 20 e 30%) sobre o consumo, conversão e desempenho de novilhos da raça Nelore, terminados em confinamento.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Características do caroço de algodão na alimentação dos ruminantes

O caroço de algodão é um subproduto da indústria têxtil oriundo do beneficiamento e/ou descaroçamento visando à separação da fibra, sendo composto pelo linter, a casca e a amêndoa. Cada 100 kg de fibra de algodão produzida a campo resulta aproximadamente em 165 kg de caroço. Uma tonelada do mesmo produz cerca de 200 kg de óleo, 500 kg de farelo de algodão e 300 kg de casca (Prado e Nascimento, 2002; Zeoula, 2002; Pesce, 2008).

Na seleção dos cultivares de algodão tem-se priorizado o aumento da produção de fibra para a indústria têxtil, interferindo de forma negativa na composição química do caroço, principalmente para o teor de proteína e óleo (Pesce, 2008).

Segundo Rogério et al. (2003), o caroço de algodão é classificado como concentrado impar, em função do teor de proteína, lipídeo e fibra. A composição química do caroço de algodão citada por alguns autores esta apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química do caroço de algodão, MS (Matéria Seca), PB (Proteína Bruta), EE (Extrato Etéreo), FDN (Fibra em Detergente Neutro), FDA (Fibra em Detergente Ácido), MO (Matéria Orgânica), NDT (Nutrientes Digestíveis Totais), apresentada por alguns autores

Autores	Nutrientes						
	MS (%)	PB ¹	EE ¹	FDN ¹	FDA ¹	MO ¹	NDT ¹
Valadares Filho et al. (2006b)	90,64	22,62	18,90	46,04	35,85	96,32	81,92
Bernardes et al. (2007)	91,00	24,30	23,90	44,20	33,80	95,93	--
Cunha et al. (2008)	93,10	27,80	20,00	46,50	35,00	96,90	86,20

¹= percentagem da matéria seca.

Devido seu teor de fibra, o caroço pode substituir alimentos volumosos sem prejudicar a fermentação ruminal, pois apresenta sua fibra tão efetiva no rúmen quanto à das forragens. Bernardes et al. (2007) avaliaram a substituição total do feno de *Tifton 85* pelo caroço de algodão como fonte de fibra na dieta de 24 bezerras da raça Holandesa e concluíram que o caroço de algodão substituiu, sem prejuízos, o feno como fonte de fibra na dieta.

Segundo Van Soest (1994) a digestão da fibra no rúmen é mais afetada pelos óleos vegetais do que a gordura animal (sebo), por serem mais insaturados. Por essa razão, as altas concentrações de caroço de algodão poderão comprometer seriamente a digestão da fibra pelo

ruminante, se este ingrediente constituir grande parte da ração. De acordo com Lana (2005), quando o óleo contido no caroço é liberado no rúmen, ocorre sua hidrólise, posteriormente acontece à liberação de ácidos graxos livres e sua conseqüente biohidrogenação pelas bactérias do rúmen, transformando a maior parte dos ácidos graxos insaturados em ácidos graxos saturados.

Portanto os grãos de oleaginosas são menos prejudiciais a digestão da fibra do que a gordura ou óleos livres, pois propicia o fornecimento de lipídeos através da liberação lenta da fração lipídica ao decorrer de todo o dia, devido à regurgitação e remastigação das sementes (Pesce, 2008).

Quando comparado ao farelo de soja, o caroço de algodão apresenta baixo custo, tornando-se um atrativo suplemento protéico e energético na nutrição dos ruminantes, principalmente nas regiões produtoras de algodão.

O caroço pode trazer respostas positivas na alimentação de ruminantes principalmente em condições de estresse calórico, devido à grande quantidade de lipídeo em sua composição, ele apresenta a característica de alto teor energético, suprimindo as exigências energéticas dos animais em condições de consumo reduzido (Chalupa, et al. (1984) citado por Prado e Nascimento, 2002).

Maggioni e Marques (2008) descreveram que os principais objetivos da inclusão de gordura nas dietas de ruminantes é melhorar o desempenho de novilhos em confinamento e diminuir o balanço energético negativo no início da lactação.

O caroço de algodão tem sido muito usado na alimentação de vacas leiteiras. Em geral, a adição de caroço de algodão em rações de vacas leiteiras melhora a produção e composição do leite, sobretudo na fase inicial da lactação (Prado e Nascimento, 2002).

Utilizando 12 novilhos mestiços, Paulino et al. (2002) estudaram níveis de substituição da soja (farelo e grão) pelo caroço de algodão como fonte protéica sobre o desempenho destes animais terminados em pastejo, e concluíram que a soja pode ser totalmente substituída pelo caroço de algodão, por apresentar desempenho animal semelhante ao obtido com a fonte protéica padrão, o farelo de soja.

Ruy et al. (1996) substituíram o farelo de algodão pelo caroço de algodão em três níveis (0,0%, 6,6% e 15,0%) na terminação de bovinos mestiços confinados, tendo como volumoso a silagem de sorgo, e concluíram que a utilização crescente de caroço de algodão na dieta aumentou a degradabilidade da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB) e da fibra em detergente ácido (FDA).

As limitações de uso do caroço de algodão ocorrem devido ao fato da presença do gossipol (fator antinutricional) e ao alto teor de óleo.

2.2 – Lipídios na dieta de ruminantes

Os lipídios são considerados fontes energéticas com alta concentração de energia prontamente disponível, pois são constituídos de grande proporção de ácidos graxos, os quais possuem 2,25 vezes mais energia que os carboidratos (Silva et al., 2007).

Segundo Kozloski (2002), na nutrição, os lipídios dividem-se em lipídios de reserva (compreendem principalmente os triglicerídeos em sementes), lipídios das folhas (englobam os galactolipídios e fosfolipídios) e uma mistura de outras estruturas moleculares solúveis em éter (ceras, carotenóides, clorofila, etc.).

A maioria dos alimentos utilizados na alimentação de ruminantes, com exceção das sementes oleaginosas, contém baixas concentrações de ácidos graxos, com valores que variam de 1% a 4% da matéria seca (Van Soest, 1994). Nas sementes oleaginosas utilizadas como alimento concentrado, o teor de ácidos graxos varia de 18% a 38% da matéria seca. Todavia, Palmquist e Mattos, (2006) demonstram que a maioria dos ácidos graxos que compõem os vegetais são insaturados (Tabela 2).

Tabela 2 – Composição de ácidos graxos (AG) de alguns alimentos, expressos em porcentagem (%) da matéria seca (MS).

Alimentos	Teor de AG (%)	Conteúdos de AG (%)						
		14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3
<i>Cereais</i>								
Milho	3,2	0,1	16,3	--	2,6	30,9	47,8	2,3
Sorgo	2,3	--	20,0	5,2	1,0	31,6	40,2	2,0
Aveia	3,2	0,1	22,1	1,0	1,3	38,1	34,9	2,1
Trigo	1,0	0,1	20,0	0,7	1,3	17,5	55,8	4,5
<i>Sementes Oleaginosas</i>								
Caroço de algodão	18,6	0,8	25,3	--	2,8	17,1	53,2	0,1
Colza	38,0	4,3	--	0,3	1,7	59,1	22,8	8,2
Soja	18,0	0,2	10,7	0,3	3,9	22,8	50,8	6,8
Girassol	34,7	0,1	5,5	--	--	3,6	21,7	68,5

Adaptado de Palmquist e Mattos (2006); Valores apenas representativos.

Devido à anatomia do aparelho digestório dos ruminantes, estes são menos tolerantes a dietas contendo lipídios quando comparados aos monogástricos. Quando o nível de lipídios

excede de 6% a 7% da dieta, podem ocorrer distúrbios digestivos como a diarreia e também decresce o consumo de matéria seca, pois os altos teores de ácidos graxos insaturados e saturados não esterificados (livres) provocam interferências no processo digestivo por revestir o conteúdo do rúmen, particularmente impedindo a aderência bacteriana e o acesso das enzimas fibrolíticas na digestão da fibra, e devido a um efeito tóxico dos ácidos graxos insaturados sobre as células bacterianas (Kozloski, 2002; e Teixeira, 2003).

Os ácidos graxos poliinsaturados são os que mais apresentam toxicidade, principalmente nas bactérias Gram (+), metanogênicas e protozoários. A toxicidade parece estar associada àqueles ácidos graxos que tem solubilidade maior em água e membranas celulares, com potencial para romper a estrutura das membranas. Os ácidos graxos associam-se com as superfícies hidrofóbicas das partículas de alimento, o que explica a baixa toxicidade das gorduras quando o animal é alimentado com rações mais ricas em volumosos (Palmquist e Mattos, 2006).

De acordo com Oliveira (2001), o ambiente ruminal é responsável por algumas transformações nos lipídios da dieta, alterando com isso sua composição e perfil de ácidos graxos que chega ao duodeno. Estas alterações são decorrentes principalmente da hidrólise e biohidrogenação.

Lana (2005) descreveu que o alimento ingerido é hidrolisado por lipases bacterianas. Os triglicerídeos são transformados em glicerol e ácidos graxos, e os galactolipídeos presentes nas forragens verdes são quebrados em galactose e ácidos graxos. O glicerol e a galactose são metabolizados pelas bactérias. As bactérias não são capazes de utilizar estes ácidos graxos como fonte de energia, mas parte deles podem ser incorporados aos lipídios bacterianos, no entanto, a maior parte após a biohidrogenação, sai do rúmen com a digesta para o abomaso e intestino delgado (Kozloski, 2002). A Figura 1 apresenta o processo geral de digestão de lipídios nos ruminantes.

O processo de biohidrogenação consiste na saturação dos ácidos graxos insaturados pelas bactérias ruminais, através da oxidação dos cofatores reduzidos ($\text{NADH} + \text{H}^+$) produzidos no processo de fermentação ruminal dos carboidratos. A oxidação destes cofatores reduzidos, por meio da produção de metano, lactato, etanol, propionato, biohidrogenação, dentre outros, é um processo fundamental e necessário para manutenção do ambiente ruminal e continuação do processo fermentativo. A biohidrogenação é considerado um mecanismo de defesa desenvolvido pelos microorganismos ruminal (Kozloski, 2002; Lana, 2005; Palmquist e Mattos, 2006).

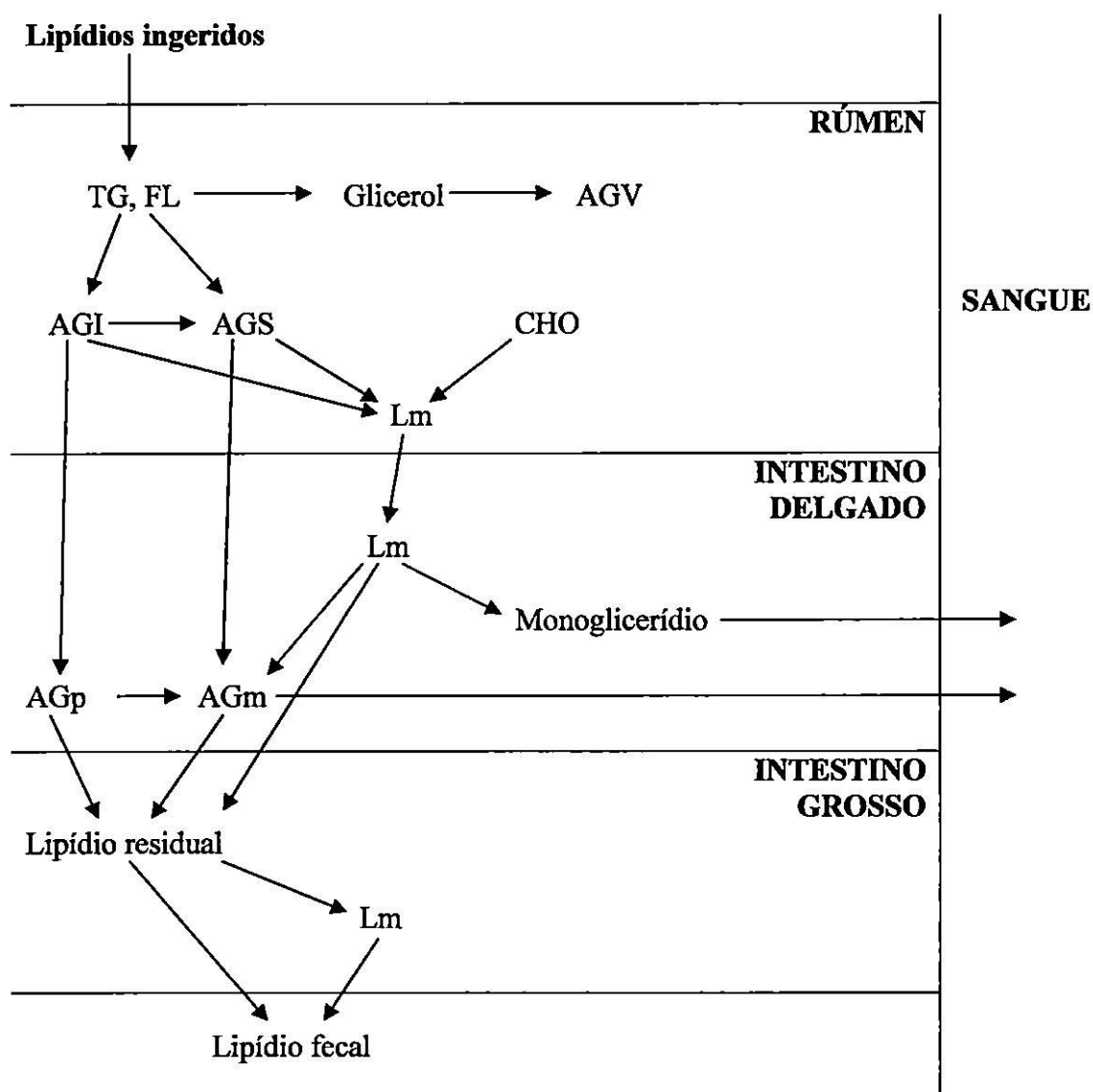


Figura 1 – Esquema geral da digestão dos lipídios nos ruminantes. TG = triglicerídeos; FL = fosfolipídios; Lm = lipídios microbianos; AGI = ácidos graxos insaturados; AGS = ácidos graxos saturados; AGV = ácidos graxos voláteis; CHO = carboidratos; AGP = ácidos graxos adsorvidos em partículas; AGm = ácidos graxos micelares. Fonte: Kozloski (2002)

Apesar do processo de biohidrogenação, uma parte dos ácidos graxos insaturados passa pelo rúmen sem sofrer a ação das bactérias, atendendo as necessidades dos ruminantes, pois alguns ácidos graxos essenciais (devido o organismo não ser capaz de sintetizá-los) devem ser fornecidos na dieta, como o ácido linoléico e linolênico. Estes ácidos graxos essenciais atuam como constituintes da membrana celular, auxiliam na absorção de ácidos graxos e apresentam funções reprodutivas (Lana, 2005).

Para minimizar a interferência no funcionamento da flora ruminal tem-se utilizado gordura protegida, neste grupo encontram-se os sais de cálcio de ácido graxo, que tem sido

mais utilizado em rebanhos leiteiros. Esses sais (ou sabões) são obtidos pela reação de íons de cálcio com ácidos graxos de cadeia longa (insaturados e saturados), cujo princípio baseia-se na passagem deste complexo pelo rúmen e na sua dissociação nas condições ácidas do abomaso, tornando-os disponíveis para digestão e posterior absorção no intestino delgado (Silva et al., 2007).

Estudo realizado por Silva et al. (2007) avaliou três diferentes formas de proteção à biohidrogenação ruminal em dietas para cabras lactantes. Utilizou-se óleo de soja não protegido, grão de soja parcialmente protegido e sais de cálcio de ácido graxo de cadeia longa protegido. As dietas eram compostas de 6,6%, 6,3% e 6,5% de extrato etéreo, respectivamente. Os autores concluíram que a adição de óleo na forma livre diminuiu a digestibilidade da fibra; diminuiu-se a digestibilidade dos carboidratos não fibrosos no tratamento com grão de soja; os sais de cálcio de ácidos graxos são interessantes para se elevar a concentração energética das dietas, pois, estes sofreram pouca ação dos microorganismos ruminais, diminuindo assim a taxa de biohidrogenação e aumentando a disponibilidade de ácidos graxos no intestino delgado.

2.3 – O gossipol “um fator antinutricional”

O gossipol é um composto fenólico, formado por aldeídos e terpenos, biossintetizado por plantas do gênero *Gossypium* da família Malvaceae através de suas glândulas subepidérmicas, é encontrado sobre cotilédones, folhas, estípulas, sépalas, caule, ramos, frutos e na amêndoa da semente (Carvalho, 1996).

Segundo Carvalho (1996) apesar de serem pequenas, as glândulas de gossipol são visíveis (Figura 2), elas produzem e armazenam dois pigmentos, um de cor amarela, tóxico, que é o gossipol, e outro de cor vermelha, corante, o qual imprime uma coloração acastanhada ao óleo que é extraído da semente. As glândulas de gossipol apresentam uma parede resistente para que o conteúdo da glândula (gossipol) não entre em contato com outros tecidos, sendo resistente a pressões em presença de baixa umidade (Jorge, 2006).

A presença do gossipol confere a planta, um determinado grau de resistência às pragas e às doenças fúngicas (Carvalho, 1996). O teor de gossipol total presente no caroço de algodão varia entre 0,59 a 2,35%. Os ruminantes são mais resistentes a intoxicação por gossipol do que os monogástricos, pois, em consequência da ligação do gossipol a proteínas

solúveis no rúmen, ocorre uma prevenção na absorção do gossipol no intestino delgado, sendo liberado através das fezes (Zeoula, 2002).

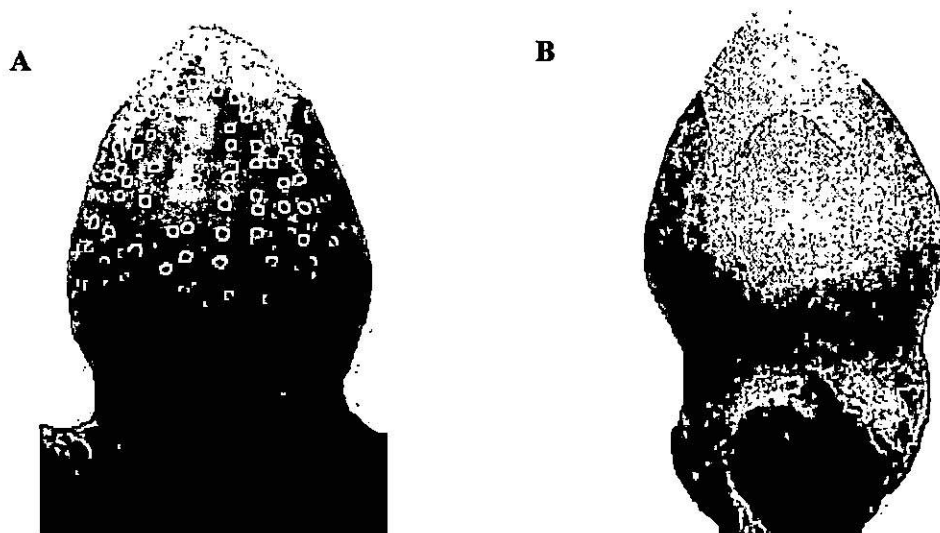


Figura 2 – Botão floral com glândulas de gossipol (A) e sem glândulas de gossipol (B).
Fonte: Macedo (2007)

Zeoula (2002) afirmou que durante o processo de regurgitação e remastigação do caroço de algodão ou da ação direta das bactérias do rúmen, as glândulas se rompem liberando o gossipol, podendo se apresentar na forma livre ou ligada. O gossipol livre (forma fisiologicamente ativa) após sua ingestão é absorvido concentrando-se nos órgãos e tecidos, interferindo na produtividade dos ruminantes.

De acordo com a Embrapa (2003), quando absorvido pelo intestino delgado, o gossipol pode comprometer as funções hepáticas, a taxa de respiração e a capacidade de transporte do oxigênio pelos eritrócitos, possibilitando ataque cardíaco. Em geral os sintomas de intoxicação pelo gossipol são constipação, diminuição do consumo, perda de peso, dispnéia e morte normalmente devido a distúrbios circulatórios (Zeoula, 2002). Para neutralizar os efeitos do gossipol, recomenda-se adicionar sulfato de ferro, óxido ou hidróxido de cálcio a dietas contendo caroço de algodão (Embrapa, 2003).

Segundo Zeoula (2002), os sais de ferro diminuem a toxidez do gossipol, através de sua complexação com o gossipol, formando um complexo (ferro-gossipol), sendo eliminado nas fezes. O uso do sulfato ferroso acaba sendo restringido por onerar o custo de produção da ração.

Dentre as tecnologias empregadas na retirada do gossipol, o procedimento genético torna-se o mais adequado por não apresentar perdas no valor nutricional do caroço (Embrapa, 2003). Os Estados Unidos na década de 50, desenvolveram um tipo de algodão sem glândulas produtoras de gossipol, tornando possível a criação de variedades ausentes de gossipol, denominado de “glandless” (Embrapa, 2003). Existem algumas variedades que não contêm gossipol, mas estas são mais atacadas pelas pragas, principalmente por gafanhotos e lagartas (Macedo, 2007).

Silva et al. (2002) avaliaram os possíveis efeitos do cultivo de quatro diferentes genótipos de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) sem glândulas de gossipol comparados a uma testemunha normal, sobre a população de insetos praga e predadores em condições de campo. Os genótipos de algodoeiro sem glândulas de gossipol não apresentaram maiores incidências de insetos praga e inimigos naturais, mas houve produção menor de algodão em caroço quando comparados à cultivar testemunha (com glândulas). Não houve relação entre produtividades e as populações de pragas presentes.

2.4 – Casca do grão de soja

A casca do grão de soja é o tegumento que é retirado durante o descascamento inicial dos grãos, antes da extração do óleo (Maggioni e Marques, 2008), sendo que a casca representa de 7 a 8% do peso do grão (Restle et al., 2004).

Considerando o rendimento médio de 8 kg de casca do grão de soja obtida para cada 100 kg de grão de soja esmagado e, um esmagamento anual de 30,5 milhões de tonelada de grãos, a produção de casca de soja pode ser estimada em 2,44 milhões de toneladas, o que representa 84% da demanda anual de milho para a bovinocultura (Oliveira, 2006).

De acordo com Valadares Filho et al. (2006b), a casca de soja apresenta em média 89,8 % de matéria seca, 94,48% de matéria orgânica, 11,65% de proteína bruta, 1,60% de extrato etéreo, 68,40% de fibra em detergente neutro, 50,52% de fibra em detergente ácido e 68,77% de nutrientes digestíveis totais, expressos na matéria seca.

A composição química da casca do grão de soja é bastante variável, pois, é dependente do processo usado na obtenção do farelo de soja. Quando se deseja um farelo de soja mais rico em proteína bruta, mais cascas do grão de soja são retiradas e o contrário também é verdadeiro. Farelo de soja com menor teor de proteína bruta tem mais cascas do grão de soja e maiores teores de fibra em detergente neutro e lignina (Maggioni e Marques, 2008).

Segundo Maggioni e Marques (2008), a casca do grão de soja tem uma fina película rica em pectina que confere ao resíduo alta digestibilidade. Durante o processo de secagem dos grãos de soja, esta película pode se desprender da casca, alterando a composição do resíduo, o que leva a concluir que o resíduo não tem uma uniformidade quanto ao seu teor em nutrientes e, portanto, apresentam uma variação considerável, necessitando da análise química a cada partida produzida.

Oliveira (2006) afirmou que do ponto de vista nutricional, a casca do grão de soja é classificada como um concentrado energético, apresentando cerca de 80% do valor energético do milho, porém, com maior teor de fibra em detergente neutro (FDN), o que permite sua utilização em substituição aos alimentos concentrados ou volumosos.

Zambom et al. (2001) obtiveram valores de 94,96% e 95,69% para digestibilidade *in vitro* da MS e digestibilidade *in vitro* da FDN, respectivamente, sendo este elevado valor justificado pelo alto teor de pectina presente na casca do grão de soja (Tabela 3).

Segundo Van Soest (1994), a pectina é um polissacarídeo amorfo contido na lamela média da parede celular e funciona como substância de adesão entre as células, mas que é também classificado como carboidrato não estrutural por ser totalmente solúvel em detergente neutro. A lamela média é a região localizada entre duas células vegetais.

A maioria das rações para ruminantes são compostas principalmente por milho, este é constituído em grande parte por amido, um carboidrato que possui rápida degradação no rúmen. A fermentação do amido e dos açúcares solúveis pode gerar lactado como produto final da degradação ruminal, contribuindo para a redução no pH e digestão da fibra no rúmen (Zambom et al., 2007). A Tabela 3 apresenta a composição química do milho e da casca do grão de soja.

Apesar do maior valor energético do milho (cereal), a casca do grão de soja mantém um ambiente ruminal mais adequado para as bactérias fibrolíticas, minimizando os efeitos associativos negativos sobre a digestibilidade da parede celular das forragens da dieta e disponibilizando mais energia para o animal. Portanto, em dietas com alta proporção de volumosos, a decisão de se utilizar milho ou casca do grão de soja deve ser tomada com base na análise dos custos desses ingredientes (Morais, 2003).

Restle et al. (2004) substituíram o grão de sorgo por casca do grão de soja na dieta de novilhos terminados em confinamento, verificaram que o consumo de MS quando expresso em kg/animal não foi afetado pela substituição, os autores também observaram que o nível de substituição afetou o ganho médio diário, pois, os tratamentos que continham casca o grão de

soja foram superiores ao testemunha (sem casca) proporcionando maiores ganhos para os tratamento com 25% e 75% de substituição do grão de sorgo pela casca do grão de soja.

Tabela 3 – Composição química da casca do grão de soja em comparação ao grão de milho expressos na matéria seca (MS)¹

Componentes	Casca do grão de soja	Grão de milho
Nutrientes digestíveis totais – NDT ¹	67,3	85,0
Proteína Bruta – PB ¹	13,5	9,0
Extrato etéreo – EE ¹	2,7	4,0
Carboidratos Totais ¹	79,0	85,0
Carboidratos não-fibrosos – CNF ¹	17,9	69,0
Pectina (% do CNF)	62,4	0
Amido ((% do CNF)	18,8	80,0
Açúcares ((% do CNF)	18,8	20,9
Fibra em detergente ácido – FDA ¹	44,5	4,13
Fibra em detergente neutro – FDN ¹	61,1	12,82
Celulose (% do FDN)	66,2	26,1
Hemicelulose (% do FDN)	27,3	64,4
Lignina (% do FDN)	6,5	9,5

Fonte: Adaptado de Oliveira (2006)

2.5 – Bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado

O bagaço de cana-de-açúcar é um subproduto oriundo da produção de álcool ou açúcar nas usinas e destilarias, causando problemas de armazenamento e transporte. O bagaço de cana-de-açúcar é o maior resíduo lignocelulósico da agroindústria brasileira. Entretanto, este subproduto pode ser usado na alimentação de bovinos, em baixa proporção da matéria seca sob duas formas: *in natura* ou hidrolisado. Na primeira forma o mesmo não necessita de nenhum outro tratamento, mas devido ao seu alto teor de fibra bruta sua ingestão pelos bovinos é baixa (Prado e Nascimento, 2002). Para obtenção do bagaço hidrolisado o bagaço *in natura* passa pelo processo de hidrólise, podendo ser realizado através de tratamentos químicos ou tratamento físico com vapor sob pressão (Teixeira et al., 2007).

Dentre os tratamentos químicos os produtos mais utilizados para a hidrólise do bagaço de cana são hidróxido de sódio, hidróxido de cálcio (cal microprocessada), amônia e uréia. O uso do hidróxido de sódio tem sido limitado em face aos seus problemas ambientais (contaminação) e de manejo, devido ao volume de água requerido (Martin, 1997).

De acordo com Chagas (2005), para que o bagaço de cana-de-açúcar apresente melhores resultados na alimentação dos animais, como o melhor aproveitamento do alimento, é

necessário submetê-lo ao processo de hidrólise, que consiste em alterar a composição química do mesmo (Tabela 4), maximizando a digestão e o consumo.

Tabela 4 – Composição química expressa na matéria seca do bagaço de cana-de-açúcar *in natura* (BIN) e bagaço de cana-de-açúcar auto hidrolisado (BAH)

Componentes	BIN	BAH
Matéria Seca	51,20	46,60
Proteína Bruta	2,32	2,16
Fibra Bruta	58,50	40,71
Extrato Etéreo	1,68	4,00
Matéria Mineral	2,95	2,87
Extrato não nitrogenado	34,56	50,26
Nutrientes digestíveis totais	44,72	55,41
Fibra em detergente ácido	64,89	55,17
Fibra em detergente neutro	93,72	59,58
Hemicelulose	28,83	4,41
Digestibilidade “in vitro” na matéria seca	33,02	65,30

Fonte: adaptado de Burgi (1995) citado por Teixeira et al. (2007)

Teixeira et al. (2007) afirmaram que os tratamentos químicos apresentaram algumas limitações, tais como o hidróxido de sódio que diminui a eficiência na digestão da fibra; a amonização apresentou dificuldade no manejo e risco de intoxicação; a uréia, seus efeitos sobre os constituintes da parede celular tem sido contraditórios. Nenhum trabalho publicado mensura a elevação no teor de cálcio em volumosos tratados com cal microprocessada, como possível fator negativo da aplicação desse aditivo (Schmidt, 2008).

O tratamento químico ou físico visa eliminar ou diminuir os efeitos prejudiciais da lignina sobre a degradação de compostos celulósicos pelos microrganismos do rúmen, promovendo a ruptura das complexas ligações químicas da lignina com a celulose e hemicelulose, disponibilizando o substrato (celulose e hemicelulose), para adesão da população microbiana e ataque enzimático (Van Soest, 1994).

Segundo Linhares e Junior (2008), o bagaço de cana-de-açúcar pode ser utilizado pelos ruminantes desde que bem tratados (processados). Dos tratamentos que são utilizados, o que mais apresentou resultados efetivos com relação ao valor nutritivo foi o físico, o qual também foi economicamente viável, devido ser realizado no recinto da própria usina. A utilização do bagaço hidrolisado revelou um enorme potencial de utilização desse subproduto na alimentação de ruminantes, além de ser um destino sustentável ao resíduo (Teixeira et al., 2007).

Leme et al. (2003) avaliaram três níveis diferentes de inclusão de bagaço de cana-de-açúcar *in natura*, 15%, 21% e 27%, na dieta de novilhos Nelore terminados em confinamento como única fonte de volumoso e confirmam a viabilidade do uso de 15% ou 21% de bagaço de cana-de-açúcar como única fonte de volumoso da dieta, já que é um resíduo da agroindústria de grande excedente e baixo custo, produzido na época de confinamento e escassez de forragem.

A utilização do bagaço de cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes está na dependência da viabilidade técnica e econômica, levando-se em consideração as vantagens e limitações do seu valor nutritivo (Teixeira et al., 2007).

2.6 – Consumo de matéria seca

Os fatores que regulam o consumo de matéria seca (CMS) nos ruminantes são complexos e pouco compreendidos. No entanto, estimativas precisas do CMS são vitais para a predição da taxa de ganho e para a aplicação das equações para a previsão de exigências nutricionais de bovinos de corte (NRC, 1996). Com o conhecimento do consumo voluntário pode-se planejar adequadamente as rações, atendendo as exigências do animal e minimizando o custo de produção (Alcalde, 2002).

A ingestão de alimento é de importância fundamental na alimentação animal, porque dela vai depender a quantidade total de nutrientes que o animal recebe para crescimento, saúde e produção. A quantidade total de nutrientes absorvidos vai depender do CMS e também da digestibilidade, mas o consumo é responsável pela maior parte das diferenças entre os alimentos (Silva, 2006).

Segundo Alcalde (2002), o potencial de ingestão do animal depende da espécie, sexo, estado fisiológico (manutenção, crescimento, acabamento, reprodução, prenhes ou lactação), tamanho corporal e saúde. Além disso, fatores ambientais, como a temperatura e fotoperíodo bem como manejo dos tratamentos (hormônio ou promotores de crescimento) podem influenciar diretamente na demanda de energia e no potencial de ingestão.

Cunha et al. (2008) afirmaram que entre os fatores envolvidos na regulação do consumo, estão a ingestão de energia pelo animal e a concentração de FDN da dieta – esta é considerada limitante em função de sua lenta degradação e baixa taxa de passagem pelo rúmen. Os fatores físicos estão relacionados com a degradação do alimento e com o fluxo da

digesta pelo rúmen e outras partes do aparelho gastrointestinal, pois, até hoje se mantém a hipótese de que a ingestão é limitada pela capacidade do rúmen (Silva, 2006).

Os métodos de previsão do CMS descritos pelo NRC (1996) destinam-se a fornecer orientações gerais, devido ao fato de não existir uma equação geral que se aplica em todas as situações de produção. Devem-se desenvolver equações de ingestão, específicas para determinada situação ou tipo de produção, tais equações devem contabilizar um maior percentual de variação da ingestão do que seria possível com uma equação generalizada (NRC, 1996).

De acordo com Valadares Filho et al. (2006b), os trabalhos nacionais têm gerado as suas próprias equações de forma isolada, não havendo maior integração dos dados disponíveis. Uma análise mais abrangente de conjuntos de dados independentes, gerados em condições tropicais com animais de grupo genético, sexo, idade e ganho de peso heterogêneo, seria o mais recomendado no sentido de construir e definir equações de predição de CMS para bovinos de corte no Brasil.

Valadares Filho et al. (2006) através de uma revisão completa de 25 trabalhos (teses de doutorado e dissertações de mestrado) desenvolveram algumas equações para predição do consumo de matéria seca de animais da raça Nelore e animais mestiços em condições brasileiras.

3 – MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto foi conduzido na fazenda Lagoa do Guaporé e no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia do *Campus* Universitário de Pontes e Lacerda pertencente à Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). A fazenda está localizada no Município de Pontes e Lacerda – MT, situada a 15° 19.05' de latitude Sul e 59° 13.26' de longitude Oeste e a uma altitude de 295 metros.

A instalação onde foi realizado o experimento era composta por 4 baias coletivas, cada baia possuía 140 m² de área total, 8 metros lineares de cocho e um bebedouro para cada duas baias. As medidas preventivas para controle das parasitoses e doenças foram: aplicação de vermífugo e aplicação de vacina contra *Clostridium* sp.

Foram utilizados 32 novilhos inteiros da raça Nelore, com idade média de 36 meses e com peso corporal vivo (PCV) inicial médio de 424 ± 25 kg, em um ensaio de desempenho animal em sistema de confinamento. Os animais estavam identificados individualmente por brincos plásticos. Os novilhos foram alojados ao acaso em baias coletivas com capacidade para oito novilhos cada (formando quatro grupos de oito animais), e alimentados com quatro diferentes dietas por 65 dias (21 de julho de 2008 a 23 de setembro de 2008).

Os novilhos passaram por um período de adaptação de 15 dias, visando à adaptação aos alimentos e a redução dos efeitos do ganho compensatório. Neste período, a ração foi aumentada a cada cinco dias, até atingir os níveis previstos nos tratamentos.

Os alimentos concentrados utilizados na composição das rações experimentais foram o caroço de algodão, farelo de soja e casca do grão de soja e como alimento volumoso foi utilizado o bagaço da cana-de-açúcar hidrolisado com cal microprocessado. A composição química e bromatológica dos alimentos está demonstrada na Tabela 5.

As rações experimentais foram formuladas para conter os seguintes níveis 0%; 10%; 20% e 30% de inclusão do caroço de algodão (CA) em substituição ao farelo de soja. As rações experimentais foram compostas de 15% de bagaço de cana-de-açúcar e 85% de concentrado (Tabela 6).

As rações foram balanceadas para conter 13,5% de proteína bruta (isoprotéica) e 67,0% de nutrientes digestíveis totais (isoenergética) de acordo com Valadares Filho et al. (2006b). Os novilhos tiveram livre acesso à água, o sal mineral foi balanceado no concentrado. O consumo de matéria (MS) das rações experimentais foi calculado para 2,5% do PCV, segundo

Valadares Filho et al. (2006b), para novilhos inteiros com 400 kg de PCV e ganho de peso médio diário de 1,30 kg/dia.

Tabela 5. Composição química e bromatológica dos alimentos utilizados para compor as rações experimentais

Alimento	% na MS							
	MS (%)	MO	PB	EE	FDN	MM	CHOT ¹	NDT ²
Bagaço de cana-de-açúcar	54,08	95,76	1,60	1,49	88,44	4,24	92,66	43,52
Casca do grão de soja	90,28	96,20	19,11	17,02	69,24	3,80	82,52	68,77
Caroço de algodão	90,17	95,80	10,92	2,37	53,34	4,20	60,07	81,92
Farelo de Soja	88,16	93,34	49,41	1,59	20,13	6,66	42,34	81,54
Calcário ²	99,27	0,46	--	--	--	97,33	--	--
Premix ³	99,00	1,00	--	--	--	99,00	--	--
Sal branco ²	99,07	10,71	--	--	--	89,29	--	--

MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; MM: matéria mineral; ¹CHOT: carboidratos totais (Fonte: Snifeen et al., 1992) e NDT: nutrientes digestíveis totais ²(Fonte: Valadares Filho et al., 2006b); ³ Valor apenas ilustrativo.

Os novilhos foram pesados antes da primeira refeição do dia (jejum de 12 horas) para entrarem no período de adaptação. No período experimental foram efetuadas três pesagens, uma inicial e uma a cada 25 dias. Para as pesagens os novilhos foram submetidos a um jejum de 12 horas. Todas as pesagens foram feitas por meio de balança eletrônica digital. Os valores dos pesos corporais dos novilhos foram utilizados para o ajuste do consumo de MS durante o período de avaliação experimental.

Os animais receberam o bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado e o concentrado três vezes ao dia às 07h00min, 12h00min e às 17h00min. Durante a condução do período de avaliação experimental foram realizadas amostragens do bagaço da cana-de-açúcar para posterior análise química dos nutrientes. As sobras das rações foram coletadas diariamente, antes da primeira alimentação da manhã, durante todo o período experimental. A cada três dias foram coletadas aproximadamente 10% do total das sobras de cada grupo de animais, e foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas para posteriores análises química.

Tabela 6. Composição percentual e química das rações experimentais

Alimentos	Níveis de inclusão de caroço de algodão (%) nas rações experimentais			
	0	10	20	30
<i>Composição percentual</i>				
Bagaço de cana-de-açúcar	15,0	15,0	15,0	15,0
Casca do grão de soja	73,1	66,7	59,9	52,7
Caroço de algodão	0,0	10,2	20,4	30,6
Farelo de Soja	10,2	6,4	2,1	0,0
Calcário	0,85	0,85	0,85	0,85
Premix	0,425	0,425	0,425	0,425
Sal branco	0,425	0,425	0,425	0,425
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
<i>Composição química (% na MS)</i>				
<i>Variáveis</i>				
Matéria seca (MS)	84,72	84,81	84,88	84,96
Materia orgânica (MO)	93,97	94,11	94,23	94,35
Proteína bruta (PB)	13,26	12,62	12,15	11,84
Extrato etéreo (EE)	2,12	3,64	5,16	6,68
Fibra em detergente neutro (FDN)	65,93	66,19	66,24	66,08
Matéria mineral (MM)	6,01	5,87	5,75	5,63
Carboidratos totais (CHOT)	78,61	77,86	76,93	75,84
Nutriente digestíveis totais (NDT)	65,12	65,97	66,88	67,84

Rações formuladas segundo os valores de composição química encontrados na Tabela 5.

A conversão alimentar foi obtida por meio da média do consumo de MS do grupo de oito novilhos (baia) dividido pelo ganho de peso médio diário de cada novilho submetido às diferentes rações experimentais, conforme a equação a seguir:

$$\text{Conversão alimentar} = \frac{\text{Consumo médio diário de MS do grupo de oito novilhos (baia)}}{\text{Ganho de peso médio diário de cada novilho}}$$

O bagaço de cana-de-açúcar e as sobras passaram primeiramente pelo processo de pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 60⁰ C por 72 horas até obtenção do peso constante. A determinação do teor de MS dos alimentos e das sobras de ração estudadas foi realizada em estufa a 100 - 105⁰ C (por aproximadamente 12 horas). O teor de nitrogênio dos alimentos estudados e das sobras foi obtido pelo método semi-micro-Kjeldahl, usando 6,25 como fator de conversão para PB. A determinação de matéria mineral (MM) foi realizada pelo método

por incineração em mufla a 600⁰ C e o teor de EE foi determinado pela extração em éter de petróleo, segundo recomendações de Silva e Queiroz (2002). A determinação da fibra em detergente neutro (FDN) dos alimentos e das sobras foi realizada de acordo com Van Soest et al. (1991). Essas análises de composição química dos alimentos foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal do *Campus* Universitário de Pontes e Lacerda (UNEMAT).

A partir dos resultados das análises de proteína (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) foi feito o cálculo dos carboidratos totais (CHOT), de acordo com a equação de Snifeen et al. (1992): $CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$.

Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro rações experimentais (0%; 10%; 20%; e 30% de inclusão de caroço de algodão) e 8 repetições/tratamento (animais). As variáveis analisadas para comparar o desempenho animal foram: ganho de peso médio diário, consumo de nutrientes e conversão alimentar.

A análise das variáveis estudadas foi interpretada por meio de análise de variância no programa Sistema de Análise Estatística e Genética - SAEG (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 1997). As diferenças observadas para os níveis de inclusão de caroço de algodão foram determinadas por análise de regressão considerando 5% de significância.

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ij} = B_0 + B_1 X_{ij} + B_2 X_{ij}^2 + E_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} = variáveis dependentes;

B_0, B_1, B_2 = parâmetros da equação a serem estimados;

X_{ij} = variável independente na repetição j no tratamento i;

E_{ij} = erro experimental associado a cada observação.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de inclusão de 0%; 10%; 20% e 30% de caroço de algodão (CA) nas rações não influenciaram ($P > 0,05$) o consumo de MS, MO, FDN, MM e CHOT expressos em percentagem do peso corporal (% PC) como demonstrado na Tabela 7. Entretanto, foi observado que o consumo de MS expresso em quilograma por quilograma de peso metabólico ($\text{kg/kg}^{0,75}$) apresentou efeito linear crescente com a inclusão de caroço de algodão nas rações. Este efeito pode ter ocorrido devido ao aumento de EE nas rações, podendo ter favorecido a maior aceitabilidade das mesmas com maiores níveis de CA devido à diminuição da pulverulência das rações em relação ao controle com 0% de inclusão de CA.

O consumo de MO expresso em $\text{kg/kg}^{0,75}$ apresentou um efeito cúbico ($P < 0,05$) com a inclusão de CA nas rações, este efeito provavelmente ocorreu devido a variação numérica observada no consumo de MS (kg/dia).

Foi observado uma resposta linear decrescente ($P < 0,05$) para o consumo de PB expresso em % PC e $\text{kg/kg}^{0,75}$ com o aumento da inclusão de CA nas rações. O efeito pode ter ocorrido devido os valores de PB das rações totais terem apresentado uma diferença de aproximadamente 10,7 % (Tabela 6) entre a ração com 0% de CA e a ração com 30% de CA.

De acordo com Cavalcante et al. (2005) a ausência de efeito dos níveis de proteína sobre o consumo pode estar relacionada às quantidades de compostos nitrogenados presentes nas dietas, que foram suficientes para atender as exigências dos microorganismos ruminais. Esses mesmos autores sugeriram que dietas de bovinos de corte em terminação, com peso corporal próximo de 400 kg, contendo 10,5% de PB, garantem desempenho satisfatório. Obeid et al. (2005) encontraram nível ótimo de proteína na dieta de 11%, para animais com peso vivo médio inicial de 380 kg, garantindo ganhos de peso de aproximadamente 1,4 kg/dia .

Os aumentos dos níveis da inclusão de CA, promoveram um efeito linear crescente ($P < 0,05$) para o consumo de EE expresso em % PC e $\text{kg/kg}^{0,75}$. Este consumo linear crescente de EE provavelmente ocorreu em razão dos altos teores de EE das rações com maiores níveis de inclusão de CA, como pode ser observado na Tabela 6. Pode ser observado, na Tabela 6, que a ração com 30% de inclusão de CA continha um teor de aproximadamente 215% a mais de EE em relação à ração com 0% de inclusão de CA.

Segundo Muller et al. (2005) quando a baixa densidade energética da dieta basal limita o desempenho animal, o aumento da densidade energética através da elevação do teor EE pode aumentar o consumo de energia e, conseqüentemente, aumentar a taxa de ganho de peso.

Tabela 7 - Consumo médio diário por animal de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), matéria mineral (MM) e carboidratos totais (CHOT), das rações experimentais

Variáveis	Níveis de inclusão de caroço de algodão				Regressão	CV%
	0%	10%	20%	30%		
Consumo de matéria seca (MS)						
kg/kg ^{0,75}	0,112	0,114	0,114	0,114	1	1,16
% Peso corporal	2,40	2,44	2,43	2,44	Y = 2,43	4,26
kg/dia	11,39	11,81	11,63	11,77	-	-
Consumo de matéria orgânica (MO)						
kg/kg ^{0,75}	0,105	0,108	0,107	0,108	2	1,04
% Peso corporal	2,25	2,30	2,29	2,30	Y = 2,29	4,13
kg/dia	10,67	11,09	10,94	11,08	-	-
Consumo de proteína bruta (PB)						
kg/kg ^{0,75}	0,016	0,015	0,015	0,014	3	1,05
% Peso corporal	0,34	0,32	0,31	0,31	4	4,20
kg/dia	1,61	1,57	1,50	1,48	-	-
Consumo de extrato etéreo (EE)						
kg/kg ^{0,75}	0,002	0,004	0,006	0,008	5	0,97
% Peso corporal	0,05	0,09	0,13	0,17	6	3,88
kg/dia	0,25	0,45	0,64	0,83	-	-
Consumo de fibra em detergente neutro (FDN)						
kg/kg ^{0,75}	0,072	0,074	0,074	0,074	7	1,04
% Peso corporal	1,54	1,58	1,57	1,57	Y = 0,1,57	4,13
kg/dia	7,31	7,64	7,52	7,58	-	-
Consumo de matéria mineral (MM)						
kg/kg ^{0,75}	0,007	0,007	0,007	0,007	Y = 0,007	1,05
% Peso corporal	0,15	0,15	0,15	0,15	Y = 0,15	4,19
kg/dia	0,71	0,72	0,69	0,69	-	-
Consumo de carboidrato total (CHOT)						
kg/kg ^{0,75}	0,087	0,088	0,086	0,085	8	1,04
% Peso corporal	1,86	1,88	1,84	1,82	Y = 01,85	4,15
kg/dia	8,82	9,07	8,81	8,72	-	-

¹ Y=0,112711+0,00057359X R²=18,5; ² Y=0,105034+0,000619801X-0,0000425072X²+0,000000829802X³ R²=54,0; ³ Y=0,0156542-0,0000454252X R²=77,9; ⁴ Y= 0,0159871-0,00426681X R²=35,4; ⁵ Y=0,00233592+0,000187552X R²=99,8 ⁶ Y=0,238416+0,0193347X R²=99,2; ⁷ Y=7,25739+0,000043787X R²= 20,6; ⁸ Y=0,08700653+0,00005794X-0,00000509605X² R²=45,4

Quilograma/ quilograma metabólico (kg/kg^{0,75}), %PC: % do peso corporal; CV: coeficiente de variação.

Para o consumo de FDN expresso em $\text{kg/kg}^{0,75}$ foi observado um efeito linear crescente ($P < 0,05$) com a inclusão de CA nas rações. Isto é possível, visto que, o maior teor de FDN do CA (53,34% na MS) em relação ao farelo de soja (20,13% na MS) pode ter colaborado para este efeito linear crescente, uma vez que ocorreu a substituição do farelo de soja pelo CA nas rações experimentais.

Foi observado um efeito quadrático positivo ($P < 0,05$) para o consumo de CHOT ($\text{kg/kg}^{0,75}$) com a inclusão de CA nas rações. Podemos relacionar este efeito com a equação de CHOT proposta por Snifteen et al. (1992) onde a variação do teor de PB e EE influenciam na obtenção do teor de CHOT.

Os valores de peso corporal inicial e final, ganho médio total e diário, conversão e eficiência alimentar de novilhos Nelores alimentados com ração contendo níveis de 0%; 10%; 20% e 30% de inclusão de CA podem ser observados na Tabela 8.

Tabela 8 – Médias dos pesos corporal inicial e final, ganho médio total e diário, conversão alimentar, eficiência alimentar de novilhos Nelore confinados

Variáveis	Níveis de inclusão de caroço de algodão				Regressão	CV%
	0%	10%	20%	30%		
Peso corporal inicial (kg)	442,62	446,00	440,87	443,62	$Y = 443,28$	4,11
Peso corporal final (kg)	508,00	520,10	515,00	521,00	$Y = 516,03$	4,58
Ganho médio total (kg/60 dias)	65,00	74,00	74,00	77,00	$Y = 72,50$	19,69
Ganho médio diário (kg/dia)	1,308	1,483	1,485	1,548	$Y = 1,456$	19,92
Conversão alimentar (kg de MS/kg de ganho)	9,36	8,08	8,07	7,85	$Y = 8,34$	21,91
Eficiência alimentar (kg de ganho/kg de MS)	0,11	0,13	0,13	0,13	$Y = 0,13$	19,07

PC=Peso corporal

Não foi observado efeito significativo da inclusão de CA nas rações sobre o peso corporal inicial e final, ganho médio total (GMT) e diário (GMD), conversão e eficiência alimentar (EA) dos novilhos. Entretanto pode ser observado que os novilhos alimentados com a ração com o nível de 30% de CA, apresentaram um valor de ganho médio total e diário de aproximadamente 15,6% superior aos novilhos alimentados com 0% de CA, ou seja, uma diferença de aproximadamente 240 gramas por dia.

Resultados semelhantes aos deste trabalho também foram verificados por Prado et al. (1995), que avaliaram o desempenho de novilhos Nelore confinados com dois níveis de caroço de algodão (15 e 30% da MS) na dieta, associados a cana-de-açúcar ou capim elefante, e não encontraram diferença entre os tratamentos para o GMD e CMS.

Pesce (2008) trabalhando com 48 novilhos da raça Nelore testou a influência de quatro dietas contendo diferentes níveis de CA (0%, 10%, 20% de caroço *in natura* e 20% aquecido em câmara climática) no desempenho e características de carcaça destes animais. O autor concluiu que a inclusão do CA em até 20% da MS não alterou o consumo de MS, mas no final do período experimental os animais apresentaram maior GMD e maior EA em relação ao período inicial do experimento. As características de carcaça não foram influenciadas pela inclusão do CA na dieta.

Para a conversão e eficiência alimentar foi observada uma diferença de aproximadamente 16,1% e 15,4%, respectivamente, entre as rações com 30% e 0% de inclusão de caroço de algodão.

A diferença numérica no GMD e GMT observada para as rações com os diferentes teores de inclusão do CA pode ser devido ao teor crescente de NDT, os quais apresentaram uma variação de aproximadamente 4,0% entre a ração com 0% de CA e a ração com 30% de CA.

5 – CONCLUSÃO

Conclui-se que a inclusão de caroço de algodão nas rações compostas com resíduos agroindustriais (bagaço de cana-de-açúcar, casquinha do grão de soja, e farelo de soja) até 30% não alterou significativamente o consumo dos nutrientes (% PC), o ganho de peso, a conversão e eficiência alimentar de novilhos terminados em confinamento.

A utilização de caroço de algodão na alimentação de novilhos confinados está correlacionada com a viabilidade econômica e disponibilidade deste no mercado.

Novos estudos sobre a inclusão de caroço de algodão em rações com alimentos agroindustriais para novilhos deverão ser realizados.

6 - REFERÊNCIAS

ALCALDE, C. R. Controle do consumo voluntário em ruminantes. In: Curso de Atualização por Tutoria à Distância – ATUALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, Maringá – PR. **Anais...** Maringá: FADEC, [2002]. CD-ROM.

ANUALPEC 2007. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2007. 368p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CONFINADORES (ASSOCON). **Pesquisa de Intenção de Confinamento – Agosto de 2008**. Disponível em: http://www.assocon.com.br/pdf/intencao_de_confinamento_de_agosto_de_2008.pdf. Acesso em: 15/09/2008.

BERNARDES, E. B.; COELHO, S. G.; CARVALHO, H. N.; et al. Efeito da substituição do feno de *Tifton 85* pelo caroço de algodão como fonte de fibra na dieta de bezerros. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 4, p. 955-964, 2007.

CARDOSO, G. C.; GARCIA, R.; SOUZA, A. L. et. al. Desempenho de novilhos Simental alimentados com silagem de sorgo, cana-de-açúcar e palha de arroz tratada ou não com amônia anidra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 2132-2139, 2004 (Supl. 2).

CARVALHO, P. P. **Manual do algodoeiro**. Lisboa: Instituto de Investigação Científica Tropical, 1996. 282p.

CAVALCANTE, M. A. B.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: consumo, digestibilidade total e desempenho produtivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 711-719, 2005.

CHAGAS, G. **Cana hidrolisada garante alimentação bovina no inverno**. Jornal UNESP, Jaboticabal, v. 19, n. 203, 2005. Disponível em: <http://www.unesp.br/aci/jornal/203/cana.php> . Acesso em: 20/10/2008.

CUNHA, M. G. G.; CARVALHO, F. F. R.; VÉRAS, A. S. C. et. al. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 1103-1111, 2008.

EMBRAPA ALGODÃO. **Cultura do algodão herbáceo na agricultura familiar**. 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar/index.htm>. Acesso em: 14/10/2008.

FAMATO. **Diagnóstico da cadeia produtiva agroindustrial da bovinocultura de corte do Estado de Mato Grosso**. Cuiabá: KCM, 2008. 408p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). **Pecuária 2006**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=mt&tema=pecuaria2006>. Acesso em: 15/09/2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). **Produção Agrícola Municipal – Cereais, leguminosas e oleaginosas 2007**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=mt&tema=pamclo2007>. Acesso em: 15/09/2008.

JORGE, F. A. S. **Estudo da adsorção do gossipol existente em óleo de semente de algodão**. 2006. 72p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: UFSM, 2002. 140p.

LANA, R. P. **Nutrição e alimentação animal (mitos e realidades)**. Viçosa: UFV, 2005. 344p.

LEME, P. R.; SILVA, S. L.; PEREIRA, A. S. C.; et al. Utilização do bagaço de cana-de-açúcar em dietas com elevada proporção de concentrados para novilhos nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1786-1791, 2003 (Suplemento 1).

LINHARES, C. M. S. e JUNIOR, J. B. F. S. Alimentos alternativos para ruminantes. **PUBVET**, Londrina, v. 2, n. 34, Ago 4, 2008. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=322>>. Acesso em: 20/10/2008.

MACEDO, L. P. M.; CUNHA, U. S.; VENDRAMIM, J. D. Gossipol: fator de resistência a insetos-praga. **Campo Digital**, Campo Mourão, v. 2, n. 1, p. 34-42, 2007.

MAGGIONI, D.; MARQUES, J. A. Resíduos agroindustriais na alimentação de ruminantes: uma revisão. **PUBVET**, Londrina, v. 2, n. 36, 2008. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=66>>. Acesso em: 05/10/2008.

MARTIN, L. C. T. **Confinamento de bovinos de corte**. 3.ed. São Paulo: Nobel, 1987. 124p.

MARTIN, L. C. T. **Bovinos – volumosos suplementares**. São Paulo: Nobel, 1997. 143p.

MORAIS, J. B. **Substituição do feno de “coastcross” (Cynodon spp) por casca de soja na alimentação de borregas (os) confinadas (os)**. 2003, 63p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MULLER, M.; PRADO, I. N.; JÚNIOR, A. R. L.; et al. Diferentes fontes de gordura sobre o desempenho e características da carcaça de novilhas de corte confinadas. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 131-137, 2005.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of bife cattle**. 7. ed. Washington: National Academy Press, 1996. 234p.

OBEID, J. A.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Níveis de proteína bruta em dietas de bovinos de corte: consumo e desempenho produtivo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD-ROM.

OLIVEIRA, A. S. Casca de soja na alimentação de ruminantes. **Boletim Técnico -Serrana Nutrição Animal**, Fev., 2006. Disponível em: <http://www.serrana.com.br/NutricaoAnimal/BoletimTecnico/PDF/Fevereiro2006.pdf>. Acesso em: 19/10/2008.

OLIVEIRA, S. G. **Utilização de fontes de gordura em dietas com diferentes níveis de fibra para vacas em lactação**. 2001. 88p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.287-309.

PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; et al. Soja grão e caroço de algodão em suplementos múltiplos para terminação de bovinos mestiços em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 484-491, 2002 (suplemento).

PESCE, D. M. C. **Efeito da dieta contendo caroço de algodão no desempenho, características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne de novilhos Nelore confinados.** 2008. 138p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

PRADO, I. N.; BRANCO, A. F.; ZEOULA, L. M. et al. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore confinados, recebendo 15 ou 30% de caroço de algodão, bagaço auto-hidrolisado de cana-de-açúcar e cana-de-açúcar ou capim elefante. **Arquivo de Biologia e Tecnologia**, Maringá, v. 38, n. 2, p. 353-365, 1995.

PRADO, I. N.; NASCIMENTO, W. G. Alimentos alternativos para suplementação de bovinos. In: Curso de Atualização por Tutoria à Distância – ATUALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, Maringá – PR. **Anais...** Maringá: FADEC, [2002]. CD-ROM.

RESTLE, J.; FATURI, C.; FILHO, D. C. A.; et al. Substituição do grão de sorgo por casca de soja na dieta de novilhos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 1009-1015, 2004.

ROGÉRIO, M. C. P.; BORGES, I.; SANTIAGO, G. S.; et al. Uso do caroço de algodão na alimentação de ruminantes. **Arquivo de Ciência Veterinária e Zoologia UNIPAR**, v. 6, n. 1, p. 85-90, jan./jun. 2003.

RUY, D. C.; LUCCI, C. S.; MELOTTI, L.; et al. Degradação da proteína e fibra do caroço de algodão integral (*Gossypium hirsutum* L.) no rumen. **Brazilian Journal of Veterinary Research And Animal Science**, v. 33, p. 276-280, 1996.

SCHMIDT, P. Aditivos químicos e biológicos no tratamento de cana-de-açúcar para alimentação de bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 3., 2008, Maringá. **Anais...** Maringá: Masson, 2008. p. 117.

SILVA, F. M. A.; PENNA, J. C. V.; FORTI, L. C.; et al. Ocorrência de insetos-pragas e seus inimigos e seus inimigos naturais em genótipos de algodoeiro desprovido de glândulas. **Bioscience Journal**, v. 18, n. 2, p. 31-39, 2002.

SILVA, J. F. C. Mecanismos reguladores de consumo. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes.** Jaboticabal: Funep, 2006. p.57-78.

SILVA, M. M. C.; RODRIGUES, M. T.; BRANCO, R. H.; et al. Suplementação de lipídios em dietas para cabras em lactação: consumo e eficiência de utilização de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 257-267, 2007.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 2ª ed., Viçosa, MG: UFV. 2002, 178p.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.10, p.3562-3577, 1992.

TEIXEIRA, A. S. **Alimentos e Alimentação dos Animais**. 5º ed. Lavras: UFLA/Faepe, 2003. 241p.

TEIXEIRA, D. B.; BORGES, I. Efeito do nível de caroço integral de algodão sobre o consumo e digestibilidade aparente da fração fibrosa do feno de braquiária (*Brachiaria decumbens*) em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 2, p. 229-233, 2005.

TEIXEIRA, F. A.; PIRES, A. V.; NASCIMENTO, P. V. N. Bagaço de cana-de-açúcar na alimentação de bovinos. **REDVET. Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 8, n. 6, junho/2007.

VALADARES FILHO, S. C.; AZEVÊDO, J. A. G.; PINA, D. S.; et al. Desenvolvimento de equações para prever o consumo de matéria seca de bovinos nelore e mestiços. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA – ZOOTECH, 11., 2006, Recife. **Anais...** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2006. p. 1-26.

VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2006a, 329p.

VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-corte**. 1. ed. – Viçosa: UFV, DZO, 2006b. 142p.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber, and nostarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.12, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University, 1994.

ZAMBOM, M. A.; SANTOS, G. T.; MODESTO, E. C.; et al. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído, e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 937-943, 2001.

ZAMBOM, M. A.; ALCALDE, C. R.; HASHIMOTO, J. H.; et al. Parâmetros digestivos, produção e qualidade do leite de cabras Saanen recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 309-316, 2007.

ZEOULA, L. M. Alimentos usados na alimentação animal. In: Curso de Atualização por Tutoria à Distância – ATUALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, Maringá – PR. **Anais...** Maringá: FADEC, [2002]. CD-ROM.