

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
TROPICAL**

**Utilização de casca de soja e milho inteiro ou moído como  
alternativa na dieta de bovinos machos super jovens**

**Aline Evangelista Machado Santana**

**ARAGUAÍNA - TO  
2016**



**ALINE EVANGELISTA MACHADO SANTANA**

**Utilização de casca de soja e milho inteiro ou moído como alternativa na dieta de bovinos machos super jovens**

**Tese apresentada para obtenção do título de Doutor, junto ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins.**

**Área de Concentração: Produção Animal**

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vera Lúcia de Araújo**

**ARAGUAÍNA - TO**

**2016**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

S232u Santana, Aline Evangelista Machado .

Utilização de casca de soja e milho inteiro ou moído como alternativa na dieta de bovinos machos super jovens. / Aline Evangelista Machado Santana. – Araguaína, TO, 2016.

150 f.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Doutorado) em Ciência Animal Tropical, 2016.

Orientadora : Vera Lúcia de Araújo

Coorientador: José Neuman Miranda Neiva

1. Consumo de nutrientes digestíveis totais. 2. Maciez. 3. Rendimento de carcaça. 4. Tempo de ruminação. I. Título

**CDD 636.089**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

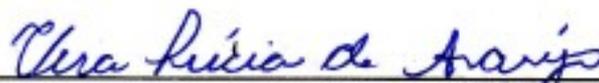
**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

Utilização de casca de soja e milho inteiro ou moído como alternativa na dieta de bovinos machos super jovens

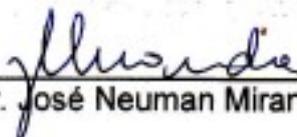
Por

ALINE EVANGELISTA MACHADO SANTANA

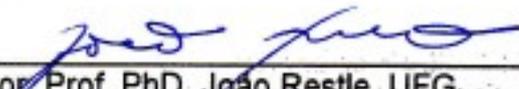
Tese aprovada no dia 27-10-2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor, tendo sido julgado pela Banca Examinadora formada por:



Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vera Lúcia Araújo, UFT



Co-orientador: Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva, UFT



Co-orientador: Prof. PhD. João Restle, UFG



Dr. Ubirajara Oliveira Bilego, COMIGO



Dr. Odislei Fagner Ribeiro Cunha, Nutron

ARAGUAÍNA / TO  
2016

## AGRADECIMENTOS

À Capes e ao CNPq pela concessão do auxílio financeiro da bolsa e para realização das atividades experimentais,

À Universidade Federal do Tocantins, em especial à Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, pelo apoio a realização de meus estudos e pela disponibilização de suas instalações para que este trabalho pudesse ser realizado.

À Agrocria, à COMIGO e ao Frigorífico Boi-Forte pela parceria e confiança.

Aos funcionários da COMIGO, especialmente ao Lucas, Pequeno, Manoel, Magrão e ao Sr. Jurandir, que me ajudaram com tamanha boa vontade e dedicação, mesmo nos finais de semana.

Aos funcionários da Universidade Federal do Tocantins, Fenix e Jorima que contribuíram para a realização deste trabalho, especialmente ao Srs. Elimar, Rosivan, Edivaldo, Osiel e Rafael por seu apoio e compromisso diário com a realização do experimento.

Aos professores da Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, que não mediram esforços para me estimular a buscar cada vez mais o conhecimento.

Ao técnico do laboratório de Nutrição, Adriano, por sua ajuda durante a realização das análises laboratoriais.

A minha orientadora, professora Vera Lúcia Araújo, por sua paciência e por estar sempre disponível para me ajudar.

Ao professor João Restle, por seus conselhos, paciência, dedicação e contribuição ao meu conhecimento profissional e pessoal.

Ao professor José Neuman Miranda Neiva, por sua dedicação irrestrita e por ter acreditado e confiado em mim em momentos que nem mesmo eu acreditava. Tenho muito orgulho de ter tido a oportunidade de trabalhar com o senhor. Muito Obrigada por tudo!!!

Aos meus amigos, Técnicos da UFT-EMVZ, Pedro, Nathani, Thalita, Rejiane, Fernanda e Samantha, que me apoiaram e incentivaram para que este grande objetivo fosse alcançado.

Aos alunos da graduação: Jaqueline, Giulliane, Ithalo, Rhaiza, pois sem vocês este trabalho não teria sido realizado.

Aos alunos da pós-graduação Darley, Rafaela, Gilson, Nádia, Nahuria e Mônica, por sua ajuda e por suas palavras de incentivo.

Ao meu companheiro de pesquisa e de viagem, Wescley, por seu apoio e auxílio em momentos extremamente importantes para a realização deste trabalho.

A minha prima, Thamara, que me recebeu de braços abertos e me apoiou e ajudou de inúmeras maneiras durante a realização deste trabalho. Obrigada!

Aos meus amigos da pós-graduação Wanderson e Raquel que sempre me apoiaram e ajudaram durante estes anos da realização do doutorado. Obrigada pela ajuda, vocês foram maravilhosos.

Aos meus pais, José Balduino e Sueli e à minha irmã Adriane e sobrinho Carlos Eduardo por compreenderem minha ausência e por sempre me apoiarem e incentivarem em cada uma das minhas conquistas. Obrigada!

Ao meu marido Ranildo Costa Santana, por sempre me compreender e apoiar, apesar dos inúmeros momentos em que foi preciso que eu me ausentasse. Por sua ajuda em todos os momentos, inclusive por seu trabalho ao meu lado durante a realização do experimento. Meu amor, muito obrigada!!!

À Deus por sua imensa misericórdia, amor e por jamais me desamparar. Obrigada Senhor por mais esta conquista.

Enfim, à todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, e que devido a algum lapso de memória não foram citadas, meus sinceros agradecimentos.

*“Consulte não seus medos, mas suas esperanças e sonhos. Pense não sobre suas frustrações, mas sobre seu potencial não usado. Preocupe-se não com o que você tentou e falhou, mas com aquilo que ainda é possível a você fazer.”*

*Papa João XXII*

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL .....	8
ABSTRACT .....	9
LISTA DE TABELAS .....	10
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	12
CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	18
1.1 Introdução .....	18
1.2 Casca de soja .....	19
1.2.1 Produção e composição química.....	19
1.2.2 Ambiente ruminal.....	24
1.2.3 Desempenho animal.....	27
1.2.4 Características de carcaça .....	31
1.3 Uso de dietas de alto nível de concentrado .....	33
1.4 Aproveitamento de machos leiteiros para a produção de carne .....	36
1.5 Referências .....	39
CAPÍTULO II – USO DE DIETAS CONTENDO MILHO INTEIRO OU MOÍDO, COM E SEM CASCA DE SOJA NA ALIMENTAÇÃO DE BEZERROS MESTIÇOS LEITEIROS NA FASE DE CRIA.....	50
2.1 Introdução .....	52
2.2 Material e Métodos.....	53
2.3 Resultados .....	58
2.4 Discussão.....	62
2.5 Conclusão .....	67
2.6 Referências .....	68
CAPÍTULO III - DESEMPENHO E INDICADORES SANGUÍNEOS DE BOVINOS MACHOS SUPER JOVENS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO CASCA DE SOJA E MILHO INTEIRO OU MOÍDO .....	73
3.1 Introdução .....	75
3.2 Material e Métodos.....	76
3.3 Resultados .....	81
3.4 Discussão .....	87
3.5 Conclusão .....	93
3.6 Referências .....	94

CAPÍTULO IV – COMPORTAMENTO DE BOVINOS MACHOS SUPER JOVENS ALIMENTADOS COM DIETAS ISENTAS DE VOLUMOSO CONTENDO CASCA DE SOJA E MILHO INTEIRO OU MOÍDO .....	100
4.1 Introdução .....	102
4.2 Material e Métodos.....	103
4.3 Resultados .....	107
4.4 Discussão.....	112
4.5 Conclusão .....	117
4.6 Referências .....	118
CAPÍTULO V - CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E DA CARNE DE BOVINOS MACHOS SUPER JOVENS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO CASCA DE SOJA E MILHO INTEIRO OU MOÍDO .....	122
5.1 Introdução .....	124
5.2 Material e Métodos.....	125
5.3 Resultados .....	130
5.4 Discussão.....	135
5.5 Conclusão .....	140
5.6 Referências .....	141
CAPÍTULO VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	148
CAPÍTULO VII - APÊNDICE.....	149

## RESUMO GERAL

Objetivou-se com este trabalho avaliar a utilização de casca de soja e milho inteiro ou moído na dieta de animais mestiços de origem leiteria. No experimento 1 foram avaliados os efeitos da utilização de dois níveis de casca de soja na dieta (0 e 400,1 g/kg) e de milho inteiro ou moído, em arranjo fatorial 2 x 2, sobre a digestibilidade das dietas e sobre o desempenho e indicadores sanguíneos de bezerros mestiços de origem leiteira durante a fase de aleitamento. Bezerros recém nascidos com kg de peso inicial foram alimentados com os concentrados experimentais a vontade e receberam quatro litros de leite por dia até atingirem 60 dias de idade. A utilização de casca de soja aumentou o consumo de fibra em detergente neutro e reduziu os teores de carboidratos não fibrosos da dieta e de nutrientes digestíveis totais, que também foram reduzidos pela utilização de milho inteiro. Não houve efeito dos fatores sobre a digestibilidade das dietas, o ganho de peso dos animais, os indicadores sanguíneos ou sobre os custos associados à alimentação. No experimento foi avaliado o efeito de dietas exclusivas de concentrado contendo a inclusão de dois níveis de casca de soja (0 e 500,8 g/kg) e de milho inteiro ou moído, em arranjo fatorial 2 x 2, sobre o desempenho, comportamento, indicadores sanguíneos, e características de carcaça e da carne de bezerros não castrados mestiços de origem leiteira, que durante o período de aleitamento não tiveram acesso a alimento volumoso. Os bezerros com idade de 108 dias de idade foram confinados durante 177 dias após adaptação de 21 dias, e abatidos com 9,6 meses. Ao atingirem 8,5 meses de idade foi realizada a avaliação comportamental dos animais durante 48 horas. A forma física do milho não afetou o consumo e a digestibilidade dos nutrientes. A casca de soja aumentou a digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro e reduziu o teor de nutrientes digestíveis totais da dieta, a eficiência alimentar e os custos associados ao ganho de peso. O tempo de ruminação não foi influenciado por nenhum dos fatores, todavia, tempo de mastigação por bolo e o número de mastigações por bolo foi superior para os animais alimentados com dietas que continham milho inteiro. A utilização de casca de soja elevou o tempo de mastigação por bolo e reduziu o número de bolos mastigados por dia. Não houve variação nos pesos de abate e de carcaça, entretanto, ocorreu interação para rendimento de carcaça. A casca de soja aumentou a área do músculo *Longissimus lumborum* e a deposição de músculo na carcaça. Não houve efeito de tratamento sobre as principais características qualitativas da carcaça, todavia a carne foi extremamente macia. A utilização de casca de soja e milho inteiro ou moído possibilita a produção de carne de qualidade e não afeta as principais características quantitativas da carcaça.

**Palavras-chave:** consumo de nutrientes digestíveis totais, ganho de peso total, maciez, rendimento de carcaça, tempo de ruminação

## SOYBEAN HULLS AND WHOLE OR GROUND CORN AS AN ALTERNATIVE IN THE DIET OF YOUNG BOVINE MALES

### ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the use of soybean hulls and whole or ground corn in the diet of crossbred dairy animals. In the experiment 1, the effects of the use of two levels of soybean hulls in the diet (0 and 400.1 g / kg) and of whole or ground maize, in a 2 x 2 factorial arrangement, on the digestibility of the diets and on the Performance and blood indicators of crossbred dairy calves during the lactation phase. Newborn calves weighing 33.01 kg initial weight were fed the experimental concentrates at will and received four liters of milk per day until reaching 60 days of age. The use of soybean hull increased fiber consumption and digestibility in neutral detergent and reduced the nonfibrous carbohydrate levels of the diet and total digestible nutrients, which were also reduced by the use of whole corn. There was no effect of the factors on the digestibility of the diets, the weight gain of the animals, the blood indicators or on the costs associated with feeding. In experiment 2, the effect of exclusive concentrate diets containing the inclusion of two levels of soybean hulls (0 and 500.8 g / kg) and whole or ground corn, in a 2 x 2 factorial arrangement, on the performance, behavior, blood indicators, and carcass and meat characteristics of crossbred dairy calves that during lactation had no access to bulky feed. The 108 days old calves were confined during 177 days, after 21 days of adaptation, and slaughtered at 9.6 months. At 8.5 months calves behavior was assessed during a period of 48 hours. At the end of the experimental period animals were slaughtered in commercial abattoir, and carcass and meat characteristics were evaluated. Corn physical form did not affect nutrients digestibility and consumption. Soybean hulls increased apparent digestibility of neutral detergent fiber, reduced the content of total digestible nutrients of the diet, reduced the feed efficiency and the costs associated with weight gain. The rumination time was not influenced by any of the factors, however, bolus chewing time and the number of chews per bolus was higher for animals fed diets containing whole corn. The use of soybean hulls increased the bolus chewing time and reduced the number of bolus chewed per day. There was no variation in slaughter and carcass weight, however, interaction was observed for carcass yield. The use of soybean hulls increased *Longissimus lumborum* area and muscle deposition in the carcass. There was no treatment effect on the main carcass qualitative characteristics, however, the meat produced by the animals was very tender. The use of soybean hulls and whole or ground corn enables the production of quality meat and does not affect the main carcass quantitative traits.

**Key words:** carcass yield, dairy calves, meat tenderness, rumination time, weight gain

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Composição químico-bromatológica e física da casca de soja .....	20
Tabela 1.2 – Fracionamento dos carboidratos totais do milho e da casca de soja ...	22
Tabela 1.3 – Fracionamento da proteína bruta do milho e da casca de soja .....	23
Tabela 2.1 – Composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados na formulação dos concentrados .....	54
Tabela 2.2 – Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica dos concentrados.....	55
Tabela 2.3 – Consumo de nutrientes de bezerros mestiços leiteiros .....	58
Tabela 2.4 – Coeficientes de digestibilidade aparente e valores de nutrientes digestíveis totais das dietas.....	59
Tabela 2.5 – Desempenho de bezerros mestiços leiteiros .....	60
Tabela 2.6 – Medidas morfométricas de bezerros mestiços leiteiros .....	61
Tabela 2.7 – Custos associados à alimentação de bezerros mestiços leiteiros .....	61
Tabela 2.8 – Indicadores bioquímicos do sangue de bezerros mestiços leiteiros .....	62
Tabela 3.1 – Composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados nas dietas .....	77
Tabela 3.2 – Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas.....	78
Tabela 3.3 – Consumo de nutrientes por machos mestiços super jovens .....	81
Tabela 3.4 – Desdobramento da interação para variáveis com interação significativa .....	82
Tabela 3.5 – Coeficientes de digestibilidade aparente e valores de nutrientes digestíveis totais das dietas utilizadas na alimentação de machos mestiços super jovens.....	83
Tabela 3.6 – Desempenho de machos mestiços super jovens .....	84
Tabela 3.7 – Medidas morfométricas de machos mestiços super jovens .....	85
Tabela 3.8 – Custos associados à alimentação de machos mestiços super jovens .....	86
Tabela 3.9 – Indicadores bioquímicos do sangue de machos super jovens .....	86
Tabela 4.1 – Composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados nas dietas .....	104
Tabela 4.2 – Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas.....	105
Tabela 4.3 – Densidade e consumos das dietas por machos super jovens.....	106
Tabela 4.4 – Comportamento alimentar de machos super jovens .....	108
Tabela 4.5 – Desdobramento da interação para variáveis com interação significativa .....	108
Tabela 4.6 – Comportamento alimentar de machos super jovens em função do período do dia .....	110
Tabela 4.7 – Comportamento de mastigação de machos super jovens.....	111
Tabela 5.1 – Composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados nas dietas .....	126

Tabela 5.2 – Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas.....	127
Tabela 5.3 – Características quantitativas da carcaça de bovinos machos super jovens.....	130
Tabela 5.4 – Desdobramento da interação para os rendimentos de carcaça .....	131
Tabela 5.5 – Composição física da carcaça e química da carne de bovinos machos super jovens.....	132
Tabela 5.6 – Características qualitativas da carcaça e da carne de bovinos machos super jovens.....	133
Tabela 5.7 – Perfil de ácidos graxos de cadeia longa da carne ( <i>Longissimus lumborum</i> ) de bovinos machos super jovens.....	134
Tabela 5.8 – Desdobramento da interação para os ácidos graxos da carne .....	135
Tabela 7.1 – Dados complementares das características de carcaça de bovinos machos super jovens .....	149
Tabela 7.2 – Dados complementares das características da carne de bovinos machos super jovens .....	150

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ACI	Altura da cernelha inicial
ACF	Altura da cernelha final
AGI	Altura da garupa inicial
AGF	Altura da garupa final
AGMI	Ácidos graxos monoinsaturados
AGPI	Ácidos graxos poliinsaturados
AGS	Ácidos graxos saturados
AGV	Ácidos graxos voláteis
ALB	Albumina
ALL	Área do <i>Longissimus lumborum</i>
ALP	Fosfatase alcalina
AST	Aspartato aminotransferase
CA	Conversão alimentar
CAD	Custo com alimentação por dia
CB	Comprimento do braço
CC	Comprimento da carcaça
CCI	Comprimento corporal inicial
CCF	Comprimento corporal final
CCNF	Consumo de carboidratos não fibrosos
CCS	Com casca de soja
CEE	Consumo de extrato etéreo
CF	Carcaça fria
CFDN	Consumo de fibra em detergente neutro
CLA	Ácido linoléico conjugado
CLT	Colesterol total

cm <sup>2</sup>	Centímetro quadrado
CMO	Consumo de matéria orgânica
CMS	Consumo de matéria seca
CNDT	Consumo de nutrientes digestíveis totais
CNF	Carboidratos não-fibrosos
CP	Comprimento da perna
CPB	Consumo de proteína bruta
CQD	Custo por quilograma da dieta
CQG	Custo por quilograma de ganho
CRT	Creatinina
CS	Casca de soja
CT	Carboidratos totais
CT A	Carboidratos rapidamente degradáveis
CT B1	Carboidratos de degradação intermediária
CT B2	Carboidratos potencialmente degradáveis
CT C	Carboidratos não degradáveis ou indigestíveis
CTD	Carboidrato total digestível
CV	Coefficiente de variação
CZ	Cinzas
DACNF	Digestibilidade aparente dos carboidratos não fibrosos
DAEE	Digestibilidade aparente do extrato etéreo
DAFDN	Digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro
DAMO	Digestibilidade aparente da matéria orgânica
DAMS	Digestibilidade aparente da matéria seca
DAPB	Digestibilidade aparente da proteína bruta
EAH	Escore de abscesso hepático
EAMS	Eficiência de alimentação da matéria seca

EC	Espessura do coxão
EE	Extrato etéreo
EED	Extrato etéreo digestível
EGS	Espessura da gordura subcutânea
SEM	Eficiência alimentar da matéria seca
EMVZ	Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia
ENDT	Eficiência alimentar do nutrientes digestíveis totais
EPB	Eficiência alimentar da proteína bruta
ERFDN	Eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro
ERMS	Eficiência de ruminação da matéria seca
ESD	Extrato seco desengordurado
EST	Extrato seco total
FB	Frequência ao bebedouro
FC	Força de cisalhamento
FD	Frequência de defecação
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FDNe	Fibra em detergente neutro efetiva
FDNfe	Fibra em detergente neutro fisicamente efetiva
FM	Frequência de micção
GAC	Ganho de altura de cernelha
GAG	Ganho de altura de garupa
GCC	Ganho de comprimento corporal
g/dl	Gramas/decilitro
g/kg	Gramas/quilograma
GLC	Glicose
GMD	Ganho médio diário

GPB	Ganho de perímetro do braço
GPT	Ganho de perímetro torácico
GPT	Ganho de peso total
Kg/d	Quilograma por dia
Kg/h	Quilograma por hora
Mcal/kg	Mega calorias/quilograma
M/G	Relação músculo:gordura
mg/dl	Miligramma/decilitro
MI	Milho inteiro
Min/d	Minutos por dia
M/O	Relação músculo:osso
Mm	Milímetros
mM	Milimolar
MM	Matéria mineral
MM	Milho moído
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria seca
MS/h	Matéria seca/hora
NBMD	Número de bolos mastigados por dia
NDT	Nutrientes digestíveis totais
NIDA	Nitrogênio indigestível em detergente ácido
NIDN	Nitrogênio indigestível em detergente neutro
NMMD	Número de mastigações meréricas por dia
NMMB	Número de mastigações meréricas por bolo
PA	Peso de abate
PAG	Ponta de agulha
PB	Proteína bruta

PB	Perímetro do braço
PB A	Nitrogênio não protéico
PB B1	Proteína rapidamente degradável
PB B2	Proteína de degradação intermediária
PB B3	Proteína lentamente degradável
PB C	Proteína não degradável no rúmen
PBD	Proteína bruta digestível
PBI	Perímetro do braço inicial
PBF	Perímetro do braço final
PC/O	Relação porção comestível:osso
PCF	Peso da carcaça fria
PCQ	Peso da carcaça quente
PCQI	Peso de carcaça quente integral
PF	Peso final
pH	Potencial hidrogeniônico
PI	Peso inicial
Pr	Período
PT	Proteína total
PTI	Perímetro torácico inicial
PTF	Perímetro torácico final
PV	Peso vivo
QR	Quebra no resfriamento
RCF	Rendimento da carcaça fria
RCQ	Rendimento da carcaça quente
RCQI	Rendimento de carcaça quente integral
RG	Recortes de gordura
RGPCQI	Relação recorte de gordura:peso de carcaça quente integral

SCS	Sem casca de soja
TA	Tempo de alimentação
TGL	Triglicerídeos
TO	Tempo em ócio
TOA	Tempo em outras atividades
TR	Tempo de ruminação
TMB	Tempo de mastigação por bolo
TMD	Tempo de mastigação por dia
UFT	Universidade Federal do Tocantins
U/L	Unidades internacionais por litro
UI	Unidades internacionais
UM	Umidade
UR	Uréia
$\omega$ 3	Ácido $\alpha$ -linolênico
$\omega$ 6	Ácido linoléico
$\gamma$ -L	Ácido $\gamma$ -linolênico

## CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1.1 Introdução

Apesar do alimento volumoso permitir o estabelecimento de ambiente ruminal favorável para o desenvolvimento microbiano, promovendo moderadas flutuações no pH ruminal durante o processo de digestão (VAN SOEST, 1994), frequentemente sua utilização em alta proporção, impede a ingestão de energia suficiente para promover ganhos de peso elevados que possibilitem a redução na idade de abate dos animais (MISSIO et al., 2009). Desta forma, as dietas utilizadas na produção de ruminantes em sistema confinado tem apresentado teor de concentrado cada vez mais elevado em detrimento ao fornecimento de alimento volumoso (CARVALHO et al., 2007).

Todavia, o custo associado à utilização de alimento concentrado tem se tornado cada vez mais alto devido, principalmente, ao aumento da utilização de alimentos como o milho e a soja na produção de biocombustíveis (WALLINGTON et al., 2012). Estes alimentos correspondem aos principais ingredientes utilizados nas dietas de animais ruminantes e monogástricos, sendo que variações em seu valor de mercado afetam diretamente os custos de produção (ZAMBOM et al., 2013). Além disso, cerca de 70% dos gastos com a produção em confinamento são realizados com a compra de alimentos e aproximadamente dois terços destas despesas estão associadas à utilização de alimento concentrado (PACHECO et al., 2006).

Entretanto, se associarmos a alta produção mundial de grãos como a soja, que na safra de 2012/2013 chegou a 267,9 milhões de toneladas, de acordo com a United States Department of Agriculture (USDA, 2013), com o fato de que, durante o processamento destes grãos é produzida uma quantidade muito alta de subprodutos que possuem grande potencial para serem usados na formulação de dietas para ruminantes (EZEQUIEL et al., 2006), torna-se possível buscar alternativas que reduzam os custos com alimentação de ruminantes sem prejudicar sua qualidade (ZAMBOM et al., 2001; ZAMBOM et al., 2013).

Como estes animais são capazes de aproveitar alimentos ricos em hemicelulose e celulose é importante explorar esta habilidade através da utilização de subprodutos ricos em fibra, como a casca de soja, já que este alimento, além de

não concorrer com a alimentação humana, possui valor comercial inferior aos alimentos tradicionalmente usados na alimentação animal (ZAMBOM et al., 2013).

Além disso, outra alternativa ao uso de dietas convencionais é a utilização de grãos com baixo nível de processamento, que corresponde a uma característica que tem permitido a obtenção de resultados satisfatórios quanto ao desempenho dos animais, além de resultar em uma possível redução nos custos com a alimentação (CAETANO et al., 2015; GOROCICA-BUENFIL; LOERCH, 2005; KATSUKI, 2009; MARQUES et al., 2015; OLIVEIRA, 2012; CUNHA, 2014).

Desta forma, objetivou-se com este trabalho obter informações sobre a composição da casca de soja e o efeito de sua utilização associada ao grão inteiro na dieta de ruminantes.

## **1.2 Casca de soja**

### **1.2.1 Produção e composição química**

A casca de soja corresponde a um tegumento que é separado do grão de soja pela indústria durante seu processamento para extração do óleo (GOMES et al., 2012). Esta separação se faz necessária devido ao cumprimento de leis internacionais que estabelecem que um teor mínimo de proteína bruta (PB) deve estar presente no farelo de soja, sendo que a permanência da casca no grão resultará em um farelo com reduzido teor protéico (RHEE, 2000).

Ao chegar à indústria, o grão de soja passa por um processo de limpeza e classificação, em seguida têm seu teor de matéria seca (MS) reduzido, que associado à quebra parcial do grão, facilitará sua descamação. A casca é então removida do embrião do grão por aspiração, o que resulta em uma mistura de tegumento e embrião de diversos tamanhos. Esta mistura é então submetida a uma descamação secundária, que permite a devolução de parte do embrião que permanecia associado ao tegumento, aos grãos inicialmente processados (BLASI et al., 2000).

A casca de soja é então torrada, para permitir a inibição da atividade da uréase, e moída para que possa alcançar o tamanho desejado, podendo ser comercializada em seguida a granel ou peletizada, o que aumenta sua densidade e

permite a redução nos custos com seu transporte (BLASI et al., 2000). O resultado final deste processo é a produção de 180 kg de óleo, 700 kg de farelo de soja e 50 kg casca de soja para cada mil quilos de soja processada, com base nos dados apresentados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2013).

Considerando que a produção brasileira de soja na safra de 2012/2013 foi de 82,6 milhões de toneladas (CONAB, 2013) e que a casca de soja representa cerca de 7% do peso do grão (RESTLE et al., 2004), é possível estimar uma produção anual de aproximadamente 5,78 milhões toneladas de casca de soja.

Tabela 1.1 – Composição químico-bromatológica e física da casca de soja

Variáveis, em g/kg MS	Costa et al. (2012)	Ferreira et al. (2011a)	Gentil et al. (2011)	Macedo et al. (2008)	Santos et al. (2008)	NRC (2001)
MS <sup>1</sup>	869,00	894,00	898,00	925,00	930,00	900,00
MO	955,70	962,00	951,00	-	955,30	-
PB	116,30	104,00	109,00	113,00	121,30	-
EE	12,00	8,00	-	13,60	24,20	-
CT	827,40	-	-	-	809,80	-
CNF	105,80	107,00	-	-	-	-
FDN	721,60	743,00	744,00	685,60	670,40	603,00
FDNe <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	280,00
FDNfe <sup>3</sup>	-	183,00	190,00	-	-	-
FDA	410,50	529,00	-	-	-	446,00
Hemicelulose	311,10	214,00	-	-	-	-
NDT	-	-	-	720,00	-	673,00
Tamanho de Partícula, g/kg						
> 1,18 cm	-	247,00	255,00	-	-	-
< 1,18 cm	-	753,00	745,00	-	-	-

<sup>1</sup>MS: em g/kg da matéria orgânica; <sup>2</sup>FDNe: em g/kg da FDN; <sup>3</sup>FDNfe: em g/kg da FDN; MS - Matéria seca; MO - Matéria orgânica; PB - Proteína Bruta; EE - extrato etéreo; CT - Carboidratos totais; CNF - Carboidratos não fibrosos; FDN - Fibra em detergente neutro; FDNe - Fibra em detergente neutro efetiva; FDNfe - Fibra em detergente neutro fisicamente efetiva; FDA - Fibra em detergente ácido; NDT - Nutrientes digestíveis totais.

Este produto se caracteriza por apresentar elevado teor de MS (902,60 g/kg) (Tabela 1.1) e fibra em detergente neutro (FDN) (702,40 g/kg), entretanto, possui reduzidas proporções de PB (112,70 g/kg) e extrato etéreo (14,4 g/kg) (NRC, 2001; SANTOS et al., 2008; MACEDO et al., 2008; GENTIL et al. 2011; FERREIRA et al., 2011a; COSTA et al., 2012), o que faz com que seja utilizada como fonte de alimento energético.

Apesar de ser classificada como alimento energético, o teor de PB presente na casca de soja é superior ao encontrado no milho, o que contribui para reduzir os custos com o fornecimento de proteína verdadeira (HASHIMOTO et al., 2007a), que são extremamente elevados, sendo que sua redução pode viabilizar o sistema produtivo (ZINGUER et al., 2012). Já o teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) presentes na casca de soja é inferior ao encontrado no milho (673,0 g/kg e 850 g/kg, respectivamente (NRC, 2001)), o que irá reduzir os valores de energia presentes nas dietas com casquinha quando comparadas as que utilizam apenas o milho como fonte de alimento energético (LÖEST et al., 2001; EZEQUIEL et al., 2006).

Além disso, é importante ressaltar que a casca de soja possui baixos níveis de carboidratos não fibrosos (106,40 g/kg) (CNF), que correspondem a importantes precursores gliconeogênicos, além de ser a fração da dieta de ruminantes com maior teor de energia (VAN SOEST, 1994). Desta forma, o baixo teor de CNF da casca de soja contribui para o reduzido valor de NDT deste alimento (NRC, 2001) quando comparado ao milho que possui mais de 740,0 g/kg de CNF em sua composição (HASHIMOTO et al., 2007a).

Os resultados encontrados na literatura indicam que apesar do elevado teor de FDN apresentado pela casca de soja, este alimento possui baixo teor de FDN efetiva (FDNe), que corresponde a cerca de 28% do FDN total (NRC, 2000). De acordo com Van Soest (1994) o FDNe corresponde ao teor de FDN que possui a capacidade de manter o ambiente ruminal saudável, visto que não estimula a produção de ácidos fortes como o ácido lático. Todavia, o FDN fisicamente efetivo (FDNfe) está associado às características da fibra e à sua influência no processo de ruminação. Desta forma, o baixo teor de FDNfe da casca de soja (186,5 g/kg FDN) está associado ao reduzido tamanho de partícula deste alimento, sendo que de acordo com Gentil et al. (2011) e Ferreira et al. (2011a) cerca 750 g/kg de suas partículas possuem tamanho inferior a 1,18 mm, que representa o tamanho de partícula limite para o estímulo da ruminação (VAN SOEST, 1994).

Quando se considera o perfil de aminoácidos limitantes para bovinos na casca de soja, observa-se que esta possui níveis baixos de metionina (1,16% PB) e elevados de lisina (6,27% PB) quando comparados com o milho (2,13 e 2,84% PB, respectivamente) (NRC, 2001). Já as porcentagens de minerais presentes neste alimento são elevadas, com teores de cálcio de 6,3 g/kg da MS e magnésio de 2,5 g/kg da MS, tornando-se, portanto um alimento interessante para ser usado em vacas no início do período de lactação, visto que dietas com esta característica minimizam os riscos de ocorrência de hipocalcemia nestes animais (NRC, 2001).

Além das variáveis já mencionadas é importante conhecer o perfil de carboidratos e proteínas presentes na casca de soja, o que torna possível melhorar sua prática de utilização, favorecendo a degradação da dieta pelos microrganismos ruminais (FRANSEN et al., 2000). Estes resultados são apresentados em trabalho desenvolvido por Hashimoto et al. (2007a) que observaram distinção entre o perfil de carboidratos presentes no milho e na casca de soja (Tabela 1.2).

Tabela 1.2 – Fracionamento dos carboidratos totais do milho e da casca de soja

Fração	Milho	Casca de Soja
CT, g/kg MS	869,50	749,00
A, % CT	2,36	23,87
B1, % CT	84,09	0,19
B2, % CT	9,82	55,89
C, % CT	3,74	20,05

CT - carboidratos totais, A -: Carboidratos rapidamente degradados; B1 - Carboidratos de degradação intermediária; B2 - Carboidratos potencialmente degradáveis e C - Carboidratos não degradáveis ou indigestíveis. Fonte: Hashimoto et al. (2007a)

Os autores observaram que mais de 50% dos carboidratos totais presentes na casca de soja estão na fração B2 que corresponde àqueles carboidratos que apresentam taxa de degradação lenta, ao contrário do milho que possui 84% dos carboidratos totais na fração B1 que apresenta taxa de degradação mais rápida que a da fração B2. Segundo os autores, apesar do teor considerável da fração C na casca de soja, o fato de apresentar maior fração B2 permite o estabelecimento de um ambiente ruminal favorável para o desenvolvimento da flora celulolítica, visto que

sua degradação mais lenta não resulta em queda rápida do pH ruminal (HASHIMOTO et al., 2007a).

Esta alta proporção de carboidratos totais degradáveis no rúmen, quando se compara a casca de soja com outros alimentos com teor de FDN similar, se deve ao fato da casca de soja possuir baixa proporção de ácidos felúrico e p-cumárico que são os principais monômeros envolvidos na ligação da hemicelulose e da lignina e que promovem redução em sua digestibilidade (MIRON; YOSEF; BEM-CHEDALIA, 2001). Estes ácidos fazem parte da constituição da lignina que é o principal componente da parede celular que limita a digestão dos carboidratos estruturais no rúmen (VAN SOEST, 1994) e que compõe aproximadamente 2 g/kg da MS da casca de soja (NRC, 2001). Já a elevada fração A se deve ao fato da casca de soja ser rica em pectina, um carboidrato estrutural rapidamente fermentável que corresponde a 620 g/kg da fração de CNF da casca de soja (NRC, 2001).

Ao fracionarem a proteína bruta presente na casca de soja (Tabela 1.3) Hashimoto et al. (2007a) observaram que este alimento possui alta porcentagem da fração A, o que favorece a utilização destas frações para produção de proteína microbiana quando a casca de soja é utilizada em dietas com alto teor energético. Todavia, o fato de possuir aproximadamente 31,61% da fração B2 permite que ao ser usada em dietas ricas em alimento volumoso, ocorra sincronismo na utilização de carboidratos e proteína pelos microrganismos ruminais, embora apresente níveis de proteína indigestível elevados.

Tabela 1.3 – Fracionamento da proteína bruta do milho e da casca de soja

Fração	Milho	Casca de Soja
PB, g/kg MS	8,38	15,45
A, % PB	18,83	35,22
B1, % PB	13,7	8,19
B2, % PB	60,92	31,61
B3, % PB	3,03	15,46
C, % PB	3,52	9,52

PB - proteína bruta; A - nitrogênio não protéico; B1 - proteína rapidamente degradável; B2 - proteína de degradação intermediária; B3 - proteína lentamente degradável no rúmen e C - proteína não degradável no rúmen. Fonte: Hashimoto et al. (2007a)

### 1.2.2 Ambiente ruminal

Apesar de o milho ser um alimento altamente energético, resultando em elevado desempenho em animais que consomem dietas ricas em concentrado, sabe-se que sua utilização nestas dietas afeta de forma negativa o ambiente ruminal (FERREIRA et al., 2011a). Isso se deve ao fato do milho apresentar elevado teor de CNF que normalmente favorecem a queda do pH ruminal por possuir alta taxa de fermentação (CANNAS et al., 2013). Desta forma, quando se aumenta o teor de carboidratos estruturais na dieta por meio da utilização da casca de soja pode haver alterações benéficas no ambiente ruminal, favorecendo o crescimento microbiano, o que resulta em melhoria na eficiência de utilização dos nutrientes (AMORIM et al., 2008).

Segundo Cannas et al. (2013) a utilização de dietas com menor porcentagem de CNF, devido à inclusão de casca de soja, promove redução na energia líquida da dieta, todavia permite maior digestibilidade da FDN (DAFDN), visto que a casca de soja apresenta alta concentração de fibra altamente digestível (VAN SOEST, 1994), além de não prejudicar a digestão da fibra, como normalmente ocorre quando se utiliza dietas ricas em amido que produzem um ambiente desfavorável ao desenvolvimento das bactérias celulolíticas (FERREIRA et al., 2011a). Desta forma, sua utilização resulta em maior estabilidade do ambiente ruminal durante o processo de fermentação e reduz a ocorrência de distúrbios ruminais e metabólicos de forma semelhante à obtida em dietas ricas em alimento volumoso (MÜLLER; PRADO, 2005; HASHIMOTO et al., 2007a).

Estes resultados podem ser confirmados na revisão realizada por Ipharraguerre e Clark (2003). Ao revisar 20 trabalhos que testaram a casca de soja, os autores observaram que a utilização de casca de soja em substituição ao milho promove aumento no pH ruminal. Ferreira et al. (2011a) observaram ainda que a inclusão da casca de soja além de aumentar a DAFDN e o pH ruminal, permite menor variação no pH ruminal após o fornecimento do alimento, o que indica uma redução nos efeitos adversos provocados na digestibilidade da fibra em dietas ricas em amido.

Isso porque em condições de pH inferior a 6,2 (KOZLOSKI, 2011) as bactérias fibrolíticas aumentam sua exigência de manutenção ao tentar controlar seu pH interno e desta forma, reduzem sua atividade resultando em diminuição no

consumo de matéria seca (CMS) pelo animal e na DAFDN (RUSSELL; WILSON, 1996). Entretanto, mesmo em condições em que não são observadas alterações no CMS é possível verificar alteração na estabilidade ruminal quando são utilizadas dietas com elevado nível de amido (GALATI, 2004). Desta forma, torna-se necessário realizar um longo período de adaptação dos animais à dieta, enquanto que aquelas que apresentam casca de soja aparentemente necessitam de um menor tempo de adaptação devido à presença de fibra de boa qualidade (EZEQUIEL et al., 2006).

Quando utilizada em dietas com alta porcentagem de volumoso, a utilização da casca de soja aumenta a digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS) e da matéria orgânica (DAMO), o que corresponde a uma consequência do aumento na DAFDN, visto que a fibra presente na casca de soja apresenta melhor qualidade que a fibra de um alimento volumoso (GENTIL et al., 2011). Todavia, em dietas com baixa porcentagem de volumoso, apesar do aumento na DAFDN, parece haver variação nos resultados encontrados na literatura sobre o efeito da utilização da casca de soja na DAMS e na digestibilidade aparente da proteína bruta (DAPB) (HASHIMOTO et al., 2007a; MENDES et al., 2010; FERREIRA et al., 2011a).

Ferreira et al. (2011a) não observaram variação nas DAMS ou DAPB com a inclusão de até 31% de casca de soja em dietas com baixa relação volumoso:concentrado (10:90), sendo que no presente trabalho, a fonte de volumoso utilizada foi feno de *coastcross*. Já no trabalho desenvolvido por Mendes et al. (2010) substituindo 100% do bagaço de cana *in natura* por casca de soja, o que representou 12% da MS, os autores observaram aumento na DAMS e na DAMO à medida que a casca de soja foi incluída na dieta. Enquanto que os resultados apresentados no trabalho de Hashimoto et al. (2007a) demonstraram haver redução da DAMS e da DAPB quando o milho foi substituído em 100% pela casca de soja. Estas variações nos resultados obtidos podem ser consequência de diversos fatores como o tipo e o nível de volumoso utilizado e o nível máximo de casca de soja incluída nas dietas testadas (IPHARRARREGUE; CLARK, 2003).

Além das alterações na digestibilidade da dieta e no pH ruminal, a utilização da casca de soja parece influenciar a proporção de ácidos graxos voláteis (AGV) produzidos no rúmen (FERREIRA et al., 2011a), assim como em sua população microbiana (CARVALHO et al., 2011). Em trabalho desenvolvido por Carvalho et al. (2011) substituindo até 100% do milho da dieta de cabritos por casca de soja, os

autores observaram que a redução no NDT da dieta provocada pela inclusão da casca de soja resultou na diminuição da população de protozoários do gênero *Entomidium*, que corresponde ao gênero predominante no rúmen. Segundo os autores, isto é consequência do fato de os protozoários deste gênero não serem capazes de utilizar o FDN como fonte de energia. Entretanto, a população da subclasse Holotricha, que possui alta capacidade de utilização da pectina, aumentou significativamente.

Com relação à proporção de AGV's produzidos, verifica-se variação nos resultados em função do nível de volumoso presente na dieta, sendo que no trabalho realizado por Gentil et al. (2011) que substituíram o feno de *coastcross* por casca de soja em dietas com 50% de concentrado, não observaram efeito do nível de substituição nas proporções de acetato, propionato ou butirato produzido, bem como na relação acetato:propionato que obteve média de 8,12:1.

Já Ferreira et al. (2011a) que testaram dietas com 90% de concentrado e substituíram até 45% do milho moído por casca de soja na dieta de ovelhas canuladas, observaram que a medida que o milho foi substituído pela casca de soja, houve aumento na produção de acetato que passou de 26 mM para 41,9 mM quando compararam as dietas com 0 e 45% de substituição. Além da produção de acetato, os autores também verificaram redução na produção de propionato, o que resultou em alteração na relação acetato:propionato que subiu de 2,2:1 para 7,6:1. Estes resultados indicam uma possível redução na proliferação de bactérias *Streptococcus bovis* nos níveis com maior nível de casca de soja, visto que, esta bactéria produz ácido láctico que gera meio favorável para seu desenvolvimento enquanto inibe o desenvolvimento de bactérias fibrolíticas sensíveis à queda do pH ruminal e que produzem alta quantidade de acetato (VAN SOEST, 1994).

Estes resultados são interessantes, pois o acetato é utilizado em ruminantes como molécula precursora da síntese de lipídeos (NELSON; COX, 2011). Desta forma, o aumento na síntese de acetato ruminal pode provocar alterações no teor de gordura do leite e na deposição desta na carcaça (BERG; BUTERFIELD, 1976; LIMA et al., 2009; PEDROSO et al., 2007; ZAMBOM et al., 2013), permitindo aumento na renda dos produtores quando estes recebem pela qualidade de seu produto, seja este carne ou leite (BERG; BUTERFIELD, 1976; ZAMBOM et al., 2013).

### 1.2.3 Desempenho animal

Os dados encontrados na literatura sobre o efeito da utilização da casca de soja no desempenho de animais ruminantes apresentam similaridade nos resultados apesar de variação no nível de casca de soja utilizado, na categoria animal ou na relação volumoso:concentrado adotada. Isso pode ser observado nos trabalhos realizados por Ezequiel et al. (2006), Mueller; Boogs (2011) e Mendes et al. (2010).

Em dietas com alto nível de alimento volumoso, a utilização de casca de soja muitas vezes não promove alteração no desempenho dos animais, como o observado no trabalho realizado por Mueller e Boogs (2011) que não obtiveram variação no ganho médio diário (GMD) (média de 1,55 kg/d) ou na eficiência da matéria seca (EMS) (média de 0,2 kg/kg) de tourinhos Angus recebendo dietas com milho laminado ou casca de soja. Apesar da semelhança nestes resultados, os autores observaram aumento no CMS que subiu de 7,58 kg/d na dieta com milho laminado para 8,01kg/d quando o milho foi substituído pela casca de soja.

Da mesma forma, Mueller, Blalock e Richard (2011) ao avaliar com diferentes categorias de animais (novilhos Angus de um e dois anos de idade) e dietas com aproximadamente 40% de silagem de aveia, observaram que a utilização de 45 e 56% de casca de soja na dieta de animais com um e dois anos de idade, respectivamente, não promoveu efeito sobre o GMD, consumo de energia metabolizável ou sobre a EA mesmo quando o milho foi totalmente substituído pela casca de soja, porém, observaram que o CMS aumentou de 7,77 para 8,49 kg/d em animais de um ano e de 7,92 para 8,22 kg/d em animais de dois anos de idade.

O aumento no CMS observados nestes trabalhos sem que houvesse alteração no ganho de peso ou na eficiência alimentar se deve à alta taxa de passagem da casca de soja. Este alimento possui elevada gravidade específica (BHATTI; FIRKINS, 1995), ou seja, possuem alta capacidade de hidratar dentro do rúmen, que associado ao pequeno tamanho de partícula (FERREIRA et al., 2011b; GENTIL et al., 2011) e a alta taxa de fermentação apresentada pela fração fibrosa (IPHARRAGUERRE; CLARK, 2003), faz com que este alimento apresente taxa de passagem elevada, o que permite consumos de energia semelhantes entre dietas com milho e casca de soja (CANNAS et al., 2013) o que, conseqüentemente, resultará em semelhantes ganhos de peso (MUELLER; BLALOCK; RICHARD, 2011).

Resultados análogos foram obtidos por Ezequiel et al. (2006) que testaram a utilização da casca de soja substituindo 70% do milho em dietas com 60% de silagem de milho na MS. Os autores observaram que a utilização da casca de soja não promoveu alteração no GMD, conversão alimentar (CA) ou no CMS, obtendo médias de 1,35 e 1,29 kg/d, 8,0 e 7,54 kg/kg e 10,78 e 9,73 kg/d, respectivamente, quando compararam os níveis de 0 e 70% de substituição. Ezequiel et al. (2006) ratificam que apesar da casca de soja possuir teor de energia metabolizável inferior ao milho, estes resultados sugerem que este alimento seja altamente eficiente, pois permite ganhos semelhantes ao milho, possivelmente por proporcionar melhor estabilidade ruminal e conseqüentemente, maior economia de energia.

Já o trabalho desenvolvido por Mendes et al. (2010) utilizando a casca de soja como potencial fonte de alimento volumoso na dieta de cordeiros verificaram que ao comparar dietas com 10% de bagaço de cana *in natura* com dietas com 12% de casca de soja, não houve diferença no CMS, porém observaram que DAMS e DAFDN foram 7,15 e 36%, respectivamente, maiores nas dietas com casca de soja quando comparado a fonte de fibra de bagaço de cana. Esses resultados confirmam os resultados anteriormente discutidos que demonstram que a fibra presente na casca de soja é altamente digestível. Além de avaliarem a utilização de dietas com baixo nível de volumoso, os autores ainda testaram a utilização de dietas com 100% de alimento concentrado e observaram que a inclusão da casca de soja promoveu aumento nos CMS, consumo de matéria orgânica (CMO) e no consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) quando comparada a dietas com 100% de concentrado cuja fonte energética adotada foi o milho.

Os autores afirmam ainda que, os maiores consumos obtidos seriam consequência de um ambiente ruminal estável, que permitiram estímulo ao CMS, apesar do baixo nível de casca de soja utilizado. Já as dietas sem casca de soja apesar de piorar ambiente ruminal, permitiram que a exigência de energia metabolizável fosse atendida mais rapidamente, reduzindo a necessidade de ingestão de alimento para tal e, conseqüentemente, reduzindo o CMS (MENDES et al., 2010). Este efeito sobre a saciedade do animal advém do fato do processo de fermentação do amido resultar em alta produção de propionato que ao ser metabolizado no fígado para a síntese de glicose, induz ao aumento nos níveis insulina que estimula a sensação de saciedade e limita o CMS (ROCHE et al., 2008).

Os efeitos associativos positivos da casca de soja sobre o ambiente ruminal já haviam sido percebidos por Ludden, Cecava e Hendrix (1995). Os autores observaram que em dietas com baixo nível de volumoso (5%), a utilização de milho como fonte de alimento energético, apesar de fornecer maior quantidade de energia digestível quando comparado a dietas com 20, 40 ou 60% de casca de soja, promovem menor ingestão de energia digestível, pois estariam associadas à maior ocorrência de distúrbios digestivos. Segundo os autores, quando se opta pela utilização de dietas com baixo nível de volumoso, a utilização da casca de soja, mesmo em baixas proporções seria extremamente vantajosa, pois pode levar à melhora no ambiente ruminal, além de não prejudicar o desempenho dos animais. Entretanto, quando utilizada em altas proporções pode reduzir a eficiência de ganho, visto que possuem teor de energia digestível reduzido quando comparada com o milho (3,22 Mcal/kg na dieta com 0% e 2,62 Mcal/kg na dieta com 60% de casca de soja).

Trabalhos realizados com casca de soja em animais jovens também tem demonstrado que sua utilização não influencia no peso dos animais, como observado no trabalho realizado por Gomes et al. (2012). Os autores não observaram variação no GMD ou na CA de bezerros Holandês x Jersey recebendo 4 litros de leite por dia durante 8 semanas ao incluir 0, 15, 30 e 45% de casca de soja no concentrado ofertado aos animais, obtendo médias de GMD de 0,525 kg/d e CA de 1,91 kg de MS ingerida/kg de ganho. Os autores ainda avaliaram a utilização destes mesmos níveis de casca de soja na dieta de novilhos na fase de recria, com animais de 9 a 16 semanas e verificaram similaridade no CMS (2,60 kg/d), CA (3,03 kg/kg de ganho de peso) e no GMD (0,999 kg/d). Do mesmo modo, Restle et al. (2006) testando diferentes fontes de energia na dieta de bezerros recém desmamadas, não verificaram diferença no CMS, GMD ou no consumo de energia digestível, quando comparam dietas com milho, farelo de arroz ou casca de soja, apesar desta última ter provocado aumento no CFDN.

Lima et al. (2009), Oliveira et al. (2007) e Pedroso et al. (2007) testaram a utilização da casca de soja na dieta de vacas leiteiras e observaram que sua utilização não promoveu alteração na produção de leite ou na produção de proteína e lactose em kg/d, entretanto, observaram resultados variáveis para a produção de gordura em kg/d. Lima et al. (2009) trabalhando com vacas ½ Holandes x ½ Gir, alimentadas com dietas contendo 21, 30,1 e 39,3% de casca de soja e Oliveira et al.

(2007) trabalhando com vacas Holandesas alimentadas com dietas contendo 60% de silagem de milho ou com 40% de cana de açúcar e 20% de casca de soja, não observaram variação na produção de gordura diária. Por outro lado, Pedroso et al. (2007) também trabalhando com vacas Holandesas, observaram aumento linear na produção de gordura à medida que o nível de casca de soja subiu de 0 para 20% na MS. Apesar desta variação nos resultados os autores afirmam que a inclusão da casca de soja pode ser economicamente importante, pois em regiões onde o leite é pago por qualidade, o aumento na produção de gordura pode resultar em aumento no lucro obtido pelos produtores (LIMA et al., 2009; ZAMBOM et al., 2013).

Desta forma, além dos efeitos diretos da casca de soja sobre o desempenho animal é importante também considerar o potencial econômico de sua utilização. Na maioria dos trabalhos encontrados na literatura, a utilização da casca de soja não altera o ganho de peso dos animais, assim, a utilização da casca de soja deve ser realizada levando em consideração a sua disponibilidade e seu valor de mercado na região (EZEQUIEL et al., 2006).

Ao mesmo tempo, deve-se considerar que o fato de apresentar elevado teor de MS e de permitir que o transporte seja realizado em sacos, como ocorre no transporte de grãos de cereais, havendo, assim, uma maior facilidade no manuseio da dieta ao se usar casca de soja do que quando se utilizar fontes de alimentos volumosos e pode implicar em redução nos custos com mão de obra (BLASI et al., 2000). Além disso, o milho tem apresentado grande variação em seu valor de mercado, o que reduz sua competitividade como fonte de energia e permite a utilização de outros alimentos energéticos, com menor valor comercial como a casca de soja (LIMA et al., 2009).

Os dados apresentados por Zambom et al. (2013) demonstram que a utilização de casca de soja em substituição de 100% do milho na dieta de cabras em lactação, aumenta a margem de lucro em 3,6% quando o valor pago pelo quilo do milho for em média R\$ 0,22 e pela casca de soja R\$ 0,18. Os autores ainda afirmam que quando os produtos são comercializados recebendo remuneração por qualidade torna-se possível aumentar ainda mais a diferença entre a margem bruta obtida com o fornecimento de dietas com e sem casca de soja.

Katsuki (2009) trabalhando com tourinhos Nelore em terminação recebendo dietas com 100% de concentrado observou que a substituição de 45% do milho pela casca de soja apesar de reduzir o custo por quilograma de ração, não altera o custo

da arroba produzida, visto que mesmo não promovendo variação no peso de abate dos animais, a inclusão de 45% de casca de soja aumenta o CMS. Todavia, em níveis mais baixos de inclusão como, por exemplo, 15 ou 30%, a utilização de casca de soja reduz em 20% o custo/arroba produzida, o que viabilizou economicamente sua utilização quando o valor pago por quilograma de milho e casca de soja foi de R\$ 0,33 e R\$ 0,25, respectivamente.

Além disso, é importante considerar que mesmo em estados não produtores de casca de soja, nos quais este alimento apresenta valor comercial próximo ao do milho, sua utilização ainda pode ser vantajosa, pois diminui a incidência de distúrbios digestivos que são comuns quando se utiliza dietas com elevado teor de amido (SANTOS et al., 2008).

#### 1.2.4 Características de carcaça

Os dados encontrados na literatura a respeito dos efeitos da casca de soja sobre as características de carcaça de bovinos são limitados, entretanto, a maioria demonstra que sua utilização não afeta as principais características da carcaça. Ezequiel et al. (2006) substituindo 70% do milho por casca de soja na dieta de tourinhos Nelore não observaram diferença no peso de abate, no peso de carcaça quente (PCQ) ou no rendimento de carcaça quente (RCQ), obtendo médias de 462,78 kg, 251,93 kg e 54,6%, respectivamente.

Utilizando níveis mais baixos de inclusão de casca de soja (10% na MS), Mendes et al. (2005) não observaram alteração no PCQ, RCQ, EGS ou na área de olho de lombo de tourinhos mestiços alimentados com dietas contendo 55% de alimento volumoso e 45% de concentrado. Do mesmo modo, Katsuki (2009) testando a inclusão de até 45% de casca de soja na dieta de tourinhos Nelore recebendo dietas com 100% de concentrado, também não verificou alteração nos PCQ, peso de carcaça fria ou no RCQ, o que segundo o autor é consequência do fato de as dietas com casca de soja, apesar de apresentarem teor de FDN mais altos que as com milho, não aumentarem o peso do trato digestivo, pois apresentam alta taxa de passagem. Além disso, o autor afirma que as carcaças também apresentaram semelhante cobertura de gordura, o que favoreceu o rendimento e não afetou a perda de líquidos durante seu resfriamento.

Rezende (2013) trabalhando com novilhas de descarte e utilizando até 63% de casca de soja em dietas com 90% de concentrado e 10% de volumoso observou que a inclusão da casca de soja não alterou o PCQ ou o RCQ, apesar de haver diferença no peso ao abate. O autor afirma que, devido à casca de soja apresentar alta taxa de passagem, sua utilização possibilita um maior esvaziamento do trato digestivo durante o período de jejum que antecede a pesagem. Desta forma, quando os animais foram abatidos, a diferença entre os níveis se desfez demonstrando que a casca de soja possibilita a produção de carcaças com peso semelhantes ao milho.

Resultados semelhantes foram encontrados por Hashimoto et al. (2007b) que substituíram 0, 50 e 100% do milho pela casca de soja na dieta de cabritos  $\frac{1}{2}$  Boer x  $\frac{1}{2}$  Saanen e Amorim et al. (2008) e Ferreira et al. (2011b) que avaliaram a substituição do milho pela casca de soja na dieta de ovinos em terminação. Estes autores não observaram diferença no PCQ, RCQ, espessura de gordura subcutânea (EGS) ou na quebra durante o resfriamento de carcaças dos animais objeto desses estudos. Segundo os autores, estes resultados indicam que a substituição do milho pela casca de soja na dieta de pequenos ruminantes não prejudica a qualidade da carne produzida, pois sua inclusão não afeta de forma significativa a EGS, já que uma redução nesta variável poderia alterar o processo de resfriamento da carne e conseqüentemente aumentar as perdas durante o resfriamento.

Já no trabalho realizado por Freitas et al. (2013), apesar de não observarem diferença no PCQ (248,3 kg), RCQ (57,63%) ou na EGS (3,1mm) de tourinhos mestiços Charolês x Nelore alimentados com diferentes fontes de carboidrato no alimento concentrado, os autores verificaram que quando os animais são alimentados com dietas contendo 485,5 g/kg de casca de soja, a EGS não atinge o mínimo de 3mm, possivelmente devido a uma alteração no teor energético da dieta, o que pode prejudicar a qualidade das carcaças.

Segundo Berg e Butterfield (1976), a redução no teor energético da dieta pode alterar a deposição de gordura na carcaça, visto que a deposição de gordura na carcaça é processo lento e energeticamente mais caro que a deposição muscular. Estes resultados foram comprovados no estudo realizado por Hashimoto et al. (2007b). Os autores ratificam que apesar de não promover alteração nas características quantitativas da carcaça, a casca de soja altera as proporções de osso, músculo e gordura na carcaça, sendo que o aumento no nível de inclusão de

casca de soja reduz a porcentagem de gordura na carcaça devido ao menor teor energético das dietas com alto teor de casca de soja comparado ao milho.

Além disso, a literatura demonstra que o perfil de ácidos graxos de cadeia longa da carne de animais alimentados com casca de soja apresenta resultados favoráveis a sua utilização, visto que tem sido observados aumentos nos teores de ácidos graxos mono e poliinsaturados em detrimento a deposição de ácidos graxos saturados na carne (HASHIMOTO et al., 2007b) que estão relacionados a redução em sua qualidade nutracêutica (SANDERS, 2016).

Resultados semelhantes aos obtidos por Hashimoto et al. (2007b), foram observados por Costa (2011) que verificaram que o aumento no nível de inclusão de casca de soja na dieta de cordeiros promoveu aumento na deposição dos ácidos monoinsaturados palmitoléico e cis-10 heptadecanóico, além de elevar a deposição do ácido linoléico conjugado (CLA) que possui importantes funções no organismo humano, já que está associado a redução na ocorrência de doenças cardíacas por alterar o metabolismo de lipídeos em humanos (RISERUS et al., 2003).

### **1.3 Uso de dietas de alto nível de concentrado**

As dietas de alto nível de concentrado vêm ganhando cada vez mais espaço na pecuária brasileira, principalmente, durante o período de terminação dos animais (LOPES et al., 2011). Isso porque sua utilização permite o fornecimento de alimentos que possam atender prontamente a demanda nutricional dos animais de modo que estes possam atingir ganhos de peso elevados em um período de tempo reduzido, o que possibilitará a redução no tempo de retorno do capital investido na produção animal (CARDOSO, 2012).

Sua utilização ainda possibilita uma redução no CMS quando comparada a dietas que possuem alimento volumoso em sua composição, por aumentar o teor energético da dieta, de modo que o animal necessita consumir quantidades menores de alimento para ganhar um determinado peso (BULLE et al., 2002; UENO, 2012). Isso acontece devido ao fato destas dietas serem formuladas de forma a atender as exigências nutricionais apresentadas pelos animais, sendo que sua formulação normalmente é realizada utilizando-se apenas dois ingredientes, o grão inteiro que será a fonte de alimento energético da dieta (principalmente o milho) e um núcleo

peletizado que apresenta em sua composição fontes de alimentos protéicos, minerais, além de aditivos utilizados para a manutenção de uma melhor estabilidade do ambiente ruminal (MIOTTO et al., 2015).

Esta formulação torna o preparo da ração bastante prático, reduz os problemas gerados durante o plantio e corte de forrageiras usadas como fonte de alimento volumoso nas dietas de confinamentos, além de diminuir os gastos com mão de obra durante o preparo das dietas por tornar desnecessário o uso de maquinários e permite que produtores de diversos níveis tecnológicos tenham acesso a tecnologias recentes e inovadoras (MIOTTO et al., 2015), sendo também uma opção interessante em regiões onde há baixa produção de forragens ao longo do ano ou carência no fornecimento de volumoso durante os períodos do ano onde há escassez de chuvas (SILVA, 2009).

Além disso, o uso do grão inteiro como fonte de alimento energético na dieta permite que a liberação dos nutrientes presentes no grão, principalmente do amido, ocorra de forma mais lenta que quando se utiliza o alimento processado, sendo que assim, é possível evitar uma queda brusca do pH ruminal após a ingestão do alimento (KOZLOSKI, 2011).

Essa possibilidade é consequência do fato de que os microrganismos ruminais não serem capazes de realizar a fermentação do grão enquanto não houver o rompimento da matriz protéica que o recobre (KOTARSKI; WANISKA; THURN, 1992). Desta forma, à medida que o animal realiza o processo de ruminação, ocorre o rompimento da cutícula que recobre o grão, além de haver uma diminuição no tamanho de partícula do alimento, o que irá aumentar a exposição do amido, assim como a área disponível para ser colonizada pelos microrganismos existentes no ambiente ruminal (KOZLOSKI, 2011).

Trabalhos realizados avaliando a utilização do grão inteiro demonstram que os resultados de desempenho de animais alimentados com estas dietas são semelhantes ao observado em animais alimentados com dietas que utilizam o grão moído em sua composição (GOROCICA-BUENFIL; LOERCH, 2005; OLIVEIRA, 2012), sendo isso consequência da capacidade apresentada pelo animal de realizar a quebra do grão durante o processo de ruminação, principalmente em animais jovens, cuja eficiência de aproveitamento do grão é superior ao de animais adultos (DEPETRIS et al., 2003), visto que estes animais possuem menor tamanho do orifício retículo-omasal, o que torna necessário que o grão apresente um menor

tamanho de partícula para passar pelo trato gastrointestinal (PORDOMIGO et al., 2002).

Além disso, a digestibilidade apresentadas por essas dietas são semelhantes às encontradas em dietas com grão processado (GOROCICA-BUENFIL; LOERCH, 2005), sendo que de acordo com Owens et al. (1997) é necessário que haja um processamento muito intensivo de grãos como o milho, para que possa haver diferença no grau de digestibilidade apresentada pela dieta.

Os autores afirmam que apenas o processamento mecânico do milho através de práticas como a moagem, não resulta em melhora na digestibilidade da dieta quando se compara o grão moído ou inteiro, sendo que esse aumento provocado pelo processamento na digestibilidade do milho só é percebido quando se compara o grão inteiro com aqueles grãos que passaram por processamentos térmicos, como por exemplo, a floculação. Esta prática possibilitaria a redução na vitriosidade do amido presente no grão de milho, aumentando, assim, a quantidade de amido digerida no rúmen e reduzindo a quantidade deste carboidrato que escapa da fermentação ruminal e que chega ao intestino delgado (HUNTINGTON; HARMON; RICHARDS, 2006).

Outro fator que favorece a utilização de dietas com alta proporção de concentrado na alimentação de ruminantes é a redução na emissão de gases do efeito estufa como, por exemplo, o metano (GASTALDI, 2008; MARCONDES et al., 2011). Esta redução está associada a uma maior eficiência no metabolismo energético tanto pela bactéria quanto pelo animal, visto que o aumento no teor de concentrado da dieta provoca aumento na produção de ácidos graxos de cadeia curta, ao mesmo tempo em que resulta em maior retenção de íons  $H^+$  (KIRCHGEBBNER; WINDISCHMULLER; MULLER, 1995).

Além disso, é de conhecimento comum que o aumento do grau de processamento de um alimento, resulta em aumento expressivo nos custos de produção, desta forma a redução no processamento de um alimento, sem que haja alteração na disponibilidade de nutrientes para serem aproveitados pelos animais, pode representar um fator significativo quando se fala na redução dos custos de produção. De acordo com Owens et al. (1997) a moagem do grão de milho não implica em aumento no teor de energia metabolizável presente no grão, quando comparado ao grão inteiro, desta forma, segundo os autores, o gasto com o

processamento do grão de milho para alimentação de bovinos, não se justifica, por não resultar em benefícios que possam favorecer o desempenho animal.

#### **1.4 Aproveitamento de machos leiteiros para a produção de carne**

O aproveitamento de machos de origem leiteira para a produção de carne tem sido cada vez mais discutido pela comunidade internacional, visto que estes animais têm seus cuidados negligenciados pela maioria das propriedades produtoras de leite, que consideram estes animais pouco produtivos e incapazes de oferecer um retorno adequado ao capital investido em sua produção. Entretanto, de acordo com Dawson et al. (2010), pressões realizadas pelo mercado consumidor e por grupos ambientalistas tem diminuído o abate de machos leiteiros logo após seu nascimento e aumentado a quantidade de animais terminados nas propriedades.

No Brasil a exploração deste tipo de animal ainda é muito baixa devido, principalmente, a questões culturais. Todavia, como o cenário econômico brasileiro tem passado por profundas dificuldades que afetam diversos ramos do sistema produtivo, inclusive a produção agropecuária, a terminação dos machos de origem leiteira, surge como uma alternativa que pode aumentar a margem de lucro das propriedades produtoras de leite, visto que os custos operacionais desta atividade são relativamente altos, sendo que estes custos vêm crescendo nos últimos anos devido ao aumento no custo dos insumos utilizados na produção animal (AGRIANUAL, 2013), o que irá afetar diretamente a margem de lucro obtida pelos produtores. Desta forma, a produção agropecuária deve ser conduzida de modo a explorar seu máximo potencial, o que inclui a exploração dos machos de origem leiteira, muitas vezes gerados no próprio rebanho.

Se estimarmos o número de machos nascidos anualmente no rebanho leiteiro brasileiro a partir do número de vacas ordenhadas anualmente (EMBRAPA, 2012), considerando-se uma taxa de mortalidade de 5%, acredita-se que aproximadamente 10 milhões de machos poderiam ser aproveitados para a produção de carne (SANTANA; NEIVA; CASTRO, 2015), sendo utilizados para aumentar a eficiência produtiva das propriedades brasileiras.

Este número de animais produzidos anualmente é bastante representativo, todavia, muitos produtores optam por não investir na terminação destes animais

devido à baixa competitividade dos animais de raças de origem europeia no mercado tradicional, por acreditarem que os mesmos apresentarão baixa eficiência produtiva, além de aumentarem os gastos com nutrição e sanidade do rebanho (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2008; RIBEIRO et al., 2001; ROMA JÚNIOR et al., 2008). Entretanto, pesquisas comparando o desempenho destes animais com animais de raças com aptidão voltada para a produção de carne, demonstram que estes possuem grande potencial para ganho de peso, quando criados desde a fase de cria sobre boas condições nutricionais e sanitárias (BRINGEL, 2014; RAZOOK et al., 1986).

Ao se observar os resultados de diversos trabalhos utilizando animais de origem leiteira (ALBERTÍ et al., 2013; CORAZZIN et al., 2012; DAWSON et al., 2010; SANTANA et al., 2014) com os dados encontrados para animais de raças de corte (EZEQUIEL et al., 2006; FERNANDES et al., 2004; SILVA et al., 2012), verifica-se que os dados para ganho de peso e consumo de matéria seca são muito próximos (consumo de matéria seca (9,02 e 9,38 kg/d, respectivamente) e ganho médio diário (1,45 e 1,23 kg/d, respectivamente)), o que indica que esses animais podem apresentar um bom desempenho sem que haja aumento nos gastos com o fornecimento de alimento.

Em trabalho desenvolvido por Razook et al. (1986), comparando diversos tipos de raças, os autores já afirmavam que ao serem criados em sistema confinado, animais de raças de origem leiteira poderiam apresentar resultados para o ganho de peso total (GPT), peso ao abate (PA), peso de carcaça quente (PCQ) e área de olho de lombo superiores aos observados em animais de raças voltadas para a produção de carne, o que demonstra o excelente potencial produtivo destes animais.

Além disso, os autores observaram uma característica na carcaça dos animais de origem leiteira que atualmente tem sido cada vez mais buscada pelo mercado consumidor: a produção de carne com espessura de gordura subcutânea inferior aos de animais de raças de corte (RAZOOK et al., 1986). Essa característica possibilita a redução no teor de gordura saturada presente na carne, o que tem sido cada vez mais discutido na comunidade científica já que seu consumo está associado ao aumento nos casos de doenças cardiovasculares (FERNÁNDEZ et al., 2011; CLAAS; ARNETT, 2016; SANDERS, 2016).

Ao mesmo tempo em que possui menor deposição de gordura na carcaça que animais de raças de corte, quando produzidos visando o abate precoce (menos de

12 meses), a criação destes animais permite a produção de carne de excelente qualidade, já que sua carne apresenta como característica alta maciez, além de textura fina, o que permite explorar uma crescente porção do mercado que tem buscado produtos que apresentam qualidade superior, apesar de seu maior valor de mercado (BRITO, 2014; MACIEL, 2014).

Este tipo de animal pode ser chamado de macho super jovem, visto que são animais que por receberem dietas com alta proporção de alimento concentrado, atingem ganhos de peso elevados ainda na fase inicial da vida produtiva, possibilitando o abate de animais com peso superior a 300 kg de peso vivo, apesar de apresentarem idade inferior a 12 meses.

Além disso, Almeida Júnior et al. (2008) afirmam que a carne produzida por esses animais normalmente é bem aceita pelo mercado consumidor interno, visto que, além de possuir sabor e maciez elevada, apresenta coloração mais escura quando comparado a de animais alimentados apenas com leite.

## 1.5 Referências

AGRIFRUT – **Anuário da Agricultura Brasileira**. Culturas – Hortifrutícolas p. 353-455, 2013.

ALBERTÍ, P.; GÓMEZ, I.; MENDIZABAL, J. A.; RIPOLL, G.; BARAHONA, M.; SARRIÉS, V.; INSAUSTI, K.; BERIAIN, M. J.; PURROY, A.; REALINI, C. Effect of whole linseed and rumen-protected conjugated linoleic acid enriched diets on feedlot performance, carcass characteristic, and adipose tissue development in Young Holstein bulls. **Meat Science**, v. 94, p. 208-214, 2013.

ALMEIDA JÚNIOR, G. A.; COSTA, C.; CARVALHO, S. M. R. JUNIOR, P. P.; PANICHI, A. Composição físico-química de carcaças de bezerros holandeses alimentados após o desaleitamento com silagem de grãos úmidos ou grãos secos de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.164-170, 2008.

AMORIM, G. L.; BATISTA, Â. M. V.; CARVALHO, F. F. R. de; GUIM, A.; CABRAL, A. M. D.; MORAES, A. C. A. de. Substituição do milho por casca de soja: consumo, rendimento e características de carcaça e rendimento de buchada de caprinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, p. 41-49, 2008.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney University Press, 1976. 240p.

BHATTI, S. A.; FIRKINS, J. L. Kinetics of hydration and functional specific gravity of fibrous feed by-products. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 1449-1458, 1995.

BLASI, D. A.; DROUILLARD, J. S.; TITGEMEYER, E. C.; PAISLEY, S. I.; BROUK, M. J. **Soybean hulls: composition and feeding value for beef and dairy cattle**. Manhattan: Kansas State University, MF-2438. 2000. 18p.

BRINGEL, L. M. L. **Milheto e glicerina bruta como fontes energéticas alternativas com ênfase na alimentação de tourinhos Nelore e Mestiços de origem leiteira**. 2014. 174f. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína-TO, 2014.

BRITO, R. F. **Utilização de dietas com grão de milho inteiro para produção de vitelos modificados**. 2014. 101f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína - TO, 2014.

BULLE, M. L. M.; RIBEIRO, F. G.; LEME, P. R.; TITTO, E. A. L.; LANNA, D. P. D. Exigência líquidas de energia e proteína de tourinhos de dois grupos genéticos alimentados com dietas de alto teor de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n.1, p. 436-443, 2002.

CAETANO, M.; GOULART, R. S.; SILVA, S. L.; DROUILLARD, J. S.; LEME, P. R.; LANNA, D. P. D. Effect of flint corn processing method and roughage level on finishing performance of Nellore-based cattle. **Journal of Animal Science**, v. 93, p. 4023-4033, 2015.

CANNAS, A.; CABIDDU, A.; BOMBOI, G.; LIGIOS, S.; FLORIS, B.; MOLLE, G. Decreasing dietary NFC concentration during mid-lactation of dairy ewes: Does it result in higher milk production? **Small Ruminant Research**, v. 111, p. 41-49, 2013.

CARDOSO, E. O. **Dieta de alto grão para bovinos confinados: viabilidade econômica e qualidade de carne**. 2012. 66f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga-BA, 2012.

CARVALHO, L. F. P. B.; AMORIM, G. L.; MATOS, D. S. de; BATISTA, Â. M. V.; MORAES, A. C. A. de; CABRAL, A. M. D. Protozoários do rúmen de caprinos submetidos a dieta com casca de soja. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, p. 244-253, 2011.

CARVALHO, S.; BROCHIER, M. A.; PIVATO, J.; VERGUEIRO, A.; TEIXEIRA, R. C.; KIELING, R. Desempenho e avaliação econômica da alimentação de cordeiros confinados com dietas contendo diferentes relações volumoso: concentrado. **Ciência Rural**, v.37, p. 1411-1417, 2007.

CLAAS, S. A.; ARNETT, D. K. The role of healthy lifestyle in the primordial prevention of cardiovascular disease. **Current Cardiology Reports**, v. 18, p. 1-8, 2016.

CONAB, **Companhia Nacional de Abastecimento**. Grãos –Saфра. Disponível em: [http://www.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14\\_03\\_12\\_08\\_41\\_24\\_boletim\\_graos\\_marco\\_2014.pdf](http://www.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_03_12_08_41_24_boletim_graos_marco_2014.pdf). Acesso em: mar 2013.

CORAZZIN, M.; BAVOLENTA, S.; SEPULCRI, A.; PIASENTIER, E. Effect of whole linseed addition on meat production and quality of Italian Simmental and Holstein young bulls. **Meat Science**, v. 90, p. 99-105, 2012.

COSTA, L. S. **Composição e correlação de ácidos graxos na carne de cordeiros alimentados com dietas contendo casca de soja**. 2011. 68f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Sudoeste da Bahia, Itapetinga-BA, 2011.

COSTA, S. B. M.; FERREIRA, M. A.; PESSOA, R. A. S.; BATISTA, A. M. V.; RAMOS, A. O.; CONCEIÇÃO, M. G.; GOMES, L. H. S. Tifton hay, soybean hulls, and whole cottonseed as fiber source in spineless cactus diets for sheep. **Tropical Animal Health Production**, v. 44, p. 1993-2000, 2012.

CUNHA, O. F. R. **Bagaço de cana-de-açúcar em dieta com milho grão inteiro para terminação de tourinhos Angus x Nelore e Nelore**. 2014. 135f. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína-TO, 2014.

DAWSON, L. E. R.; FEARON, A. M.; MOSS, B. W.; WOODS, V. B. Effects of substitution of a proportion of the concentrate in grass silage/concentrate-based diets with extruded linseed on performance and meat quality of dairy bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 156, p. 10-18, 2010.

DEPETRIS, G. J.; SANTINI, F. J.; PAVAN, E. VILLARREAL, E. L.; REARTE, D.H. Efecto del grano de maiz alto en aceite en el sistema de engorde a corral. Comportamiento productivo de novillos en terminación y terneras de destete **Revista Argentina de Producción Animal**, v. 23, p. 57-58, 2003.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Produção de leite, vacas ordenhadas e produtividade animal no Brasil – 1980/ 2010**. Disponível em: <http://www.cnpqgl.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/producao/tabela0230.php>, acesso em maio de 2014.

EZEQUIEL, J. M. B.; SILVA, O. G. C.; GALATI, R. L.; WATANABE, P. H.; BIAGIOLI, B.; FATURI, C. Desempenho de novilhos Nelore alimentados com casca de soja ou farelo de gérmen de milho em substituição parcial ao milho moído. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 569 - 575, 2006.

FERNANDES, H. J.; PAULINO, M. F.; MARTINS, R. G. R.; VALADARES FILHO, S. C.; TORRES, R. A. PAIVA, L. M.; MORAES, G. F. B. K. Ganho de peso, conversão alimentar, ingestão diária de nutrientes e digestibilidade de garrotes não castrados de três grupos genéticos em recria e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 2403-2411, 2004.

FERNÁNDEZ, L. C.; SERRA, J. D.; ÁLVAREZ, J. R. M.; ALBERICH, R. S.; JIMÉNEZ, F. P. Grasas de la dieta y salud cardiovascular. **Clínica e Investigación en Arteriosclerosis**, v. 23, (Supl. 1), p. 1-36, 2011.

FERREIRA, E. M.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; MENDES, C. Q.; QUEIROZ, M. A. A.; ARAUJO, R. C.; GENTIL, R. S.; LOERCH, S. C. Apparent digestibility, nitrogen balance, and ruminal constituents in ram lambs fed high-concentrate diets containing soybean hulls. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 4127-4133, 2011a.

FERREIRA, E. M.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; GENTIL, R. S.; ARAUJO, R. C.; AMARAL, R. C.; LOERCH, S. C. Growth, feed intake, carcass characteristics, and eating behavior of feedlot lambs fed high-concentrate diets containing soybean hulls. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 4120-4126, 2011b.

FRANSEN, C. T. M.; LAAR, H. V.; KAMERLING, J. P.; Vliegenthart, J. F. G. CP-MAS NMR analysis of carbohydrate fractions of soybean hulls and endosperm. **Carbohydrate Research**, v. 328, p. 549-559, 2000.

FREITAS, L. S.; BRONDANI, I. L.; SEGABINAZZI, L. R.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; PIZZUTI, L. A. D.; SILVA, V. S.; RODRIGUES, L. S. Performance of finishing steers fed different sources of carbohydrates. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, p. 354-362, 2013.

GALATI, R. L. **Co-produtos do milho, soja e girassol em dietas para bovinos de corte**. 2004. 168f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal – SP, 2004.

GASTALDI, K. A. **Produção “in vitro” de metano, dióxido de carbono e oxigênio utilizando líquido ruminal de bovinos alimentados com diferentes rações**. 2008. 103f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal – SP, 2008.

GENTIL, R. S.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; FERREIRA, E. M.; MENDES, C. Q.; ALMEIDA, O. C.; QUEIROZ, M. A. A. Metabolismo de nutrientes em ovinos alimentados com casca de soja em substituição ao feno de *coastcross*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 2835-2843, 2011.

GOMES, I. P. O.; THALER NETO, A. ; MEDEIROS, L. A.; ORSOLIN, V.; PERES NETO, E.; SEMMELMANN, C. E. N. Níveis de casca de soja em rações concentradas para bezerros de raças leiteiras. **Archives of Veterinary Science**, v. 17, p. 52-57, 2012.

GOROCICA-BUENFIL, M. A.; LOERCH, S. C. Effect of cattle age, forage level, and corn processing on diet digestibility and feedlot performance. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 705-716, 2005.

HASHIMOTO, J. H.; ALCALDE, C. R.; ZAMBOM, M. A.; SILVA, K. T.; MACEDO, F. A. F.; MARTINS, E. N.; RAMOS, C, E. C. O.; PASSIANOTO, G. O. Desempenho e digestibilidade aparente de cabritos Boer x Saanen em confinamento recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 174-182, 2007a.

HASHIMOTO, J. H.; ALCALDE, C. R.; SILVA, K. T. da; MACEDO, F. A. F.; MEXIA, A. A.; SANTELLO, G. A.; MARTINS, E. N.; MATSUSHITA, M. Características de carcaça e da carne de cabritos Boer x Saanen em confinamento recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 165-173, 2007b.

HUNTINGTON, G.B.; HARMON, D.L.; RICHARDS, C.J. Sites, rates, and limits of starch digestion and glucose metabolism in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.84, E14-E24, 2006.

IPHARRAGUERRE, I.R.; CLARK, J.H. Soyhulls as an alternative feed for lactating dairy cows: a review. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.4, p.1052-1073, 2003.

KATSUKI, P. A. **Avaliação nutricional, desempenho e qualidade da carne de bovinos alimentados com rações sem forragem, com diferentes níveis de substituição do milho inteiro por casca de soja**. 2009. 78f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR, 2009.

KIRCHGEBNER, M.; WINDISCHMULLER, W.; MULLER, H. L. Nutritional factors for the quantitative of methane production. In. Engelhardt, W. V. **Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction**. Stuttgart: Enke, 1995, p. 33-48.

KOTARSKI, S. F.; WANISKA, R. D.; THURN, K. K. Starch hydrolysis by the ruminal microflora. **Journal Nutrition**, v.122, n.1, p.178-190, 1992.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3. ed. Santa Maria: Ed. da UFMS, 2011. 212p.

LIMA, M. L. M.; FERNENDES, J. J. R.; CARVALHO, E. R.; SANTOS, S. C.; ROCHA, F. M.; LIMA, D. A. Substituição do milho triturado por casca de soja em dietas para vacas mestiças em lactação. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, p. 1037-1043, 2009.

LÖEST, C. A.; TITGEMEYER, E. C.; DROUILLARD, J. S.; BLASI, D. A.; BINDEL, D. J. Soybean hulls as primary ingredient in forage-free diets for limit-fed growing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 766-774, 2001.

LOPES, L. S.; LADEIRA, M. M.; MACHADO NETO, O. R.; SILVEIRA, A. R. M. C.; REIS, R.P.; CAMPOS, F.R. Viabilidade econômica da terminação de novilhos nelore e Red norte em confinamento na região de Lavras - MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.4, p.774-780, 2011.

LUDDEN, P. A.; CECAVA, M. J.; HENDRIX, K. S. The value of soybean hulls as a replacement for corn in beef cattle diets formulated with or without added fat. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 2706-2711, 1995.

MACEDO, L. M. A.; PRADO, I. M.; PRADO, J. M.; ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; SOUZA, N. E.; PRADO, I. N. Composição química e perfil de ácidos graxos de cinco diferentes cortes de novilhas (Nelore VS Charolês). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, p. 597-608, 2008.

MACIEL, R. P. **Glicerina bruta na alimentação de machos de origem leiteira**. 2014. 162f. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína - TO, 2014.

MARCONDES, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, I. M.; PAULINO, P. V. R.; VALADARES, R. F. D.; DETMANN, E. Eficiência alimentar de bovinos puros e mestiços recebendo alto ou baixo nível de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 6, p. 1313-1324, 2011.

MARQUES, R. S.; CHAGAS, L. J.; OWENS, F. N.; SANTOS, F. A. P. Effects of various roughage levels with whole flint corn grain on performance of finishing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 94, p. 339-348, 2015.

MENDES, A. R.; EZEQUIEL, J. M. B.; GALATI, R. L.; FEITOSA, J. V. Desempenho, parâmetros plasmáticos e características de carcaça de novilhos alimentados com farelo de girassol e diferentes fontes energéticas, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 692-702, 2005.

MENDES, C. Q.; TURINO, V. F.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; MORAIS, J. B.; GENTIL, R. S. Comportamento ingestivo de cordeiros e digestibilidade dos nutrientes de dietas contendo alta proporção de concentrado e diferentes fontes de fibra em detergente neutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 594-600, 2010.

MIOTTO, F. R. C.; CUNHA, O. F. R.; CUTRIM, D. O.; MACIEL, R. P. Terminação de machos de origem leiteira com dietas contendo alta proporção de concentrado. In.: NEIVA, J. N. M.; NEIVA, A. C. G. R.; RESTLE, J. PEDRICO, A. **Do Campus para o campo: Tecnologia para produção de carne de bovinos de origem leiteira**, Suprema Gráfica e Editora, Araguaína –TO, 2015, p. 141-174.

MIRON, J.; YOSEF, E.; BEM-CHEDALIA, D. Composition and in vitro digestibility of monossacharide constituents of selected byproduct feeds. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.49, p.2322-2326, 2001.

MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; FREITAS, L. S.; SACHET, R. H.; SILVA, J. H. S.; RESTLE, J. Desempenho e avaliação econômica da terminação de tourinhos em confinamento alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1309-1316, 2009.

MUELLER, C. J.; BLALOCK, H. M.; PRITCHARD, R. H. Use of soybean hulls as replacement for dry rolled corn in beef cattle feedlot receiving diets. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 4142-4150, 2011.

MÜLLER, M.; PRADO, I. N. Metabolismo da pectina em animais ruminantes – uma revisão. **Varia Scientia**, v. 04, p. 45-56, 2005.

MUELLER, C. J.; BOGGS, D. L. Use of soybean hulls with or without corn by-product protein sources in feedlot backgrounding diets. **The Professional Animal Scientist**, v. 27, p. 228-234, 2011.

National Research Council (NRC). **Nutrient Requirements of Beef Cattle**, Seventh Revised Edition. The National Academies Press, Washington, DC. 2000, 234p.

National Research Council (NRC). **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**, Seventh Revised Edition. The National Academy Press, Washington, DC. 2001, 381p.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger Principles of Biochemistry**. 5 ed. Artmed, 2011, 1273p.

OLIVEIRA, A. S.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; ASSIS, A. J.; TEIXEIRA, R. M. A.; VALADARES, R. F. D.; PINA, D. S.; OLIVEIRA, G. S.. Substituição do milho por casca de café ou de soja em dietas para vacas leiteiras: consumo, digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1172-1182, 2007 (supl.).

OLIVEIRA, L. S. **Efeito do processamento do milho grão na eficiência de utilização de dietas com elevada proporção de concentrado por cordeiros cruzados Dorper x Santa Inês**. 2012. 89f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, Pirassununga-SP, 2012.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: A review. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 868-879, 1997.

PACHECO, P. S.; RESTLE, J.; VAZ, F. N.; FREITAS, A. K.; PADUA, J. T.; NEUMANN, M.; ARBOITTE, M. Z. Avaliação econômica da terminação em confinamento de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 309-320, 2006.

PEDROSO, A. M.; SANTOS, F. A. P.; BITTAR, C. M. M.; PIRES, A. V.; MARTINEZ, J. C. Substituição do milho moído por casca de soja na ração de vacas leiteiras em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1651-1657, 2007.

PORDOMINGO, A. J.; JONAS, O.; ADRA, M.; JUAN, N. A.; AZCARATE, M. P. Evaluación de dietas basadas en grano entero, sin fibra larga, para engorde de bovinos a corral. **Ria**, v. 31, p. 1- 22, INTA, Argentina, 2002.

RAZOOK, A. G.; LEME, P. R.; PACKER, I. U.; LUCHIARI FILHO, A.; NORDOS, R. F.; TROVO, J. B.; CAPELOZZA, C. N. Z.; PIRES, F. L.; NASCIMENTO, J.; BARBOSA, C.; COUTINHO, J. L. B.; OLIVEIRA, W. J. **Evaluation of Nelore, Canchim, Santa Gertrudis, Holstein, Brown Swiss and Caracu as sire breeds in matings with Nelore cows. Effects on progeny growth, carcass traits and crossbred production**. 3rd World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Nebraska, p. 348-352, 1986.

RESTLE, J.; FATURI, C.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; SILVA, J. H. S.; KUSS, F.; SANTOS, C. V. M.; FERREIRA, J. J. Substituição do grão de sorgo por casca de soja na dieta de novilhos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 1009-1015, 2004.

RESTLE, J.; PASCOAL, L. L.; ROSA, J. R. P.; FREITAS, A. K.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; PACHECO, P. S.; MENEZES, L. F. G. Fontes energéticas para bezerros de corte desmamados aos 80 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1136-1145, 2006 (supl.)

REZENDE, P. L. P. **Substituição do milho por casca de soja em dietas de alta proporção de concentrado fornecidas à novilhas abatidas com diferentes pesos**. 2013. 102f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO, 2013.

RHEE, K. C. Processing technology to improve soy utilization. **Soy in Animal Nutrition** In: Drackley, J. K.; Savoy, I.L., Federation of Animal Science Societies, 2000. p.46 - 55.

RIBEIRO, T. R.; PEREIRA, J. C.; OLIVEIRA, M. V. M.; QUEIROZ, A. C.; CECON, P. R.; LEÃO, M. I.; MELO, R. C. A. Influência do plano nutricional sobre o desempenho de bezerros holandeses para produção de vitelos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 2145-2153, 2001.

RISERUS, U.; SMEDMAN, A.; BASU, S.; VESSBY, B. Conjugated linoleic acid (CLA) and body weight regulation in humans. **Lipids**, v. 38, p. 133-137, 2003.

ROCHE, J. R.; BLACHE, D.; KAY, J. K.; MILLER, D. R.; SHEAHAN, A. J.; MILLER, D. W. Neuroendocrine and physiological regulation of intake with particular reference to domesticated ruminant animals. **Nutrition Research Reviews**, v. 21, p. 207-234, 2008.

ROMA JÚNIOR, L. C.; SAVASTANO JÚNIOR, H.; MARTELLO, L. S.; LEME, P. R.; PINHEIRO, M. G. Produção de vitelos a partir de bezerros leiteiros mestiços e da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 1088-1093, 2008.

RUSSELL, J. B.; WILSON, D. B. Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH? **Journal of Dairy Science**, v. 79, p. 1503-1509, 1996.

SANDERS, T. A. B. How important is the relative balance of fat and carbohydrate as sources of energy in relation to health? **Nutrition Society**, v. 75, p. 147-153, 2016.

SANTANA, A. E. M.; NEIVA, J. N. M.; CASTRO, F. G. F. Utilização de machos de origem leiteira para produção de carne. In: NEIVA, J. N. M.; NEIVA, A. C. G. R.; RESTLE, J. PEDRICO, A. **Do Campus para o campo: Tecnologia para produção de carne de bovinos de origem leiteira**, Suprema Gráfica e Editora, Araguaína – TO, 2015, p. 175-192.

SANTANA, A. E. M.; NEIVA, J. N. M.; RESTLE, J.; SOUSA, L. F.; MIOTTO, F. R. C.; ARAÚJO, V. L.; ALENCAR, W. M.; AUGUSTO, W. F. Babassu mesocarp bran levels

associated with whole or ground corn grains in the finishing of young bulls: carcass and meat characteristics. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, p. 607-617, 2014.

SANTOS, J. W.; CABRAL, L. S.; ZERVOUDAKIS, J. T.; SOUZA, A. L.; ABREU, J. G.; BAUER, M. O. Casca de soja em dietas para ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 2049-2055, 2008.

SILVA, H. L. **Dietas de alta proporção de concentrado para bovinos de corte confinados**. 2009. 177f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária. Goiânia – GO, 2009.

SILVA, N. R. FERREIRA, A. C. H.; FATURI, C.; SILVA, G. F.; MÍSSIO, R. L.; NEIVA, J. N. M.; ARAÚJO, V. L.; ALEXANDRINO, E. Performance em confinamento de bovinos de corte, castrados ou não, alimentados com teores crescentes de farelo do mesocarpo de babaçu. **Ciência Rural**, v. 42, p. 1882-1887, 2012.

UENO, R. K. **Avaliação bioeconômica da cultura do milho (*zea mays* L.) utilizada sob diferentes formas na alimentação de novilhos em confinamento**. 2012. 169f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava-PR, 2012.

**United States Department of Agriculture**, USDA. Crop Production. Disponível em: <http://www.usda.gov/nass/PUBS/TODAYRPT/crop1113.pdf>, acesso em: abril de 2013.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**, second ed. Cornell University Press, Ithaca. 1994, 476p.

WALLINGTON, T. A., ANDERSON, J. E., MUELLER, S. A., KOLINSKI MORRIS, E., WINKLER, S. L., GINDER, J. M., NIELSEN, O. J. Corn ethanol production, food exports, and indirect land use change. **Environmental Science & Technology**, v. 46, p. 6379-6384, 2012.

ZAMBOM, M. A.; ALCALDE, C. R.; MARTINS, E. N.; BRANCO, A. F.; SILVA, K. T.; HASHIMOTO, J. H.; GARCIA, J.; GRANDE, P. A. Produção, composição do leite e variação do custo e da receita de produção de leite de cabras Saanen recebendo rações com casca de soja em substituição ao milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, p. 1313-1326, 2013.

ZAMBOM, M. A.; SANTOS, G. T.; MODESTO, E. C.; ALCALDE, C. R.; GONÇALVES, G. D.; SILVA, D. C. da; SILVA, K. T.; FAUSTINO, J. O. Valor nutritivo

da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum**, v. 23, p. 937-943, 2001.

ZINGUER, E. A.; ROLL, V. F. B.; BERMUDEZ, R. F.; MONTAGNER, P.; PFEIFER, L. F. M.; PINO, F. A. B. D.; CORRÊA, M. N.; DIONELLO, N. J. L. Desempenho e perfil metabólico de cordeiros confinados utilizando casca de soja associada a diferentes fontes de nitrogênio não protéico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 449-456, 2012.

## **CAPÍTULO II – USO DE DIETAS CONTENDO MILHO INTEIRO OU MOÍDO, COM E SEM CASCA DE SOJA NA ALIMENTAÇÃO DE BEZERROS MISTIÇOS LEITEIROS NA FASE DE CRIA**

**Resumo:** Objetivou-se com este trabalho avaliar a utilização de casca de soja e de milho inteiro ou moído na dieta de bezerros lactentes. Foram avaliadas dietas contendo dois níveis de inclusão da casca de soja (0 e 400,1 g/kg) e milho em diferentes formas físicas (inteiro ou moído) na alimentação de bezerros mestiços de origem leiteira recém nascidos que foram colocados em casinhas e receberam as dietas experimentais além de quatro litros de leite ao dia durante um período de 56 dias. Foram realizadas coletas de amostras semanais dos alimentos, dietas e sobras para determinação dos consumos de matéria seca e dos nutrientes. Para a avaliação da digestibilidade aparente foram colhidas amostras das dietas, sobras e fezes durante três dias consecutivos, sendo utilizado o dióxido de titânio como indicador, além disso, foram colhidas amostras de sangue para avaliação dos indicadores sanguíneos. A inclusão de casca de soja na dieta provocou aumento no consumo de fibra em detergente neutro, porém reduziu o consumo de carboidratos não fibrosos, que também foi reduzido pela utilização de milho inteiro na dieta. O consumo de nutrientes digestíveis totais não apresentou variação, mesmo tendo tido seu valor reduzido pela utilização do milho inteiro e pela inclusão de casca de soja. A digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta foram semelhantes, o que resultou em desempenho similar entre os animais, independentemente dos fatores analisados. Não houve efeito da utilização da casca de soja ou do milho inteiro para os resultados associados aos indicadores sanguíneos ou aos custos com alimentação. A utilização de casca de soja ou de milho inteiro não prejudica o desempenho de bezerros mestiços leiteiros durante a fase de cria.

**Palavras-chave:** consumo de nutrientes digestíveis totais, custo de alimentação, indicadores sanguíneos

## **USE OF DIETS CONTAINING WHOLE OR MILLED CORN, WITH AND WITHOUT SOYBEAN SHELL IN THE FEEDING OF DAIRY MONKEY BEZERS IN THE BREEDING PHASE**

**Abstract:** The objective of this study was to evaluate the use of soybean hulls and whole or ground corn in the diet of suckling calves. Diets containing two levels of inclusion of soybean hulls (0 and 400.1 g / kg) and corn in different physical forms (whole or ground) were evaluated in the diet of newborn dairy crossbred calves that were housed and received experimental diets plus four liters of milk per day over a period of 56 days. Weekly samples of food, diets and leftovers were used to determine dry matter and nutrient intakes. For the evaluation of the apparent digestibility samples were taken from the diets, leftovers and faeces for three consecutive days, using titanium dioxide as indicator, in addition, blood samples were collected to evaluate the blood indicators. The inclusion of soybean hulls in the diet caused an increase in the consumption of neutral detergent fiber, but reduced the consumption of non-fibrous carbohydrates, which was also reduced by the use of whole corn in the diet. The consumption of total digestible nutrients did not change, even though its value was reduced by the use of whole corn and by the inclusion of soybean hulls. The apparent digestibility of dry matter and crude protein were similar, which resulted in similar performance among the animals, regardless of the factors analyzed. There was no effect of the use of soybean hulls or whole corn for the results associated with blood indicators or feeding costs. The use of soybean or whole bark does not affect the performance of dairy crossbred calves during breeding.

**Key-words:** blood indicators, feed cost, total digestible nutrient consumption

## 2.1 Introdução

Machos de origem leiteira podem apresentar bons resultados produtivos, quando são criados respeitando suas exigências nutricionais e sanitárias, ainda nos primeiros dias de vida do animal (0 a 60 dias) (RIBEIRO et al., 2001). Durante este período, torna-se interessante estimular o consumo de alimento sólido, visto que o uso do leite na alimentação dos bezerros corresponde a uma prática bastante onerosa (FERREIRA et al., 2008) tanto do ponto de vista econômico (redução na quantidade do produto disponível para a venda), quanto do ponto de vista prático (alta demanda por mão de obra).

Dessa forma, a rápida transformação do animal de pré-ruminante para ruminante é importante tanto no aspecto fisiológico quanto no econômico, já que uma vez que os pré-estômagos estejam funcionais, os animais diminuem sua dependência pelo alimento líquido e passam a aproveitar de forma mais eficiente os nutrientes presentes no alimento sólido (BITTAR et al., 2009), o que tornará possível a redução na idade de desaleitamento dos animais.

Através do fornecimento de alimento concentrado desde os primeiros dias de vida do animal, torna-se possível acelerar o desenvolvimento dos pré-estômagos, visto que este alimento favorece o estabelecimento da microflora ruminal, o desenvolvimento das papilas, além do aumento na massa e no volume do rúmen e da realização adequada das funções metabólicas de seu epitélio (CUNHA; MARTUSCELLO, 2009), o que irá ocorrer devido à produção de ácidos propiônico e butírico que são os principais responsáveis pelo desenvolvimento ruminal (LYNFORD JUNIOR, 1988).

Além disso, é interessante que nesta fase sejam utilizados alimentos palatáveis que estimulem o consumo do animal. Todavia, o uso de alimentos como o milho e a soja, que tradicionalmente são empregados na alimentação animal, na produção de biocombustíveis tem favorecido o aumento no preço destes insumos (WALLINGTHON et al., 2012). Desta forma, deve-se buscar alternativas a estes alimentos que possam reduzir os custos com alimentação, como por exemplo, a utilização de subprodutos como a casca de soja (CS) e a redução na grau de processamento do alimento.

Mediante ao exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da utilização de dietas contendo casca de soja e milho inteiro ou moído, durante a fase de cria, sobre a digestibilidade das dietas e desempenho de bezerros mestiços de origem leiteira.

## 2.2 Material e Métodos

Os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de ética no uso de animais sob processo nº 23101.004142/2015-06. O experimento foi realizado no município de Rio Verde, Goiás, Brasil, localizado a 17° 47' 52" de latitude sul e 50° 55'40" de longitude oeste, no período de junho a agosto de 2013. O clima local é o Aw de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, sendo que a precipitação e a temperatura média nos meses de realização do experimento foram de 0,23 mm e 22,08 °C, respectivamente, enquanto que a umidade relativa esteve em 61,42%.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em arranjo fatorial 2 x 2, sem casca de soja (SCS) ou com 400,1 g/kg (CCS) de CS e milho em duas formas físicas, inteiro (MI) ou moído (MM), com sete repetições. Foram utilizados 28 bezerros recém nascidos, mestiços com grau de sangue variando de 3/4 a 5/8 Holandês x Zebu e peso médio inicial de 33,01 kg. O período total do experimento foi de 60 dias, dos quais 4 dias foram destinados ao fornecimento de colostro e 56 dias, a coleta de dados.

Os animais foram tratados contra endo e ecto parasitas, receberam vitaminas A, D e E injetável e um suplemento isoenergético líquido antes do início do período experimental, que foi fornecido diluído no leite. Os animais foram mantidos em abrigos individuais cobertos, possuindo uma área de sombra de 2m<sup>2</sup> e comedouros e bebedouros individuais, com cama de casca de arroz que foram removidas diariamente mediante a retirada da cama úmida e das fezes, sendo que a cada período de sete dias, a cama foi totalmente removida, sendo substituída por outra nova.

Durante o período experimental, os animais receberam dietas compostas leite e pelo alimento concentrado que foi formulado para ser isoproteico e que continha em sua composição milho, casca de soja, farelo de soja e um núcleo mineral comercial (Tabela 2.1). O concentrado (Tabela 2.2) foi fornecido à vontade aos

animais, mantendo sobras de 5%, sendo que estas sobras foram retiradas uma vez por semana, sendo que nesta ocasião foram coletadas amostras das sobras, do concentrado e dos alimentos utilizados para sua confecção. Já o leite foi fornecido de maneira restrita, de modo que os animais consumiam 4 litros de leite por dia, divididos em dois fornecimentos diários, sendo que o leite utilizado apresentava em sua composição 31,8 g/kg de extrato etéreo (EE), 29,5 g/kg de proteína bruta (PB), 45,2 g/kg de lactose, 110,7 g/kg de extrato seco total (EST) e 79,8 g/kg de extrato seco desengordurado (ESD).

Tabela 2.1 – Composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados na formulação dos concentrados

Variáveis, g/kg MS	Milho	Farelo de soja	Casca de Soja
Matéria Seca <sup>1</sup>	850,1	830,3	889,7
Cinzas	17,1	65,1	45,8
Fibra em Detergente Neutro	113,0	154,5	655,6
Hemicelulose	83,5	41,8	261,9
Fibra em Detergente Ácido	29,5	112,7	393,7
Celulose	18,8	100,0	359,8
Lignina	10,7	12,7	33,9
Extrato Etéreo	41,5	21,3	10,5
Proteína Bruta	81,9	474,9	146,9
NIDN <sup>2</sup>	83,8	7,0	381,4
NIDA <sup>3</sup>	47,9	3,8	139,0
Carboidratos não Fibrosos	746,5	284,2	141,2
Carboidratos Totais	859,5	438,7	796,8

<sup>1</sup>Matéria seca: em g/kg da matéria natural; <sup>2</sup>NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro em g/kg no nitrogênio total; <sup>3</sup>NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido em g/kg do nitrogênio total.

As amostras dos concentrados foram identificadas e levadas ao Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Tocantins, onde foram congeladas. Ao final de cada período de 28 dias, as amostras foram homogeneizadas, objetivando a formação de amostras compostas. Posteriormente, foi realizada a pré-secagem destas amostras em estufa de ventilação forçada a 65°C, sendo em seguida moídas em moinho tipo faca com peneira de crivos de 1 mm e armazenadas

em recipiente plástico, sendo em seguida utilizadas para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica e proteína bruta (PB) (Método 920,87; AOAC, 1990) e cinzas (Método 924,05; AOAC, 1990).

Tabela 2.2 – Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica dos concentrados

Alimentos, g/kg MS	Milho moído		Milho inteiro	
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>
	Proporção dos ingredientes			
Milho Inteiro	-	-	712,0	400,1
Milho Moído	712,0	400,1	-	-
Casca de Soja	-	400,1	-	400,1
Farelo de Soja	238,0	148,0	238,0	148,0
Núcleo Mineral <sup>3</sup>	50,0	50,0	50,0	50,0
Variáveis, g/kg MS	Composição químico-bromatológica			
Matéria Seca <sup>4</sup>	890,6	890,1	897,8	909,0
Matéria Orgânica	928,1	917,3	912,5	900,7
Cinzas	71,9	82,7	87,5	99,3
Fibra em Detergente Neutro	123,0	381,5	110,2	379,8
Hemicelulose	81,3	188,1	70,8	191,9
Fibra em Detergente Ácido	41,7	193,4	39,4	187,9
Celulose	30,9	173,6	28,5	168,1
Lignina	10,8	19,8	10,9	19,8
Extrato Etéreo	33,7	27,6	34,2	28,4
Proteína Bruta	176,5	176,8	175,9	173,5
NIDN <sup>5</sup>	89,6	87,9	84,8	86,8
NIDA <sup>6</sup>	43,8	42,9	42,4	44,6
Carboidratos não Fibrosos	594,9	331,4	592,2	319,0
Carboidratos Totais	717,9	712,9	702,4	698,8

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>Núcleo Mineral: valores mínimos de cálcio 220g/kg, fósforo 80g/kg, vitamina A 300.000 UI, vitamina E 300 mg/Kg, cobre 860 mg/kg, zinco 3g/kg, iodo 120mg/kg, ferro 2g/kg, manganês 1350mg/kg, selênio 20mg/kg, cobalto 80mg/kg e monóxido de níquel 1200mg/kg; <sup>4</sup>Matéria seca: em g/kg da matéria natural; <sup>5</sup>NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro em g/kg do nitrogênio total; <sup>6</sup>NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido em g/kg do nitrogênio total.

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram determinadas segundo Van Soest, Roberttson e Lewis (1991), já a porcentagem de extrato etéreo (EE) foi determinada através de lavagem com éter de petróleo a 90°C por uma hora (ANKOM, 2009). Os valores de carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos totais (CT) e nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992), onde  $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%CZ)$ ,  $CNF = CT - FDN$  e  $NDT \text{ observado} = PBD + (EED \times 2,25) + CTD$ , em que PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível, CZ = cinzas e CTD = carboidratos totais digestíveis.

A partir das análises realizadas foram calculados os consumos de matéria seca (CMS), de proteína bruta (CPB), de extrato etéreo (CEE), de fibra em detergente neutro (CFDN), de carboidratos não fibrosos (CCNF) e de nutrientes digestíveis totais (CNDT) expressos em quilograma por dia (kg/dia) e em porcentagem do peso vivo (% PV). Também foram avaliados o ganho médio diário (GMD), ganho de peso total (GPT) e as eficiências da matéria seca (EMS) em kg de GMD/kg de MS consumida, da proteína bruta (EPB) em kg de GMD/kg de PB consumida e dos nutrientes digestíveis totais (ENDT) em kg de GMD/kg de NDT consumido.

Além disso, foram calculados os consumos de matéria seca total (CMST) e de proteína bruta total (CPBT), além da eficiência da matéria seca total (EMST) e a conversão alimentar total (CAT), em que foram considerados os consumos de MS e de PB oriundos da ingestão do leite.

Ao início e final do período experimental os animais foram pesados individualmente, pela manhã, sem jejum prévio, sendo estes pesos considerados como peso inicial (PI) e peso final (PF). Durante essas pesagens, foi realizada a mensuração das medidas morfométricas dos animais, onde foram avaliadas as alturas de cernelha (AC) e de garupa (AG), perímetros torácicos (PT) e do braço (PB) e o comprimento corporal (CC). Essas mensurações foram realizadas sempre do lado esquerdo com os bezerros em posição de quadrilátero, utilizando para isso uma bengala hipométrica e uma fita graduada em centímetros.

Quando os animais atingiram 56 dias de idade, foram coletadas amostras de alimentos, sobras e fezes que foram utilizadas para determinação da digestibilidade aparente das dietas. Essas amostras foram coletadas após o fornecimento de 10 g/d de dióxido de titânio (indicador externo) que foi fornecido ao animal diluído em 50 ml de leite através de sonda esofagiana durante um período de 10 dias. A coleta das

fezes foi realizada durante os últimos quatro dias de fornecimento do indicador, diretamente do reto dos animais.

Essas amostras foram imediatamente congeladas a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sendo posteriormente levadas ao Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Tocantins, onde foram homogeneizadas, formando assim, amostras compostas que foram pré secas em estufa de ventilação forçada, moídas em moinhos tipo faca tipo faca e peneiradas em peneira de 1 mm. Em seguida as amostras foram utilizadas para determinação da produção total de fezes segundo a metodologia descrita no INCT (2012) e utilizadas no cálculo para a obtenção da digestibilidade aparente (DA) da matéria seca e dos nutrientes presentes na dieta em que a  $DA = 1 - [(nutriente\ ingerido - nutriente\ excretado)/nutriente\ ingerido]$ .

Ao final do período experimental também foram colhidas amostras de sangue através de punção realizada na veia jugular dos animais, durante o período da tarde, sem a realização de jejum prévio. Após colhidas as amostras foram armazenadas em tubos do tipo Vacutainer®, sendo que para avaliação dos níveis glicêmicos, as amostras de sangue foram colhidas em tubos contendo EDTA e fluoreto de sódio. As amostras foram resfriadas e encaminhadas ao laboratório de Patologia Animal da Cooperativa Mista dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano (COMIGO), em Rio Verde-GO, onde foram centrifugadas por 15 minutos a uma velocidade de 2000 g/min visando à separação do plasma e do soro.

Estas alíquotas foram acondicionadas em tubos Eppendorfs®, identificados e congelados a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  para posteriores análises de glicose (GL), triglicerídeos (TG), colesterol total (CLT), proteína total (PT), albumina (ALB), uréia (UR), aspartato aminotransferase (AST), fosfatase alcalina (ALT) e creatinina (CRT) que foram realizadas com as amostras sob temperatura de  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$  no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Tocantins, utilizando-se de testes comerciais da Labtest Diagnóstica S.A.® e do espectrofotômetro Bioplus® modelo Bio-2000 IL-A.

Para a avaliação dos custos associados à utilização das diferentes dietas avaliadas, foram coletadas informações do valor pago por quilograma de cada alimento utilizado para a confecção dos concentrados durante o período de avaliação experimental, assim como do preço do litro de leite utilizado para a alimentação dos animais. Essas informações foram utilizadas para o cálculo do custo por quilograma da dieta (CQD), do custo com a alimentação por dia (CAD)

(CAD = CQD x CMS/d) e do custo por quilograma de ganho obtido (CQG) (CQG = CAD/GMD).

Os dados coletados foram submetidos a testes de homocedasticidade e normalidade, sendo que em todas as variáveis de fluxo contínuo e distribuição normal realizou-se análise de variância. O peso inicial foi utilizado como covariável e, quando não significativo foi retirado do modelo, sendo que o modelo matemático utilizado foi representado por:

$$\gamma_{ijkl} = \mu + \tau_i + \epsilon_j + \tau_i * \epsilon_j + \delta_l + a_{ij}$$

em que:  $\gamma_{ijkl}$  = variável dependente;  $\mu$  = média geral;  $\tau_i$  = efeito do fator i (nível de inclusão da casca de soja);  $\epsilon_j$  = efeito do fator j (forma física do milho);  $\tau_i * \epsilon_j$  = interação entre fator i e fator j;  $\delta_l$  = efeito do peso inicial;  $a_{ij}$  = erro experimental residual associado ao fatorial nível de inclusão de casca de soja e forma física do milho. Os dados foram submetidos ao teste de t com 5% de significância para comparação entre as médias quando a interação dos fatores estudados não foi significativa (acima de 5% de significância).

## 2.3 Resultados

Tabela 2.3 – Consumo de nutrientes de bezerros mestiços leiteiros

Variáveis, kg/d	Milho moído		Milho Inteiro		CV, %	Valores de P		
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS		FF <sup>3</sup>	CS	FF x CS
CMS	0,47	0,43	0,28	0,39	45,83	0,11	0,58	0,24
CMST	0,96	0,92	0,77	0,89	20,22	0,12	0,56	0,25
CPB	0,09	0,07	0,06	0,08	49,06	0,38	0,87	0,23
CPBT	0,21	0,20	0,18	0,20	18,39	0,37	0,86	0,24
CFDN	0,05	0,21	0,02	0,20	55,93	0,50	<0,01	0,76
CCNF	0,27	0,09	0,16	0,08	50,01	0,04	<0,01	0,07
CNDT	0,82	0,78	0,65	0,73	21,4	0,08	0,73	0,29

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>FF: forma física; CMS: consumo de matéria seca; CMST: consumo de matéria seca total; CPB: consumo de proteína bruta; CPBT: consumo de proteína bruta total; CFDN: consumo de fibra em detergente neutro; CCNF: consumo de carboidratos não fibrosos; CNDT: consumo de nutrientes digestíveis totais.

Não houve interação entre o nível de inclusão de CS na dieta e a forma física do grão de milho (Tabela 2.3). Todavia, quando analisados separadamente, a utilização de CS resultou em aumento no CFDN ( $P<0,01$ ) e redução no CCNF ( $P<0,01$ ) que também foi reduzido pela utilização da MI na dieta dos bezerros ( $P=0,04$ ). Os demais consumos apresentaram resultados semelhantes, independentemente da forma física do grão de milho ou do nível de inclusão de CS, sendo observadas médias de 0,39 kg/d de CMS, 0,88 kg/d CMST, 0,07 kg/d de CPB, 0,20 kg/d de CPBT e 0,75 kg/d de CNDT.

Não houve interação entre os fatores avaliados para as variáveis relacionadas à digestibilidade das dietas experimentais (Tabela 2.4). Todavia, tanto a utilização de MI, quanto a inclusão de CS, promoveram redução no valor de NDT das dietas ( $P=0,02$  e  $P=0,03$ , respectivamente), embora, a inclusão da CS tenha aumentado o teor de FDN digerida pelos animais ( $P<0,01$ ). Já os resultados de DAMS, DAPB e DACNF não foram influenciados pela utilização de MI ou pela inclusão de CS, apresentando médias de 0,87, 0,89 e 0,90, respectivamente.

Tabela 2.4 – Coeficientes de digestibilidade aparente e valores de nutrientes digestíveis totais das dietas

Variáveis	Milho Moído		Milho Inteiro		CV, %	Valores de P		
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS		FF <sup>3</sup>	CS	FF x CS
DAMS	0,87	0,87	0,87	0,87	1,26	0,92	0,66	0,53
DAFDN	0,40	0,52	0,41	0,52	5,94	0,54	<0,01	0,74
DAPB	0,89	0,90	0,90	0,90	1,87	0,69	0,59	0,62
DACNF	0,90	0,90	0,90	0,91	1,94	0,75	0,97	0,86
NDT	84,94	83,90	83,76	82,31	1,77	0,02	0,03	0,72

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>FF: forma física; DAMS: digestibilidade aparente da matéria seca; DAFDN: digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro; DAPB: digestibilidade aparente da proteína bruta; DACNF: digestibilidade aparente da carboidratos não fibrosos; NDT: nutrientes digestíveis totais.

Apesar da variação observada no valor de NDT das dietas, não houve efeito da forma física no milho ou do nível de inclusão da CS para nenhuma das variáveis relacionadas ao desempenho dos animais (Tabela 2.5), sendo observadas médias de 64,28 kg de PF, 31,28 kg de GPT, 0,56 kg/d de GMD, 0,67 kg de MS/kg de ganho

na CA, 1,70 kg de MS/kg de ganho na CAT, 1,64 kg ganho/kg de MS na EMS, 0,62 kg ganho/kg de MS na EMST, 8,69 kg ganho/kg de PB na EPB, 2,76 kg ganho/kg de PB na EPBT e 0,75 kg ganho/kg de NDT na ENDT.

Tabela 2.5 – Desempenho de bezerros mestiços leiteiros

Variáveis	Milho Moído		Milho Inteiro		CV, %	Valores de P		
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS		FF <sup>3</sup>	CS	FF x CS
PI	32,93	32,00	32,43	34,67	18,75	0,65	0,78	0,51
PF	69,43	63,64	58,00	66,08	18,79	0,33	0,80	0,14
GPT	36,50	31,64	25,57	31,42	27,44	0,10	0,88	0,11
GMD	0,65	0,57	0,46	0,56	27,54	0,09	0,87	0,10
CA	0,71	0,74	0,56	0,70	29,95	0,21	0,31	0,50
CAT	1,52	1,81	1,85	1,62	31,32	0,72	0,88	0,21
SEM	1,51	1,52	2,00	1,54	38,11	0,29	0,35	0,32
EMST	0,68	0,61	0,58	0,63	19,92	0,48	0,85	0,20
EPB	8,00	9,79	9,27	7,73	43,60	0,79	0,93	0,26
EPBT	3,03	2,85	2,42	2,75	22,96	0,15	0,76	0,30
ENDT	0,80	0,72	0,69	0,77	20,00	0,62	0,99	0,18

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>FF: forma física; PI: peso inicial em kg; PF: peso final em kg; GPT: ganho de peso total em kg; GMD: ganho médio diário em kg/d; CA: conversão alimentar em kg/kg; CAT: conversão alimentar total em kg/kg; EMS: eficiência da matéria seca em kg/kg; EMST: eficiência da matéria seca total em kg/kg; EPB: eficiência da proteína bruta em kg/kg; EPBT: eficiência da proteína bruta total em kg/kg; ENDT: eficiência dos nutrientes digestíveis totais em kg/kg.

Os dados obtidos na avaliação morfométrica dos animais apresentaram resultados independentes da forma física do milho ou do nível de inclusão da CS (Tabela 2.6), tanto na avaliação dos resultados finais, quanto em seus respectivos ganhos durante o período de aleitamento. Além disso, também não foi observada a existência de interação entre os fatores sobre nenhuma das variáveis relacionadas a essas medidas.

Considerando-se os valores dos ingredientes no período de realização da avaliação experimental, a utilização da CS ou do MI não representaram fatores

suficientes para promover redução nos custos com alimentação (Tabela 2.7), de modo que o CAD foi de R\$ 4,64, enquanto que o CQG foi de R\$ 9,45.

Tabela 2.6 – Medidas morfométricas de bezerros mestiços leiteiros

Variáveis, cm	Milho moído		Milho Inteiro		CV, %	Valores de P		
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS		FF <sup>3</sup>	CS	FF x CS
ACI	72,86	70,21	70,36	72,25	5,02	0,86	0,78	0,11
AGI	76,57	75,29	74,14	76,67	5,68	0,75	0,71	0,25
PBI	11,36	11,33	10,93	11,17	8,08	0,39	0,76	0,69
CCI	61,79	59,00	60,93	62,22	9,25	0,58	0,73	0,35
PTI	75,86	75,07	71,21	77,00	7,59	0,53	0,25	0,14
GAC	10,36	12,28	11,07	9,50	33,42	0,49	0,84	0,23
GAG	11,07	11,86	10,78	11,66	31,19	0,84	0,54	0,99
GPB	1,00	1,24	0,93	1,00	46,78	0,41	0,38	0,70
GCC	12,36	11,71	10,65	8,95	47,50	0,29	0,60	0,74
GPT	20,07	19,86	15,28	18,25	39,39	24,71	0,61	0,60
ACF	83,21	82,50	81,43	81,75	5,45	0,46	0,91	0,76
AGF	87,64	87,14	82,36	88,33	7,11	0,38	0,25	0,18
PBF	12,36	12,57	11,86	12,17	6,83	0,16	0,42	0,88
CCF	74,14	70,71	67,43	71,17	7,37	0,13	0,94	0,08
PTF	95,93	93,50	86,50	95,25	9,01	0,71	0,56	0,73

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>FF: forma física; ACI: altura de cernelha inicial; AGI: altura de garupa inicial; PBI: perímetro do braço inicial; CCI: comprimento corporal inicial; PTI: perímetro torácico inicial; GAC: ganho de altura de cernelha; GAG: ganho de altura de garupa; GPB: ganho de perímetro do braço; GCC: ganho de comprimento corporal; GPT: ganho de perímetro torácico; ACF: altura de cernelha final; AGF: altura de garupa inicial final; PBF: perímetro do braço final; CCF: comprimento corporal final; PTF: perímetro torácico final.

Tabela 2.7 – Custos associados à alimentação de bezerros mestiços leiteiros

Variáveis	Milho Moído		Milho Inteiro		CV, %	Valores de P		
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS		FF <sup>3</sup>	CS	FF x CS
CQD <sup>3</sup> , R\$/kg MS	0,63	0,56	0,60	0,54	-	-	-	-
CDL, R\$/4L	4,38	4,38	4,38	4,38	-	-	-	-
CAD, R\$*CMS/d	4,71	4,65	4,57	4,62	2,53	0,06	0,89	0,21
CQG, CAD/GMD	7,61	9,88	11,75	8,58	50,35	0,44	0,81	0,15

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>FF: forma física; <sup>4</sup>Cotação de preços realizada durante a fase experimental em que: milho moído R\$ 0,416/kg, milho inteiro R\$ 0,386/kg, casca de soja R\$ 0,36/kg; farelo de soja R\$ 0,968/kg e núcleo mineral R\$ 2,003/kg. CQD: custo por quilograma da dieta; CDL: custo diário com o leite (1,095R\$/L); CAD: custo da alimentação por dia (preço/4L de leite + preço/kg ração x CMS); CQG: custo por quilograma de ganho (CAD/GMD).

A avaliação dos indicadores bioquímicos do sangue (Tabela 2.8) também apresentou resultados independentes dos fatores avaliados, sendo observadas médias 88,57 mg/dl de GL, 26,77mg/dl de CLT, 36,82 mg/dl de TG, 6,07 g/dl de PT, 2,65 g/dl de ALB, 6,33 mg/dl de UR, 48,24 U/L de AST, 116,19 U/L de ALP e 1,19 mg/dl de CRT.

Tabela 2.8 – Indicadores bioquímicos do sangue de bezerros mestiços leiteiros

variáveis	Milho Moído		Milho Inteiro		CV, %	Valores de P		
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS		FF <sup>3</sup>	CS	FF x CS
GL, mg/dl	83,71	90,29	89,64	90,67	15,85	0,55	0,48	0,60
CLT, mg/dl	25,79	28,36	24,79	28,17	55,84	0,92	0,60	0,94
TG, mg/dl	28,93	40,00	42,36	36,00	33,43	0,32	0,62	0,07
PT, g/dl	5,70	6,13	6,49	5,98	11,57	0,23	0,88	0,09
ALB, g/dl	2,71	2,80	2,46	2,64	12,04	0,10	0,27	0,73
UR, mg/dl	6,57	5,86	8,07	4,83	42,07	0,81	0,06	0,22
AST, U/ml	50,93	49,14	45,57	47,33	24,18	0,42	0,99	0,69
ALP, U/ml	148,00	108,57	104,29	103,92	59,72	0,37	0,45	0,46
CRT, mg/dl	1,25	1,04	1,26	1,21	26,9	0,46	0,28	0,50

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>FF: forma física; GL: glicose; CLT: colesterol total; TG: triglicerídeos; PT: proteína total; ALB: albumina; UR: ureia; AST: aspartato aminotransferase; ALP: fosfatase alcalina; CRT: creatinina.

## 2.4 Discussão

O fornecimento de alimento sólido para o bezerro resulta em efeitos benéficos sobre o desenvolvimento dos pré-estômagos (HEINRICHS, 2005) como pode ser observado de maneira bastante clara quando se considera a digestibilidade apresentada pelas dietas. As elevadas digestibilidades verificadas na matéria seca e nos nutrientes avaliados indicam que apesar destes animais serem jovens, a utilização de alimentos sólidos resultou em alta digestibilidade dos nutrientes presentes nas dietas, como, por exemplo, a PB que corresponde a um nutriente de elevada exigência para animais durante a fase inicial de produção (NRC, 2001).

Ainda considerando a avaliação das digestibilidades e o fato da digestão do alimento fibroso pelos bovinos ocorrer de maneira eficiente somente a partir do momento em que o rúmen se encontra funcional, o aumento observado na DAFDN em dietas CCS, demonstra que apesar desta ser um alimento com alto teor de fibra (Tabela 2.1), esta fibra apresenta alta qualidade devido aos elevados teores de pectina (NRC, 2001) e baixo teor de lignina (MIRON; YOSEF; BEM-CHEDALIA, 2001; NRC, 2001). Isto permitiu que mesmo os animais jovens como os aqui utilizados, fossem capazes de aproveitar a fibra presente neste alimento, embora nesta idade ainda possuam baixa capacidade de digerir carboidratos como a celulose (ANDERSON et al., 1987; ANDERSON; NAGARAJA; MORRILL, 1987) que está presente em grande quantidade na casca de soja (Tabela 2.1).

Entretanto, mesmo que a DAFDN tenha sido favorecida, o fato da CS apresentar menores teores de energia que o milho (3,4 Mcal/kg e 3,9 Mcal/kg, respectivamente (NRC, 2001)), fez com que sua utilização reduzisse o valor de NDT das dietas. Esse resultado corresponde a uma característica comumente observada quando se utiliza a CS em substituição a alimentos concentrados energéticos como o milho na dieta de bovinos (EZEQUIEL et al., 2006; LÖEST et al., 2001; MUELLER; BOGGS, 2011), sendo que a literatura demonstra que à medida que se aumenta o nível de inclusão de CS, há variações cada vez mais expressivas no valor de NDT das dietas (IPHARRAGUERRE; CLARK, 2003).

Essa redução na quantidade de nutrientes digestíveis disponíveis para serem utilizados pelos animais também ocorreu com a utilização do grão de MI, apesar do fato das dietas com grão inteiro e moído apresentarem a mesma composição químico-bromatológica (Tabela 2.2). Entretanto, essa variação verificada entre o nível de NDT apresentado nas dietas com MI ou MM foi de apenas 1,64%, o que representa uma alteração muito baixa. Desta forma, à proximidade existente entre o valor de NDT das dietas com MI e MM permitiu que os animais alimentados com estas dietas conseguissem reverter à diferença no valor de NDT, uma vez que atingiram resultados no CNDT similares aos de animais alimentados com MM.

Por outro lado, o fato do grão de milho utilizado neste trabalho ser do tipo duro (flint) pode ter contribuído para a redução no CCNF, visto que os animais alimentados com grão inteiro selecionavam as dietas, se alimentando preferencialmente por alimentos com menor tamanho de partícula e de mais fácil mastigação. Como o farelo de soja e o núcleo mineral não foram peletizados, seu

fornecimento ao animal em conjunto com o MI, conferiam aos animais a possibilidade de selecionar estas frações do alimento, em detrimento ao grão de milho. Esta seleção favoreceu a diminuição no CCNF, já que o farelo de soja possui teor de CNF abaixo do encontrado no milho (Tabela 2.1), conforme também foi demonstrado por Hashimoto et al. (2007) que observou valores de CNF para milho e farelo de soja de 865 e 685 g/kg, respectivamente.

Além disso, como a casca de soja também apresenta teor de CNF abaixo do encontrado no milho, além de elevados teores de FDN (Tabela 2.1), sendo, portanto, constituída basicamente por carboidratos estruturais, sua inclusão na dieta também contribuiu para a redução no CCNF, além de resultar em aumento no CFDN. Resultados semelhantes aos obtidos no presente trabalho comumente são observados na literatura quando a CS é incluída em dietas que apresentam alto teor energético (AMORIM et al., 2008; EZEQUIEL et al., 2006; FREITAS et al., 2013; GENTIL et al., 2011; HASHIMOTO et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2007; REZENDE, 2013; SANTOS et al., 2008). Este fato ocorre devido sua inclusão normalmente resultar em redução na proporção de alimentos como milho e sorgo, que apresentam alto teor de CNF e baixa proporção de FDN.

Por outro lado, o fato dos CMS e CMST (concentrado + leite) terem ocorrido de maneira similar entre as dietas demonstra que as dietas utilizadas, eram bem aceitas pelos animais e apresentavam boa palatabilidade. Estas características são muito importantes nesta fase de produção, já que a ingestão de alimento sólido reduz a dependência dos animais pelo alimento líquido (HODGSON, 1971), o que possibilita diminuir a idade do desaleitamento (NRC, 2001; SANTOS; DAMASCENO; KAZAMA, 2010) e acelerar o retorno do capital investido na produção animal (SANTOS et al., 2002), uma vez que os animais apresentarão maior peso ao desmame e melhor desempenho após o desaleitamento (OLIVEIRA; ZANINE; SANTOS, 2007).

Além disso, é importante ressaltar as médias observadas para as variáveis CMS e CMST, que foram de 0,39 e 0,89 kg/d, respectivamente. Esses resultados estão abaixo dos observados no trabalho realizado por Gomes et al. (2002) que avaliaram a inclusão de casca de soja na dieta de bezerros durante a fase de cria, em que observaram média de CMS de alimento concentrado de 0,49 kg/d. Todavia, apesar dos menores valores de consumo, os resultados para a conversão alimentar foram melhores, sendo que os animais necessitaram consumir 1,70 kg de MST para

ganhar um quilograma de peso vivo, enquanto que no trabalho realizado por Gomes et al. (2012) essa necessidade foi de 1,91 kg/d, o que demonstra uma alta eficiência por parte dos animais experimentais e corresponde a um reflexo do ganho de peso, visto que os animais apresentaram GMD de 0,56 kg/d.

Ao mesmo tempo, se compararmos os resultados de ganho de peso obtidos nas dietas CCS, com outros encontrados na literatura ao avaliar subprodutos semelhantes à CS que apresentam alto teor de fibra e baixo tamanho de partícula como o farelo do mesocarpo do babaçu (PEDRICO, 2013) e a polpa cítrica (SCHACH et al., 2001), na alimentação de bezerros leiteiros, pode-se observar que a CS, possibilita um desempenho superior aos animais durante a fase de cria (GMD de 0,35 e 0,45 kg/d). Desta forma, a CS corresponde a uma boa opção para ser utilizada em propriedades que produzem esse tipo de animal, uma vez que permite que os animais sejam desmamados com peso elevado.

O bom desenvolvimento dos animais alimentados com as dietas experimentais pode ser percebido ainda quando se observa os dados referentes às medidas morfométricas realizadas nos animais durante a fase de aleitamento. Nestes períodos, os animais apresentaram ganhos significativos e semelhantes, o que é reflexo da similaridade observada no ganho de peso e no CNDT, conforme também foi destacado por Brito (2014). Além disso, os ganhos obtidos neste trabalho, para essas medidas, foram similares aos encontrados na literatura para bezerros de origem leiteira, recebendo dietas com níveis proteicos semelhantes aos aqui utilizados (BARTLETT et al., 2014; GOMES et al., 2012).

Apesar dos resultados favoráveis para o desempenho dos animais, a utilização da CS ou a redução no processamento através da utilização do MI, não favoreceram a diminuição nos custos com a alimentação, mesmo quando os custos foram analisados em função do ganho de peso. Esses resultados demonstram a necessidade de haver uma maior diferença no valor de mercado entre o MM e o MI e entre o MM e a CS para que haja uma redução significativa nos custos de produção com a utilização do MI ou da CS na dieta de bezerros durante o aleitamento.

A redução no custo da dieta com a utilização da CS foi percebida por Katsuki (2009) que observou uma diminuição de 20% nos custos por quilograma de ganho de peso com a utilização de até 30% de CS na MS da dieta de novilhos da raça Nelore. Entretanto, no caso do trabalho desenvolvido por esses autores, a diferença

entre o preço do milho e da CS foi de 25%, enquanto que no trabalho aqui desenvolvido, a diferença foi de apenas 14%.

Além disso, quando se fala nos custos de produção de bezerros, é importante ressaltar que o leite representa uma grande proporção dos custos com alimentação por dia (94%), sendo que esse resultado demonstra a importância da redução na idade de desmame dos animais. Como o leite corresponde à principal fonte de renda nas propriedades leiteiras, a redução na idade de desmame reduz de sobremaneira os custos com a produção de bezerros, visto que diminui a quantidade de leite utilizada na alimentação dos animais durante a fase de cria (BITTAR et al., 2009).

Quanto aos indicadores sanguíneos, os níveis glicêmicos permaneceram dentro da faixa tida como normal para a categoria animal, assim como, nos resultados de creatinina e das enzimas AST e ALP. De acordo com Pogliani e Birgel Júnior (2007) e Fagliari et al. (1998) estes níveis em bezerros machos Holandeses lactentes com até três meses de idade deveriam variar de 75,13 a 88,26 mg/dl, 0,98 a 1,56 mg/dl, 27,6 a 46,3 U/ml e 67,71 a 141,33 U/ml, respectivamente.

O fato dos resultados para os níveis de glicêmicos estarem dentro da faixa tida como padrão para a categoria demonstra que os animais recebiam alimento em quantidade suficiente para atender suas necessidades nutricionais. Todavia, a utilização das dietas não promovia grande desafio metabólico aos bezerros lactentes, visto que os níveis das enzimas que estariam associadas à ocorrência de distúrbios hepáticos (FRANZESE et al., 1997; STOJEVIC et al., 2005) ou dos indicadores da atividade renal (FINCO, 1989; THRALL et al., 2006), encontram-se dentro da normalidade.

O mesmo pode ser percebido quando se considera os resultados referentes aos níveis protéicos da dieta, que demonstram que os animais estavam consumindo proteína suficiente para manter os níveis de uréia, albumina e proteína total, dentro da faixa de normalidade para a categoria animal (10,97 a 22,27, 2,97 a 3,45 e 6,12 a 7,11, respectivamente (FAGLIARI et al., 1998)). Esses resultados indicam que o fornecimento de proteína através da alimentação dos animais ocorreu de maneira a atender suas exigências, sem que houvessem excessos que poderiam ser indicados pela presença de níveis elevados de proteína e/ou uréia no plasma e que provocassem o encarecimento da dieta com o fornecimento de proteína em excesso para os animais (BRONDERICK; CLAYTON, 1997).

## **2.5 Conclusão**

A utilização de casca de soja ou de milho inteiro na dieta de bezerros mestiços de origem leiteira durante a fase de cria não prejudica o desempenho dos animais ou altera seus indicadores sanguíneos. Todavia, sua utilização não reduz os custos associados à alimentação durante a fase de cria.

## 2.6 Referências

AMORIM, G. L.; BATISTA, Â. M. V.; CARVALHO, F. F. R.; GUIM, A.; CABRAL, A. M. D.; MORAES, A. C. A. Substituição do milho por casca de soja: consumo, rendimento e características de carcaça e rendimento de buchada de caprinos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 30, p. 41-49, 2008.

ANDERSON, K. L.; NAGARAJA, T. G.; MORRILL, J. L. Ruminal metabolic development in calves weaned conventionally or early. **Journal of Dairy Science**, v. 70, p. 1000-1005, 1987.

ANDERSON, K. L.; NAGARAJA, T. G.; MORRILL, J. L.; AVERY, T. B.; GALITZER, S. J.; BOYER, J. E. Ruminal microbial development in conventionally or early weaned calves. **Journal of Animal Science**, v. 64, p. 1215-1226, 1987.

ANKOM. **Operator's manual – ANKOMXT10 extraction system**. Macedon. 2009.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 16th ed. AOAC International, Arlington, VA. 1990.

BARTLETT, K. S.; Mc KEITH, F. K.; VANDEHAAR, M. J.; DAHL, G. E.; DRACKLEY, J. K. Growth and body composition of dairy calves fed Milk replacers containing different amounts of protein at two feeding rates. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 1454-1467, 2014.

BITTAR, C. M. M.; FERREIRA, L. S.; SANTOS, F. A. P.; ZAPOLLATTO, M. Desempenho e desenvolvimento do trato digestório superior de bezerros leiteiros alimentados com concentrado de diferentes formas físicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1561-1567, 2009.

BRITO, R. F. **Utilização de dietas com grão de milho inteiro para produção de vitelos modificados**. 2014. 101f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína - TO, 2014.

BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2964-2971, 1997.

CUNHA, D. N. F. V., MARTUSCELLO, J. A. Criação de bezerras de rebanhos leiteiras em fase de aleitamento. In: SILVA, J. C. P. M., OLIVEIRA, A. S., VELOSO,

C. M. UFLA, **Manejo e administração na bovinocultura leiteira**. Viçosa – MG, p.29-54, 2009.

EZEQUIEL, J. M. B.; SILVA, O. G. C.; GALATI, R. L.; WATANABE, P. H.; BIAGIOLI, B.; FATURI, C. Desempenho de novilhos Nelore alimentados com casca de soja ou farelo de gérmen de milho em substituição parcial ao milho moído. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 569 - 575, 2006.

FAGLIARI, J. J.; SANTANA, A. E.; LUCAS, F. A.; CAMPOS FILHO, E.; CURI, P. R. Constituintes sanguíneos de bovinos lactantes, desmamados e adultos das raças Nelore (*Bos indicus*) e Holandesa (*Bos taurus*) e de bubalinos (*Bubalus bubalis*) da raça Murrah. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 50, p. 263-271, 1998.

FERREIRA, L. S.; BITTAR, C. M. M.; SANTOS, V. P.; MATTOS, W. Desempenho animal e desenvolvimento do rúmen de bezerros leiteiros aleitados com leite integral ou sucedâneo. **Boletim Indústria Animal**, v.65. p.337-345, 2008.

FINCO, D. R. Kidney function. In: KANEKO, J. J. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 4.ed. San Diego: Academic Press, 1989, p.496-542.

FRANZESE, A.; VAJRO, P.; ARGENZIANO, A.; PUZZIELLO, A.; IANNUCCI, M. P.; SAVIANO, M. C.; BRUNETTI, F.; RUBINA, A. Liver involvement in obese children. Ultrasonography and liver enzyme levels at diagnosis and during follow-up in an Italian population. **Digestive Diseases and Sciences**, v. 42, p. 1428-1432, 1997.

FREITAS, L. S.; BRONDANI, I. L.; SEGABINAZZI, L. R.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; PIZZUTI, L. A. D.; SILVA, V. S.; RODRIGUES, L. S. Performance of finishing steers fed different sources of carbohydrates. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, p. 354-362, 2013.

GENTIL, R. S.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; FERREIRA, E. M.; MENDES, C. Q.; ALMEIDA, O. C.; QUEIROZ, M. A. A. Metabolismo de nutrientes em ovinos alimentados com casca de soja em substituição ao feno de coast cross. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 2835-2843, 2011.

GOMES, I. P. O.; THALER NETO, A. ; MEDEIROS, L. A.; ORSOLIN, V.; PERES NETO, E.; SEMMELMANN, C. E. N. Níveis de casca de soja em rações concentradas para bezerros de raças leiteiras. **Archives of Veterinary Science**, v. 17, p. 52-57, 2012.

HASHIMOTO, J. H.; ALCALDE, C. R.; ZAMBOM, M. A.; SILVA, K. T. da; MACEDO, F. A. F.; MARTINS, E. N.; RAMOS, C. E. C. O.; PASSIANOTO, G. de O. Desempenho e digestibilidade aparente de cabritos Boer x Saanen em confinamento recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 174-182, 2007.

HEINRICH, J. Rumen Development in the dairy calf. **Advances in Dairy Technology**, v. 17, p. 179-187, 2005.

HODGSON, J. The development of solid food intake in calves. 5. The relationship between liquid and solid food intake. **Animal Production**, v. 13, p. 593-597, 1971.

INCT – Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. **Métodos para análise de alimentos**. Editores: DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S.; PINA, D. S.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, J. A. G. Visconde do Rio Branco – MG, 2012, 214p.

IPHARRAGUERRE, I. R.; CLARK, J. H. Soyhulls as an alternative feed for lactating dairy cows: a review. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.4, p.1052-1073, 2003.

KATSUKI, P. A. **Avaliação nutricional, desempenho e qualidade da carne de bovinos alimentados com rações sem forragem, com diferentes níveis de substituição do milho inteiro por casca de soja**. 2009. 78f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR, 2009.

LÖEST, C. A.; TITGEMEYER, E. C.; DROUILLARD, J. S.; BLASI, D. A.; BINDEL, D. J. Soybean hulls as primary ingredient in forage-free diets for limit-fed growing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 766-774, 2001.

LYFORD JUNIOR, S.J. Growth and development of the ruminant digestive system. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewoods Cliffs:Reston, 1988. p.44-63.

MIRON, J.; YOSEF, E.; BEM-CHEDALIA, D. Composition and in vitro digestibility of monosaccharide constituents of selected byproduct feeds. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.49, p.2322-2326, 2001.

MUELLER, C. J.; BOGGS, D. L. Use of soybean hulls with or without corn by-product protein sources in feedlot back grounding diets. **The Professional Animal Scientist**, v. 27, p. 228-234, 2011.

NRC - National Research Council (NRC). **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**, Seventh Revised Edition. The National Academy Press, Washington, DC. 2001, 381p.

OLIVEIRA, A. S.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; ASSIS, A. J.; TEIXEIRA, R. M. A.; VALADARES, R. F. D.; PINA, D. S.; OLIVEIRA, G. S. Substituição do milho por casca de café ou de soja em dietas para vacas leiteiras: consumo, digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1172-1182, 2007 (supl.).

OLIVEIRA, J. S.; ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M. Fisiologia, manejo e alimentação de bezerros de corte. **Arquivos de Ciência Veterinária e Zoologia**, v. 10, p. 39-48, 2007.

PEDRICO, A. **Farelo do mesocarpo do babaçu (*Orbygnia speciosa*) na produção de bovinos leiteiros**. 2013. 134f. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína-TO, 2013.

POGLIANI, F. C.; BIRGEL JÚNIOR, E. Valores de referência do lipidograma de bovinos da raça holandesa, criados no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, p. 373-383, 2007.

RIBEIRO, T. R.; PEREIRA, J. C.; OLIVEIRA, M. V. M.; QUEIROZ, A. C.; CECON, P. R.; LEÃO, M. I.; MELO, R. C. A. Influência do plano nutricional sobre o desempenho de bezerros holandeses para produção de vitelos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 2145-2153, 2001.

REZENDE, P. L. de P. 2013. **Substituição do milho por casca de soja em dietas de alta proporção de concentrado fornecidas à novilhas abatidas com diferentes pesos**. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO, 102f.

SANTOS, G. T.; DAMASCENO, J. C.; KAZAMA, D.C. S.; Criação e Manejo de Bezerras Leiteiras. In: SANTOS, G. T.; MASSUDA, E. M.; KAZAMA, D.C. S.; JOBIM, C.C.; BRANCO, A. F. **Bovinocultura Leiteira: Bases zootécnicas, fisiológicas e de produção**. Maringá-PR, Eduem, 2010, p.47-77.

SANTOS, G. T.; DAMASCENO, J. C.; MASSUDA, E. M.; CAVALIERI, F. L. B. Importância do manejo e considerações econômicas na criação de bezerras e novilhas. **Anais do II Sul – Leite: Simpósio sobre sustentabilidade da pecuária leiteira na região Sul do Brasil**. Nupel-UEM, Toledo – PR, p. 239-267, 2002.

SANTOS, J. W.; CABRAL, L. S.; ZERVOUDAKIS, J. T.; SOUZA, A. L.; ABREU, J. G.; BAUER, M. O. Casca de soja em dietas para ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 2049-2055, 2008.

SCHACH, F. J.; SCHACH, E.; ZANETTI, M. A.; BRISOLA, M. L. Substituição do milho em grão moído por polpa cítrica na desmama precoce de bezerros leiteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 280-286, 2001.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, D. G.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

STOJEVIC, Z.; PIRSLJIN, J. MILINKOVIC-TUR, S.; ZDELAR-TUR, M.; LJUBIC, B. B. Activities of AST, ALT and GGT in clinically healthy dairy cows during lactation and in the dry period. **Veterinarski Arhiv**, v. 75, n. 1, p. 67-73, 2005.

THRALL, M. A.; BAKER, D. C.; CAMPBELL, T. W.; DeNICOLA, D. FETTMAN, M. J.; LASSEN, E. D.; REBAR, A.; WEISER, G. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. Roca, 2006, 582p.

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

WALLINGTON, T. A., ANDERSON, J. E., MUELLER, S. A., KOLINSKI MORRIS, E., WINKLER, S. L., GINDER, J. M., NIELSEN, O. J. Corn ethanol production, food exports, and indirect land use change. **Environmental Science & Technology**, v. 46, p. 6379-6384, 2012.

### **CAPÍTULO III - DESEMPENHO E INDICADORES SANGUÍNEOS DE BOVINOS MACHOS SUPER JOVENS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO CASCA DE SOJA E MILHO INTEIRO OU MOÍDO**

**Resumo:** Foram avaliadas dietas exclusivamente de concentrado contendo a inclusão de dois níveis de casca de soja (0 e 500,8 g/kg) e de milho inteiro ou moído, em arranjo fatorial 2 x 2, sobre o desempenho e indicadores sanguíneos de bezerros não castrados mestiços de origem leiteira, que durante o período de aleitamento não tiveram acesso a alimento volumoso. Os bezerros com idade inicial de 108 dias foram confinados em baias individuais durante 198 dias, incluindo os 21 dias de adaptação. A casca de soja aumentou a digestibilidade aparente da fibra e detergente neutro e reduziu o teor de nutrientes digestíveis totais das dietas. Houve aumento no consumo de matéria seca e de fibra em detergente neutro ao incluir a casca de soja na dieta, sem alterações no consumo de nutrientes digestíveis totais. A forma física do milho não alterou o consumo dos nutrientes ou suas digestibilidades. Os resultados para ganho de peso foram semelhantes independentemente do fator avaliado, entretanto, o milho como fonte energética melhorou a eficiência alimentar, ao passo que a casca de soja reduziu os custos por quilograma de ganho de peso. Os níveis glicêmicos, assim como os resultados para as enzimas aspartato aminotransferase, fosfatase alcalina e creatinina permaneceram elevados independentemente da dieta avaliada. A utilização de milho inteiro em relação ao moído não altera os resultados da digestibilidade da dieta ou do desempenho animal. A casca de soja na dieta embora piore a eficiência alimentar, reduz o custo por quilograma de ganho de peso.

**Palavras-chave:** consumo de nutrientes digestíveis totais, dietas de alto grão, digestibilidade, níveis glicêmicos

## PERFORMANCE AND BLOOD INDICATORS OF YOUNG BOVINE MALES FED DIETS CONTAINING SOYBEAN HULL AND WHOLE OR GROUND CORN

**Abstract:** Assessment of concentrate diets that included two levels of inclusion of soybean hulls (0 and 500.8 g/kg) and whole or ground corn, in a 2 x 2 arrangement, on the performance and blood indicators of non-castrated young dairy crossbred males, which during the lactation period did not have access to roughage food. The hundred and eight days old calves were confined during 198 days, including the 21 days of adaptation. Soybean hulls increased the neutral detergent fiber apparent digestibility and reduced the content of total digestible nutrients in the diet. Inclusion of soybean hulls in the diet increased the consumption of dry matter and neutral detergent fiber, however, TDN intake was not altered. The physical form of corn did not promote change in consumption of any nutrient or its digestibility. The results for weight gain were similar regardless of the evaluated factor, however, corn improved feed efficiency. The inclusion of soybean hulls in the diet reduced the cost per kilogram of weight gain. Glucose levels, as well as the results for enzymes aspartate aminotransferase, alkaline phosphatase, and creatinine remained elevated regardless of assessed diet. The use of whole corn in relation to the ground corn does not alter the animal performance or the digestibility of the diet. Soybean hulls in the diet although worsen feed efficiency reduces the cost per kilogram of weight gain.

**Key words:** blood glucose, digestibility, high grain diets, total digestible nutrients intake

### 3.1 Introdução

A intensificação da produção animal tem aumentado à utilização de alimento concentrado na dieta de animais ruminantes, sendo que novas tecnologias que vêm surgindo nos últimos anos, possibilitam o fornecimento de dietas ao animal que não apresentam fontes de alimento volumoso. Esse tipo de dieta se caracteriza por apresentar teor energético elevado, o que possibilita a redução no tempo necessário para o abate dos animais e a produção de machos super jovens, que neste trabalho é definido como animais produzidos recebendo dietas exclusivas de alimento concentrado e que são abatidos aos 10 meses de idade ao atingirem peso vivo superior a 300 kg.

Todavia, devido à utilização de alimentos como o milho e a soja, que são tradicionalmente utilizados na alimentação animal, para a produção de biocombustíveis (WALLINGTON et al., 2012), tem-se observado aumento nos custos de dietas ricas em concentrado. Desta forma, a utilização de alternativas como a redução no grau de processamento do alimento, assim como, o uso de subprodutos agroindustriais como a casca de soja (CS), são essenciais quando se busca reduzir os custos com a alimentação animal.

Em regiões produtoras, os preços destes produtos (casca soja e milho inteiro) são mais baixo que o do milho moído que tradicionalmente é utilizado na alimentação animal, sendo que este fato, associado aos bons resultados encontrados na literatura com estes alimentos (ANDERNSON et al., 2009; CORAZZIN et al., 2012; CAETANO et al., 2015; FERREIRA et al., 2011a; GOROCICA-BUENFIL; LOERCH, 2005; GOUVÊA et al., 2015), estimula sua utilização na alimentação animal.

Além disso, a utilização de alimentos com menor grau de processamento ou de alimentos não volumosos que apresentem fibra de alta qualidade possibilita obter vantagens que vão além da redução no custo com alimentação. Sua utilização na alimentação animal permite a formulação de dietas com baixa ou sem nenhuma fonte de alimento volumoso, reduzindo, assim, os gastos com mão de obra que estariam associados à produção e ao fornecimento de volumoso como a silagem ou a cana de açúcar, visto que, sua utilização restringe a velocidade de disponibilização do amido ingerido pelo animal (OWENS, 2005), além de favorecer o desempenho animal (FERREIRA et al., 2011a; GENTIL et al., 2011b).

Entretanto, quando se busca obter uma maior eficiência dos animais quando ainda são jovens, com o objetivo de reduzir a idade de abate e aumentar o giro do capital investido, a utilização de subprodutos e a redução no processamento ainda levantam questionamentos quanto a sua eficiência, pois em alguns casos podem reduzir a digestibilidade da dieta, assim como alterar seu valor energético (NRC, 2001).

Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho, indicadores sanguíneos e a digestibilidade de dietas contendo milho inteiro ou moído, com e sem a inclusão de casca de soja utilizadas na alimentação de bovinos machos mestiços de origem leiteira super jovens.

### **3.2 Material e Métodos**

Os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de ética no uso de animais sob processo nº 23101.004142/2015-06. O experimento foi realizado no município de Araguaína, Tocantins, Brasil, localizada a 07° 11' 28" de latitude sul, 48° 12' 26" de longitude oeste e altitude de 227m, no período de setembro de 2013 a março de 2014. O clima local é o Aw de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, sendo que a precipitação média nos meses de realização do experimento foi de 218,12 mm, as médias das temperaturas mínimas e máximas foram de 21,04 e 31,21 °C, respectivamente, enquanto que a umidade relativa esteve em 80,57%.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em arranjo fatorial 2 x 2, sem casca de soja (SCS) ou com 500,8 g/kg (CCS) e milho em duas formas físicas, inteiro (MI) ou moído (MM), com nove repetições. Foram utilizados 36 bezerros mestiços com grau de sangue variando de 3/4 a 5/8 Holandês x Zebu. Do nascimento ao início do experimento os animais foram alimentados com 4 litros de leite por dia e receberam alimento concentrado à vontade, sendo seu desmame realizado aos 56 dias de idade. Após o desmame, os animais foram alimentados exclusivamente com alimento concentrado. O experimento teve início quando os animais completaram 108 dias de idade e peso médio inicial de 89 kg. O período de confinamento foi de 198 dias, sendo 21 dias de adaptação. Os animais foram tratados contra endo e ecto parasitas, receberam vitaminas A, D e E injetável e foram alojados em baias individuais cobertas de 6m<sup>2</sup>

com solário e piso cimentado, contendo comedouros individuais e bebedouros para cada dois animais.

Durante o período experimental os animais foram alimentados exclusivamente com concentrado isoproteico contendo milho inteiro ou moído, casca de soja e o núcleo comercial Engordim® Grão Inteiro na forma de pellets (Tabela 3.1), sendo que a alimentação foi fornecida uma vez ao dia às 8 horas (Tabela 3.2), mantendo sobras de 5% que foram retiradas uma vez por semana, sendo que nesta ocasião eram coletadas amostras das sobras, das dietas e dos alimentos utilizados para sua confecção.

Tabela 3.1 – Composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados nas dietas

Variáveis, g/kg da MS	Milho	Engordim® <sup>1</sup>	Casca de Soja
Matéria seca <sup>2</sup>	833,4	885,8	861,3
Cinzas	11,2	197,1	45,2
Fibra em detergente neutro	107,3	207,5	740,1
Hemicelulose	90,8	61,7	384,5
Fibra em detergente ácido	16,5	145,8	355,6
Celulose	2,2	126,0	301,7
Lignina	14,3	19,8	53,9
Extrato etéreo	37,0	23,8	10,8
Proteína bruta	90,1	386,2	127,5
NIDN <sup>3</sup>	104,0	67,0	428,5
NIDA <sup>4</sup>	47,3	25,7	143,8
Carboidratos não fibrosos	754,4	129,3	76,4
Carboidratos totais	861,7	336,8	816,5

<sup>1</sup>Engordim Grão Inteiro: Suplemento proteico, mineral e vitamínico peletizado (Agrocria Nutrição Animal) – Níveis de garantia: Ca – 43 g/kg; P – 10 g/kg; S – 4 g/kg; Mg – 0,7 g/kg; K – 2,7 g/kg; Na – 9,7 g/kg; Co – 5mg/kg; Cu – 175 mg/kg; Cr – 1,4 mg/kg; F – 130 mg/kg; I – 5 mg/kg; Mn – 182 mg/kg; Mo – 0,35 mg/kg; Ni – 0,3 mg/kg; Se – 1,8 mg/kg; Zn – 421 mg/kg; VitA – 21.000 U.I.; Vit.D – 3.000 U.I.; Vit.E – 140 U.I.; Monensina Sódica – 150 mg/kg; Virginiamicina – 150 mg/kg; <sup>2</sup>Matéria seca: em g/kg da matéria natural; <sup>3</sup>NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro em g/kg no nitrogênio total; <sup>4</sup>NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido em g/kg do nitrogênio total.

Tabela 3.2 – Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas

Alimentos, g/kg MS	Milho moído		Milho inteiro	
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS
	Proporção de ingredientes			
Milho inteiro	-	-	758,6	333,8
Milho moído	758,6	333,8	-	-
Casca de soja	-	500,8	-	500,8
Engordim®	241,4	165,4	241,4	165,4
Variáveis, g/kg MS	Composição químico-bromatológica			
Matéria seca <sup>3</sup>	852,5	847,5	847,9	855,2
Cinzas	64,5	63,3	56,1	62,4
Fibra em detergente neutro	131,5	440,8	132,7	441,5
Hemicelulose	84,7	238,4	85,0	242,5
Fibra em detergente ácido	46,8	202,4	47,7	199,0
Celulose	31,7	167,4	30,9	164,2
Lignina	15,1	35,0	16,8	34,8
Extrato etéreo	33,8	21,7	34,3	22,0
Proteína bruta	163,5	162,9	163,8	163,0
NIDN <sup>4</sup>	95,1	261,1	94,9	261,4
NIDA <sup>5</sup>	42,1	91,7	42,1	91,4
Carboidratos não fibrosos	595,1	300,5	602,7	292,6
Carboidratos totais	726,6	741,3	735,4	736,1

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>Matéria seca: em g/kg da matéria natural;

<sup>4</sup>NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro em g/kg do nitrogênio total; <sup>5</sup>NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido em g/kg do nitrogênio total.

As amostras das dietas foram identificadas e levadas ao Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Tocantins, onde foram congeladas, sendo que ao final de cada período de 28 dias, as amostras eram homogeneizadas, objetivando a formação de amostras compostas. Posteriormente foi realizada a pré-secagem destas amostras em estufa de ventilação forçada a 65°C, sendo em seguida moídas em moinho tipo faca com peneira de crivos de 1 mm e armazenadas em recipiente plástico, sendo em seguida utilizadas para determinação dos teores

de matéria seca (MS), matéria orgânica e proteína bruta (PB) (Método 920,87; AOAC, 1990) e cinzas (Método 924,05; AOAC, 1990).

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram determinadas segundo Van Soest, Roberttson e Lewis (1991), já a porcentagem de extrato etéreo (EE) foi determinada através de lavagem com éter de petróleo a 90°C por uma hora (ANKOM, 2009). Os valores de carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos totais (CT) e nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992), onde  $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%CZ)$ ,  $CNF = CT - FDN$  e  $NDT \text{ observado} = PBD + (EED \times 2,25) + CTD$ , em que PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível, CZ = cinzas e CTD = carboidratos totais digestíveis.

A partir das análises realizadas foram calculados os consumos de matéria seca (CMS), de proteína bruta (CPB), de extrato etéreo (CEE), de fibra em detergente neutro (CFDN), de carboidratos não fibrosos (CCNF) e de nutrientes digestíveis totais (CNDT) expressos em quilograma por dia (kg/dia) e/ou % do peso vivo (% PV). Também foram avaliados o ganho médio diário (GMD), conversão alimentar (CA) e as eficiências da matéria seca (EMS) em kg de GMD/kg de MS consumida, da proteína bruta (EPB) em kg de GMD/kg de PB consumida e dos nutrientes digestíveis totais (ENDT) em kg de GMD/kg de NDT consumido.

Ao início e final do período experimental os animais foram pesados individualmente, pela manhã, sem jejum prévio, sendo estes pesos considerados como peso inicial (PI) e peso final (PF). Durante essas pesagens, foi realizada a mensuração das medidas morfométricas dos animais, onde foram avaliadas as alturas de cernelha (AC) e de garupa (AG), perímetros torácicos (PT) e do braço (PB) e o comprimento corporal (CC). Essas mensurações foram realizadas sempre do lado esquerdo com os bezerros em posição de quadrilátero, utilizando para isso uma bengala hipométrica e uma fita graduada em centímetros.

Foram coletadas amostras de alimentos, sobras e fezes que foram utilizadas para determinação da digestibilidade aparente das dietas. Essas amostras foram coletadas após o fornecimento de dióxido de titânio (indicador externo) que foi fornecido ao animal durante um período de 10 dias (10 g/dia), sendo que a coleta das fezes foi realizada durante os últimos quatro dias de fornecimento do indicador, diretamente do reto dos animais. As amostras foram levadas ao Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Tocantins e homogeneizadas, formando

assim, amostras compostas que foram pré-secas em estufa de ventilação forçada, moídas em moinhos tipo faca tipo faca e peneiradas em peneira de 1 mm. Em seguida, foram utilizadas para determinação da produção total de fezes segundo a metodologia descrita no INCT (2012) e usadas no cálculo para a obtenção da digestibilidade aparente (DA) da matéria seca e dos nutrientes presentes na dieta em que a  $DA = 1 - [(nutriente\ ingerido - nutriente\ excretado) / nutriente\ ingerido]$ .

Ao final do período experimental também foram colhidas amostras de sangue através de punção realizada na veia jugular dos animais, durante o período da manhã, sem a realização de jejum prévio. Após colhidas as amostras foram armazenadas em tubos do tipo Vacutainer®, sendo que para avaliação dos níveis glicêmicos, as amostras de sangue foram colhidas em tubos contendo EDTA e fluoreto de sódio. As amostras foram resfriadas e encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Tocantins, onde foram centrifugadas por 15 minutos a uma velocidade de 2000 g/min visando à separação do plasma e do soro.

Estas alíquotas foram acondicionadas em tubos Eppendorfs®, identificados e congelados a  $-20^{\circ}\text{C}$  para posteriores análises de glicose (GL), triglicerídeos (TG), colesterol total (CLT), proteína total (PT), albumina (ALB), uréia (UR), aspartato aminotransferase (AST), fosfatase alcalina (ALT) e creatinina (CRT) em que foram utilizados testes comerciais da Labtest Diagnóstica S.A.® e o espectrofotômetro Bioplus® modelo Bio-2000 IL-A.

Para a avaliação dos custos associados à utilização das diferentes dietas avaliadas, foram coletadas informações do valor pago por quilograma de cada alimento utilizado para a confecção dos concentrados durante o período de avaliação experimental, assim como do preço do litro de leite utilizado para a alimentação dos animais. Essas informações foram utilizadas para o cálculo do custo por quilograma da dieta (CQD), do custo com a alimentação por dia (CAD) ( $CAD = CQD \times CMS/d$ ) e do custo por quilograma de ganho obtido (CQG) ( $CQG = CAD/GMD$ ).

Os dados coletados foram submetidos a testes de homocedasticidade e normalidade, sendo que em todas as variáveis de fluxo contínuo e distribuição normal realizou-se análise de variância. O peso inicial foi utilizado como covariável e, quando não significativo foi retirado do modelo, sendo que o modelo matemático utilizado foi representado por:

$$y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \xi_j + \tau_i * \xi_j + \delta_l + a_{ij}$$

em que:  $y_{ijkl}$  = variável dependente;  $\mu$  = média geral;  $\tau_i$  = efeito do fator i (nível de inclusão da casca de soja);  $\xi_j$  = efeito do fator j (forma física do milho);  $\tau_i * \xi_j$  = interação entre fator i e fator j;  $\delta_l$  = efeito do peso inicial;  $a_{ij}$  = erro experimental residual associado ao fatorial nível de inclusão de casca de soja e forma física do milho. Os dados foram submetidos ao teste de t com 5% de significância para comparação entre as médias quando a interação dos fatores estudados não foi significativa (acima de 5% de significância).

### 3.3 Resultados

Tabela 3.3 – Consumo de nutrientes por machos mestiços super jovens

Variáveis, kg/d	Milho moído		Milho Inteiro		CV, %	Valores de P		
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS		FF <sup>3</sup>	CS	FF x CS
CMS	5,14	6,03	4,70	5,86	15,99	0,29	<0,01	0,66
CMS, g/kg PV	24,25	27,52	23,37	27,76	8,72	0,48	<0,01	0,26
CFDN	0,96	2,78	0,63	2,96	19,65	0,53	<0,01	0,05
CPB	1,22	1,25	0,96	1,25	16,65	0,04	0,01	0,04
CEE	0,21	0,16	0,19	0,16	15,38	0,48	<0,01	0,47
CCNF	2,36	1,40	2,66	1,07	15,93	0,90	<0,01	<0,01
CNDT	4,36	4,60	3,99	4,52	15,62	0,32	0,10	0,53

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>FF: forma física; CMS: consumo de matéria seca em kg/d ou em g/kg do peso vivo; CFDN: consumo de fibra em detergente neutro; CPB: consumo de proteína bruta; CEE: consumo de extrato etéreo; CCNF: consumo de carboidratos não fibrosos; CNDT: consumo de nutrientes digestíveis totais.

Os CMS e o CFDN ( $P < 0,01$ ) (Tabela 3.3) foram influenciados pela inclusão da CS na dieta que resultou em aumento nos consumos quando comparado ao de animais que consumiram dietas que continham o milho como principal fonte energética. Sua utilização ainda alterou o CEE, entretanto, nesta variável, a inclusão deste subproduto resultou em redução no consumo. Já para a variável CPB, houve interação entre os resultados ( $P = 0,04$ ) (Tabela 3.4), sendo que o fornecimento de MI

SCS resultou em redução no CPB quando comparado aos observados nas demais dietas avaliadas.

Tabela 3.4 – Desdobramento da interação para variáveis com interação significativa

Fatores	Milho moído	Milho inteiro	Médias
Consumo de Proteína Bruta (kg/d)			
SCS <sup>1</sup>	1,22 Aa	0,96 Bb	1,09
CCS <sub>2</sub>	1,25 Aa	1,25 Aa	1,25
Médias	1,24	1,11	
Consumo de Carboidratos não Fibrosos (kg/d)			
SCS	2,36 Aa	2,66 Aa	2,51
CCS	1,40 Ba	1,07 Ba	1,24
Médias	1,88	1,87	
Eficiência da Proteína Bruta (kg/kg)			
SCS	1,10 Bb	1,36 Aa	1,23
CCS	1,14 Bb	1,08 Bb	1,11
Médias	1,12	1,22	
Creatinina (mg/dl)			
SCS	2,40 Aa	2,22 Aa	2,31
CCS	2,14 Aa	3,20 Bb	2,67
Médias	2,27	2,71	

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja. Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de t.

Houve interação entre forma física do milho e o nível de inclusão da CS para o CCNF (P=0,04) (Tabela 3.4), sendo que os animais alimentados com dietas CCS apresentaram CCNF inferiores ao de animais alimentados com dietas que não continham este subproduto, tanto nas dietas com MM, quanto naquelas que apresentavam MI em sua composição. Apenas a variável consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) não foi influenciada pela forma física do milho ou pela inclusão da CS na dieta apresentando uma média diária de consumo de 4,37 kg/d.

Não houve interação entre a forma física do milho e a inclusão da CS na dieta sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes avaliados (Tabela 3.5), além disso,

quando os fatores foram avaliados de forma independente, a alteração na forma física do milho também não influenciou nenhuma das variáveis relacionadas à digestibilidade das dietas.

Tabela 3.5 – Coeficientes de digestibilidade aparente e valores de nutrientes digestíveis totais das dietas utilizadas na alimentação de machos mestiços super jovens

Variáveis	Milho moído		Milho Inteiro		CV, %	Valores de P		
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS		FF <sup>3</sup>	CS	FF x CS
DAMS	0,80	0,81	0,79	0,80	3,73	0,82	0,58	0,47
DAFDN	0,53	0,64	0,66	0,72	3,41	0,81	<0,01	0,85
DAPB	0,80	0,81	0,82	0,81	3,16	0,93	0,90	0,41
DAEE	0,75	0,74	0,76	0,75	4,32	0,57	0,73	0,76
DACNF	0,88	0,87	0,88	0,87	2,49	0,60	0,41	0,99
NDT, g/kg MS	848,90	763,70	849,00	771,30	2,01	0,34	<0,01	0,36

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>FF: forma física; DAMS: digestibilidade aparente da matéria seca; DAFDN: digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro; DAPB: digestibilidade aparente da proteína bruta; DAEE – digestibilidade aparente da extrato etéreo; DACNF: digestibilidade aparente da carboidratos não fibrosos; NDT - nutrientes digestíveis totais.

A utilização da CS alterou a DAFDN ( $P<0,01$ ), sendo verificado aumento na digestibilidade aparente da fibra à medida que houve inclusão da CS na dieta dos animais. A utilização deste subproduto, também resultou em modificação no valor de NDT da dieta, porém sua inclusão culminou em redução na quantidade de nutrientes digestíveis disponíveis para serem utilizados pelos animais. Apenas os coeficientes de DAMS, DAPB, DAEE e DACNF não foram influenciados por nenhum dos fatores avaliados, apresentando média de 0,80, 0,81, 0,75 e 0,87, respectivamente.

Não houve efeito dos fatores avaliados para as variáveis PF, GPT ou GMD (Tabela 3.6), observando-se média de 328 kg para o PF, 243,56 kg de GPT e 1,35 kg/d de GMD. Já os resultados de CA e EMS foram influenciados pelo nível de inclusão da casca de soja, nos quais a inclusão deste alimento piorou a CA ( $P<0,01$ ), além de reduzir a eficiência de utilização da MS ( $P<0,01$ ) quando comparado a animais alimentados com dietas em que o milho foi utilizado como única fonte energética.

Tabela 3.6 – Desempenho de machos mestiços super jovens

Variáveis	Milho moído		Milho Inteiro		CV, %	Valores de P		
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS		FF <sup>3</sup>	CS	FF x CS
PI	88,39	92,89	85,00	89,72	22,79	0,63	0,50	0,98
PF	324,78	341,67	316,33	329,22	37,78	0,41	0,25	0,87
GPT	247,11	252,39	232,06	242,67	11,26	0,18	0,39	0,77
GMD	1,33	1,40	1,30	1,35	11,5	0,44	0,27	0,82
CA	3,88	4,29	3,67	4,34	12,27	0,65	<0,01	0,42
EMS	0,26	0,24	0,28	0,23	12,72	0,62	<0,01	0,32
EPB	1,10	1,14	1,36	1,08	12,65	0,06	0,02	<0,01
ENDT	0,31	0,30	0,32	0,30	12,22	0,71	0,42	0,34

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>FF: forma física; PI: peso inicial em kg; PF: peso final em kg; GPT: ganho de peso total em kg; GMD: ganho médio diário em kg/d; CA: conversão alimentar em CMS/kg de ganho; EMS: eficiência da matéria seca em kg de ganho/kg de CMS; EPB: eficiência da proteína bruta em kg de ganho/kg de CPB; ENDT: eficiência dos nutrientes digestíveis totais em kg de ganho/kg de CNDT.

Houve interação entre a forma física do milho e o nível de inclusão da casca de soja para a variável EPB ( $P < 0,01$ ) (Tabela 3.4), sendo que quando o milho foi fornecido inteiro, a não utilização da CS resultou em aumento na eficiência de utilização da proteína bruta quando comparada as demais dietas avaliadas. Dentre os resultados que avaliam a eficiência de utilização dos nutrientes, apenas a EANDT não foi influenciada por nenhum dos fatores avaliados, obtendo média para essa variável de 0,31 kg de GMD/kg de NDT consumido.

As médias obtidas para as variáveis altura de cernelha final (ACF), altura de garupa final (AGF), perímetro do braço final (PBF), comprimento corporal final (CCF) e perímetro torácico final (PTF), assim para seus respectivos ganhos, apresentaram resultados independentes da forma física do milho ou do nível de inclusão da CS (Tabela 3.7). Além disso, não foi observada a existência de interação entre os fatores sobre nenhuma das variáveis relacionadas às medidas morfométricas.

Os CAD (Tabela 3.8) não foram influenciados pela utilização da CS, entretanto, quando foi avaliado o CQG, que é calculado com base no GMD, observou-se redução nos resultados com a inclusão deste subproduto na dieta ( $P = 0,03$ ). Todavia,

a utilização de MI ou MM não representou fator suficiente para promover alteração nos custos com a alimentação.

Tabela 3.7 – Medidas morfométricas de machos mestiços super jovens

Variáveis, cm	Milho moído		Milho Inteiro		CV, %	Valores de P		
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS		FF <sup>3</sup>	CS	FF x CS
ACI	91,33	88,56	89,06	89,06	6,69	0,66	0,49	0,49
AGI	96,39	94,44	92,44	93,61	6,97	0,28	0,86	0,48
PBI	13,28	12,94	12,50	12,83	7,67	0,19	1,00	0,32
CCI	81,44	79,11	77,44	78,17	8,94	0,31	0,74	0,52
PTI	106,17	102,89	102,28	105,28	8,34	0,79	0,96	0,29
GAC	30,33	30,22	29,39	32,61	15,81	0,66	0,35	0,31
GAG	30,39	32,22	31,61	31,94	12,36	0,72	0,41	0,57
GPB	5,94	5,94	6,06	6,28	13,92	0,44	0,69	0,69
GCC	34,22	35,78	36,89	40,61	16,27	0,07	19,64	0,59
GPT	51,17	57,00	52,17	50,61	12,36	0,72	0,41	0,57
ACF	121,67	118,78	118,44	121,67	4,85	0,93	0,92	0,13
AGF	126,78	126,67	124,06	125,56	4,03	0,26	0,68	0,64
PBF	19,22	18,89	18,56	19,11	3,91	0,38	0,66	0,08
CCF	115,67	114,89	114,33	118,78	5,66	0,56	0,41	0,24
PTF	157,33	159,89	154,44	155,89	4,42	0,15	0,39	0,82

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>FF: forma física; ACI: altura de cernelha inicial; AGI: altura de garupa inicial; PBI: perímetro do braço inicial; CCI: comprimento corporal inicial; PTI: perímetro torácico inicial; GAC: ganho de altura de cernelha; GAG: ganho de altura de garupa; GPB: ganho de perímetro do braço; GCC: ganho de comprimento corporal; GPT: ganho de perímetro torácico; ACF: altura de cernelha final; AGF: altura de garupa inicial final; PBF: perímetro do braço final; CCF: comprimento corporal final; PTF: perímetro torácico final.

A modificação da forma física do milho também não alterou nenhuma dos indicadores sanguíneos analisados (Tabela 3.9), todavia a utilização da casca de soja alterou o teor de colesterol total presente no plasma, no qual animais alimentados com este subproduto na dieta apresentaram níveis de colesterol total 29,72% mais altos que os de animais que consumiram dietas sem a casca de soja em sua composição.

Tabela 3.8 – Custos associados à alimentação de machos mestiços super jovens

Variáveis	Milho moído		Milho Inteiro		CV, %	Valores de P		
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS		FF <sup>3</sup>	CS	FF x CS
CQD <sup>4</sup> , R\$/kg MS	0,95	0,76	0,92	0,74	-	-	-	-
CAD, R\$*CMS/d	4,88	4,58	4,32	4,33	15,64	0,12	0,49	0,48
CQG, CAD/GMD	3,68	3,28	3,38	3,22	12,75	0,29	0,03	0,33

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>FF: forma física; <sup>4</sup> Cotação de preços realizada durante a fase experimental em que: milho moído R\$ 0,50/kg, milho inteiro R\$ 0,47/kg, casca de soja R\$ 0,37/kg e Engordim® Grão Inteiro R\$ 1,83/kg. CQD: custo por quilograma da dieta; CAD: custo da alimentação por dia; CQG: custo por quilograma de ganho.

Tabela 3.9 – Indicadores bioquímicos do sangue de machos super jovens

Variáveis	Milho moído		Milho Inteiro		CV, %	Valores de P		
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS		FF <sup>3</sup>	CS	FF x CS
GLC, mg/dl	99,22	104,33	102,67	106,56	21,41	0,37	0,55	0,56
CLT, mg/dl	47,94	65,94	43,22	63,78	36,09	0,98	<0,01	0,07
TGL, mg/dl	26,89	26,89	26,22	30,44	32,00	0,88	0,56	0,81
PT, g/dl	6,60	6,21	6,53	6,86	19,66	0,26	0,37	0,10
ALB, g/dl	2,61	2,83	2,79	2,85	23,19	0,57	0,58	0,66
UR, mg/dl	21,44	24,11	22,28	20,11	39,69	0,69	0,85	0,32
AST, U/L	94,50	168,83	91,28	116,39	53,74	0,56	0,06	0,56
ALP, U/L	140,56	178,61	144,61	125,28	29,80	0,07	0,45	0,29
CRT, mg/dl	2,40	2,14	2,22	3,20	31,54	0,31	0,25	0,02

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>FF: forma física; GLC: glicose; CLT: colesterol total; TGL: triglicerídeos; PT: proteína total; ALB: albumina; UR: ureia; AST: aspartato aminotransferase; ALP: fosfatase alcalina; CRT: creatinina.

Além disso, houve interação entre a forma física do milho e o nível de inclusão da CS (P=0,02) para os resultados relacionados aos níveis de creatinina plasmáticos (Tabela 3.4). Ao se fornecer o MM, seus resultados foram independentes da inclusão da CS, entretanto, quando o milho foi fornecido inteiro, a inclusão da CS promoveu aumento nos níveis de creatinina sanguíneos.

Para as demais variáveis relacionadas aos indicadores bioquímicos do sangue, não houve efeito de nenhum dos fatores analisados, sendo que as médias

observadas foram de 103,2 mg/dl de glicose, 27,61 mg/dl de triglicerídeos, 6,55 g/dl de proteína total, 2,77 g/dl de albumina, 21,98 mg/dl de uréia, 177,75 U/L de AST e 147,26 U/L de fosfatase alcalina.

### **3.4 Discussão**

O CMS corresponde a um dos principais fatores que influenciam o desempenho obtido pelo animal, sendo que os resultados observados no presente trabalho para esta variável vão de encontro com os estudos realizados por Forbes (1995). Segundo o autor, a variação na composição da dieta pode alterar o consumo dos animais, sendo que quando se utiliza dietas cujo tamanho de partícula não corresponde a um fator limitante para o consumo de alimento, este, por sua vez, ocorrerá de modo a garantir o atendimento das necessidades metabólicas do animal.

Este fato foi demonstrado quando se observa os resultados apresentados no CMS realizado pelos animais alimentados com dietas que continham a CS em sua composição, visto que, apesar de apresentar níveis de fibra elevados, o que resultou em redução no teor energético da dieta (673,0 g/kg e 850 g/kg de NDT, respectivamente (NRC, 2001)), seu baixo tamanho de partícula possibilitou que houvesse aumento no CMS.

De acordo com Waldo (1986) o aumento no CMS ocorre nestes casos, por haver correlação positiva entre ingestão da matéria seca e a porcentagem de FDN da dieta, visto que o fator limitante para o consumo consistia no valor energético da dieta e não no tamanho de partícula do alimento. Desta forma, é possível observar que o aumento no CMS com a utilização da casca de soja, ocorreu com o objetivo de compensar a redução no teor energético da dieta advindo da substituição do milho por este subproduto, o que pode ser confirmado quando se observa o CNDT que foi semelhante em todos os tratamentos.

Esse consumo semelhante de NDT permitiu que o desenvolvimento morfométrico dos animais também ocorresse de forma análoga entre as diferentes dietas avaliadas, proporcionando, assim, a formação de lotes homogêneos. Outro aspecto relevante que deve ser considerado quando se avalia as medidas morfométricas é que os animais apresentaram ganhos corporais importantes ao se

comparar as medições realizadas no início e ao final do período experimental, sendo que outros trabalhos realizados avaliando a disponibilidade distinta de nutrientes na alimentação deste tipo de animal, também observaram que o consumo semelhante de energia promove desenvolvimento morfométrico equivalente entre os animais (BARTLETT et al., 2014).

Além de a CS apresentar valor de NDT inferior ao do milho, este alimento também possui baixos níveis de EE (10,80 g/kg MS). Tal característica resultou nos baixos CEE apresentados pelos animais que foram alimentados com as dietas que continham este subproduto em sua composição, sendo que estes resultados foram semelhantes ao observado na dieta de animais alimentados apenas com fontes de alimento volumoso (COSTA et al., 2012). Desta forma, a casca de soja pode ainda surgir como uma alternativa para pesquisas que avaliam a utilização de alimentos que possuem níveis elevados de extrato etéreo, já que além de apresentar teor de EE semelhante ao encontrado em alimentos volumosos, possibilita, por ser um alimento concentrado, uma maior praticidade durante a manipulação das dietas.

Já para o CPB deve-se considerar que apesar da literatura demonstrar que não há variação no CPB ao se utiliza o grão inteiro na confecção das dietas (CAETANO et al., 2015; GOROCICA-BUENFIL; LOERCH, 2005; SANTANA et al.; 2015), é possível que a redução no CPB observada na dieta com MI SCS seja consequência da seleção realizada pelos animais, que selecionaram o milho, em detrimento do núcleo proteico que foi utilizado para a confecção da dieta, resultando, assim, em sobras com alto teor protéico.

Além disso, como a eficiência de utilização da proteína bruta, é uma relação entre o consumo deste nutriente e o ganho de peso, a redução no CPB sem que houvesse alteração no ganho de peso, resultou em aumento na eficiência de utilização da proteína bruta para animais alimentados com MI SCS, o que está de acordo com a literatura que demonstra a existência de uma correlação negativa entre o CPB e a EPB ( $r = -0,9603$  (SANTANA et al., 2015)).

O mesmo possivelmente não ocorreu na dieta com MI CCS pelo fato da presença da casca de soja dificultar a seleção pelos animais, visto que o milho encontrava-se diluído na dieta. Além disso, a casca de soja apresenta teor de PB superior ao milho (NRC, 2001), o que faz com que sua ingestão resulte em maior CPB que apenas o consumo do grão de milho (OLIVEIRA et al., 2007), o que

permitiu que o CPB na dieta com MI CCS ocorresse de forma semelhante ao das dietas com MM, independentemente da inclusão ou não deste subproduto.

Além disso, a casca de soja também possui teor de FDN elevados em detrimento do teor de CNF, o que favoreceu o aumento do CFDN e a redução do CCNF quando se comparou as dietas CCS e SCS. Este resultado corresponde a uma característica constantemente comprovada literatura, quando se utiliza a CS em substituição a uma fonte de concentrado energético (EZEQUIEL et al., 2006; HASHIMOTO et al., 2007; RESTLE et al., 2006), sendo que devido a esta característica, este alimento tem sido utilizado como substituto a fontes de alimentos volumosos (CANNAS et al., 2013; COSTA et al., 2012; GENTIL et al., 2011a; GENTIL et al., 2011b) na dieta de animais ruminantes.

Por ser um alimento que possui um tipo de fibra de alta qualidade (pectina) (VAN SOEST, 1994), a sua utilização em dietas que não possuem fontes de volumosos em sua composição pode ser considerada uma boa opção, por reduzir os riscos de ocorrências de doenças metabólicas provocadas pela rápida fermentação de elevadas quantidades de CNF (CANNAS et al., 2013).

Os efeitos benéficos da casca de soja sobre o ambiente ruminal podem ser confirmados quando se considera a digestibilidade das dietas, visto que sua utilização resultou em aumento de 15,25% na DAFDN nas dietas CCS. O aumento na digestibilidade da fração fibrosa destas dietas indica a ocorrência de um ambiente ruminal mais estável, visto que as bactérias celulolíticas, responsáveis pela digestão da fração fibrosa da dieta, são sensíveis a redução no pH ruminal (HASHIMOTO et al., 2007; KOZLOSKI, 2011).

Ao mesmo tempo, sua utilização permitiu que os resultados para a DAMS ocorressem de maneira semelhantes à encontrada nas dietas que utilizavam o milho como fonte energética, o que é consequência da presença de níveis significativos de carboidratos estruturais rapidamente fermentáveis (pectina) em sua composição (NRC, 2001) e da baixa proporção de ácidos felúrico e p-cumárico na CS. Estes são os principais ácidos que estão envolvidos na ligação da hemicelulose e da lignina e que promovem redução em sua digestibilidade da dieta (MIRON; YOSEF; BEM-CHEDALIA, 2001). Além disso, o teor de lignina, que é o principal componente da parede celular que limita a digestão dos carboidratos estruturais no rúmen (VAN SOEST, 1994), é muito baixo (Tabela 3.1), o que favorece a digestão da CS no ambiente ruminal.

Do mesmo modo que a CS, a utilização do grão inteiro também resultou em DAMS similar a observada no grão moído, o que está associado à capacidade que os animais possuem de quebrarem o grão durante a ingestão e ruminação, visto que o animal apenas será capaz de aproveitar os nutrientes presentes no grão uma vez que a cutícula que recobre o grão seja rompida (KOTARSKI; WANISKA; THURN, 1992). Desta forma, o rompimento desta cutícula possibilita aos animais aproveitarem o grão de MI de maneira semelhante ao aproveitamento do MM, o que confirma os dados encontrados na literatura que demonstram não haver alteração na digestibilidade da MS da dieta quando são comparados o grão de MI e MM (GOROCICA-BUENFIL; LOERCH, 2005; OWENS, 2005).

Por outro lado, o fato da CS apresentar baixos níveis de carboidratos não fibrosos (Tabela 3.1), resultou em redução 9,58% no valor de NDT das dietas, isso porque os CNF, que são importantes precursores gliconeogênicos e correspondem à fração da dieta de ruminantes com maior teor energético (VAN SOEST, 1994), estão presentes em baixa proporção na casca de soja (NRC, 2001).

Entretanto, o aumento no CMS permitiu que houvesse uma similaridade no CNDT o que representou fator preponderante para os resultados análogos observados na avaliação dos ganhos de peso, visto que de acordo com Marcondes et al. (2011) o que permite que o animal ganhe peso é a disponibilização adequada dos nutrientes nos tecidos, o que foi conseguido com as dietas avaliadas no presente estudo.

Outros trabalhos encontrados na literatura utilizando animais de diferentes categorias também observaram semelhança para os resultados de ganho de peso (EZEQUIEL et al., 2006; GOROCICA-BUENFIL; LOERCH, 2005; RESTLE et al., 2006; GOMES et al., 2012; MARQUES et al., 2015) que foi atribuída pelos autores aos consumos de energia semelhantes entre os animais, além de no caso de dietas com CS ter ocorrido uma melhora da DAFDN provocadas pela existência de um menor efeito associativo negativo que normalmente é observado quando se utiliza dietas com alta proporção de grão de milho (HOOVER, 1986).

Em contrapartida, o aumento no CMS prejudicou os resultados para a CA e para a EMS, visto que foi necessário o aumento no consumo de ração para que houvesse o mesmo ganho de peso observado nas dietas SCS (FERREIRA et al., 2011b), o que demonstra a importância de sempre se considerar o potencial econômico da utilização de um alimento como a CS, sendo que de acordo com

Ezequiel et al. (2006) deve-se avaliar a disponibilidade e valor de mercado do subproduto na região e não apenas seu potencial para estímulo de ganho de peso.

Assim, quando foram considerados os custos associados à alimentação, a utilização da CS ou do MI não representaram fatores suficientes para alterar os custos com a alimentação, com valores do milho inteiro a R\$ 0,47/kg, do milho moído a R\$ 0,50/kg e da casca de soja a R\$ 0,37/kg, demonstrando a necessidade da existência de um custo por quilograma de milho inteiro e casca de soja, em relação ao milho moído, mais baixo, para que fosse possível reduzir os CAD. Todavia, a utilização da casca de soja, apesar de não alterar o CAD permitiu que houvesse uma redução nos CQG, sendo que mediante ao cenário econômico atual, sua utilização pode resultar em aumento na margem de lucro obtida com a produção (ZAMBOM et al., 2013), se tornado o diferencial que viabilizará a produção deste tipo de animal.

Quanto aos resultados associados aos indicadores sanguíneos, mesmo não tendo sido verificado efeito dos fatores sobre os níveis glicêmicos, os resultados permaneceram acima dos níveis tidos como padrão para a categoria animal. De acordo com Fagliari et al. (1998) estes níveis em machos Holandeses com idade entre 180 a 360 dias de vida deveriam variar de 53,76 a 75,24 mg/dl, sendo que os resultados médios obtidos no presente trabalho foram de 103 mg/dl, o que representa um resultado 37% superior ao valor máximo estabelecido como padrão pelos autores. Estes altos níveis de glicose quando comparado aos resultados obtidos por Fagliari et al. (1998) são consequência do tipo de alimentação recebida pelos animais experimentais visto que estes recebiam dietas compostas 100% por alimento concentrado, enquanto que no estudo de Fagliari et al. (1998) os animais eram mantidos com dieta composta por capim *Brachiaria decumbens* e suplementação mineral.

Além disso, López e Stumpf Júnior (2000) afirmam que a quantidade de carboidratos não estruturais presente na dieta fornecida ao animal pode alterar a concentração sérica de glicose, de forma que a utilização de dietas com níveis elevados destes carboidratos, como as avaliadas no presente trabalho, resulta em concentrações superiores de glicose no soro dos animais, advindas principalmente da síntese hepática a partir do ácido propiônico (JOURNET; HUNTINGTON; PEYRAUD, 1995; MARTINEU et al., 2007), que representa cerca de 65% da glicose circulante em ruminantes (HERDT, 2000).

Apesar de em ruminantes a glicose não contribuir diretamente para a síntese de lipídeos, os altos níveis de insulina que são liberados na presença de glicose, aumentam a síntese de lipídeos e podem alterar a concentração de colesterol circulante (FRENGH; KENNELLY, 1990) fazendo, assim, que seus níveis também permanecessem acima dos resultados tidos como normais para bovinos desta idade (46,32-79,73 mg/dl (POGLIANI; BIRGEL JÚNIOR, 2007)). Todavia, os níveis de triglicerídeos permaneceram normais sendo mantidos dentro da faixa de variação de 23,36-34,5 mg/dl encontrada por Pogliani e Birgel Júnior (2007).

Do mesmo modo, a concentração plasmática de proteína total, albumina e uréia também apresentaram resultados dentro da faixa considerada normal para bovinos (FAGLIARI et al., 1998; MEYER; MARVEY, 1998) o que indica que o fornecimento de proteína através da alimentação dos animais ocorreu de maneira a atender suas exigências, sem que houvessem excessos que poderiam ser indicados pela presença de níveis elevados de proteína e/ou uréia no plasma, já que há uma alta correlação entre o nível de amônia produzida no rúmen e a concentração de uréia plasmática (KENNEDY; MILLIGAN, 1980).

Outro ponto que deve ser esclarecido quando se refere aos indicadores protéicos é que quando seus níveis estão elevados pode haver um aumento na exigência de energia do animal para que haja o aproveitamento da proteína na dieta no rúmen, além de haver um maior gasto energético para a conversão de amônia em uréia, o que implicará no aumento dos custos com a alimentação do animal (BRONDERICK; CLAYTON, 1997). Desta forma, os resultados encontrados indicam um balanceamento adequado das dietas, além de demonstrar a economicidade de sua utilização.

Já os níveis das enzimas aspartato aminotransferase e fosfatase alcalina permaneceram acima dos níveis normais para a categoria animal (26,8-48,6 U/ml de aspartato aminotransferase e 77,41-129,31 U/ml de fosfatase alcalina (FAGLIARI et al., 1998)) indicando um possível rompimento das membranas dos hepatócitos, o que aumentam a permeabilidade da membrana celular e resultam em alteração na atividade hepática (KANEKO; HARVEY; BRUSS, 1997; THRALL et al., 2006). Essa alteração provoca uma intensificação na produção de ambas as enzimas (STOJEVIC et al., 2005), visto que estão envolvidas na troca de íons através da membrana, de forma que o aumento de sua concentração demonstra a ocorrência de distúrbio metabólico no animal (FRANZESE et al., 1997).

Essa alta atividade demonstrada nas células hepáticas se devem ao tipo de dieta fornecido a estes animais, visto que correspondem a dietas com alto teor de energia e que exigem uma intensa atividade hepática. Do mesmo modo, a concentração plasmática de creatinina mesmo tendo apresentado resultados distintos em função da dieta, apresentaram níveis plasmáticos elevados independentemente da dieta avaliada (padrão 1,14-1,7 (FAGLIARI et al., 1998)). Esses resultados demonstram a existência de uma ampla taxa de filtração glomerular que ocorre devido ao comprometimento da atividade renal (FINCO, 1989; THRALL et al., 2006) que são características constantemente observadas quando os animais são submetidos a situações que lhes provocam um grande desafio metabólico, como é o caso dos animais em questão que foram alimentados durante toda sua vida com dietas com 100% de alimento concentrado.

### **3.5 Conclusão**

A utilização de dietas de alto grão contendo milho inteiro ou moído na alimentação de machos super jovens, não afeta o desempenho e os indicadores sanguíneos dos animais, a digestibilidade da dieta ou os custos associados com a alimentação animal. Já a inclusão de até 500,8 g/kg de casca de soja reduz o teor de nutrientes digestíveis disponíveis para serem utilizados por estes. Todavia, sua utilização pode viabilizar a produção de machos super jovens por reduzir os custos associados à alimentação animal.

### 3.6 Referências

ANDERSON, J. L.; KALSCHEUER, K. F.; GARCIA, A. D.; SCHINGOETHE, D. J.; HIPPEN, A. R. Ensiling characteristics of wet distillers grains mixed with soybean hulls and evaluation of the feeding value for growing Holstein heifers. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 2113-2123, 2009.

ANKOM. **Operator's manual – ANKOMXT10 extraction system**. Macedon. 2009.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 16th ed. AOAC International, Arlington, VA. 1990.

BARTLETT, K. S.; McKEITH, F. K.; VANDEHAAR, M. J.; DAHL, G. E.; DRACKLEY, J. K. Growth and body composition of dairy calves fed Milk replacers containing different amounts of protein at two feeding rates. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 1454-1467, 2014.

BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2964-2971, 1997.

CAETANO, M.; GOULART, R. S.; SILVA, S. L.; DROUILLARD, J. S.; LEME, P. R.; LANNA, D. P. D. Effect of flint corn processing method and roughage level on finishing performance of Nellore-based cattle. **Journal of Animal Science**, v. 93, p. 4023-4033, 2015.

CANNAS, A.; CABIDDU, A.; BOMBOI, G.; LIGIOS, S.; FLORIS, B.; MOLLE, G. Decreasing dietary NFC concentration during mid-lactation of dairy ewes: Does it result in higher milk production? **Small Ruminant Research**, v. 111, p. 41-49, 2013.

CORAZZIN, M.; BAVOLENTA, S.; SEPULCRI, A.; PIASSENTIER, E. Effect of whole linseed addition on meat production and quality of Italian Simmental and Holstein young bulls. **Meat Science**, v. 90, p. 99-105, 2012.

COSTA, S. B. de M.; FERREIRA, M. de A.; PESSOA, R. A. S.; BATISTA, A. M. V.; RAMOS, A. O.; CONCEIÇÃO, M. G.; GOMES, L. H. dos S. Tifton hay, soybean hulls, and whole cottonseed as fiber source in spinelles cactus diets for sheep. **Tropical Animal Health Production**, v. 44, p. 1993-2000, 2012.

EZEQUIEL, J. M. B.; SILVA, O. G. C. e; GALATI, R. L.; WATANABE, P. H.; BIAGIOLI, B.; FATURI, C. Desempenho de novilhos Nelore alimentados com casca de soja ou farelo de germen de milho em substituição parcial ao milho moído. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 569-575, 2006.

FAGLIARI, J. J.; SANTANA, A. E.; LUCAS, F. A.; CAMPOS FILHO, E.; CURI, P. R. Constituintes sanguíneos de bovinos lactantes, desmamados e adultos das raças Nelore (*Bos indicus*) e Holandesa (*Bos taurus*) e de bubalinos (*Bubalus bubalis*) da raça Murrah. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 50, p. 263-271, 1998.

FERREIRA, E. M.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; MENDES, C. Q.; QUEIROZ, M. A. A.; ARAUJO, R. C.; GENTIL, R. S.; LOERCH, S. C. Apparent digestibility, nitrogen balance, and ruminal constituents in ram lambs fed high-concentrate diets containing soybean hulls. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 4127-4133, 2011a.

FERREIRA, E. M.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; GENTIL, R. S.; ARAUJO, R. C.; AMARAL, R. C.; LOERCH, S. C. Growth, feed intake, carcass characteristics, and eating behavior of feedlot lambs fed high-concentrate diets containing soybean hulls. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 4120-4126, 2011b.

FINCO, D.R. Kidney function. In: KANEKO, J.J. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 4.ed. San Diego: Academic Press, 1989, p.496-542.

FORBES, J.M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Wallingford: CAB International, 1995. 532p.

FRANZESE, A.; VAJRO, P.; ARGENZIANO, A.; PUZZIELLO, A.; IANNUCCI, M. P.; SAVIANO, M. C.; BRUNETTI, F.; RUBINA, A. Liver involvement in obese children. Ultrasonography and liver enzyme levels at diagnosis and during follow-up in an Italian population. **Digestive Diseases and Sciences**, v. 42, p. 1428-1432, 1997.

FRENCH, N.; KENNELLY, J. J. Effects of feeding frequency on ruminal parameters, plasma insulin, milk yield, and milk composition in holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 73, p. 1857-1863. 1990.

GANDRA, J. R.; RENNÓ, F. P.; SILVA, L. F. P.; FREITAS JÚNIOR, J. E.; MATURANA FILHO, M.; GANDRA, E. R. S.; D' ANGELO, A. P. C.; Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras submetidas à diferentes níveis de monesina sódica nas rações. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, p. 115-128, 2009.

GENTIL, R. S.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; FERREIRA, E. M.; MENDES, C. Q.; FERREIRA, E. M.; URANO, F. S.; MENEHINI, R. C. M. Substituição do feno de *coastcross* por casca de soja na alimentação de cabras em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 2844-2851, 2011a.

GENTIL, R. S.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; FERREIRA, E. M.; MENDES, C. Q.; ALMEIDA, O. C. de; QUEIROZ, M. A. A. Metabolismo de nutrientes em ovinos alimentados com casca de soja em substituição ao feno de *coastcross*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 2835-2843, 2011b.

GOMES, I. P. O.; THALER NETO, A. ; MEDEIROS, L. A.; ORSOLIN, V.; PERES NETO, E.; SEMMELMANN, C. E. N. Níveis de casca de soja em rações concentradas para bezerros de raças leiteiras. **Archives of Veterinary Science**, v. 17, p. 52-57, 2012.

GOROCICA-BUENFIL, M. A.; LOERCH, S. C. Effect of cattle age, forage level, and corn processing on diet digestibility and feedlot performance. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 705-716, 2005.

GOUVÊA, V. N.; BATISTEL, F.; SOUZA, J.; CHAGAS, L. J.; SITTA, C.; CAMPANILI, P. R. B.; GALVANI, D. B.; PIRES, A. V.; OWENS, F. N.; SANTOS, F. A. P. Flint corn grain processing and citrus pulp level in finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 94, p. 665-677, 2015.

HASHIMOTO, J. H.; ALCALDE, C. R.; ZAMBOM, M. A.; SILVA, K. T.; MACEDO, F. A. F.; MARTINS, E. N.; RAMOS, C. E. C. O.; PASSIANOTO, G. O. Desempenho e digestibilidade aparente de cabritos Boer x Saanen em confinamento recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 174-182, 2007.

HERDT, H. H. Ruminant adaptation to negative energy balance: Influences on the etiology of ketosis and fatty liver. **Veterinary Clinics of North America: food animal practice**, v. 16, n. 2, p. 215-229, 2000.

HOOVER, W. H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.10, p.2755-2766, 1986.

INCT – Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. **Métodos para análise de alimentos**. Editores: DETMANN, E.; SOUZA, M. A. de; VALADARES FILHO, S. de C.; QUEIROZ, A. C de; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. de O. S.; PINA, D. dos S.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, J. A. G. Visconde do Rio Branco – MG, 2012, 214p.

JOURNET, M.; HUNTINGTON, G.; PEYRAUD, J. L. Le bilan des produits terminaux de la digestion. In: JARRIGE, R.; RUCKEBUSCH, Y.; DEMARQUILLY, C.; FARCE, M. H.; JOURNET, M. (Ed.) **Nutrition des Ruminants Domestiques: Ingestion et Digestion**. INRA, 1995, p. 671-720.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animal**, 5. ed. San Diego: Academic Press, 1997, 932p.

KENNEDY, P.M.; MILLIGAN, L.P. The degradation and utilization of endogenous urea in the gastrointestinal tract of ruminants: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, v.60, p.205-221, 1980.

KOTARSKI, S. F.; WANISKA, R. D.; THURN, K.K. Starch hydrolysis by the ruminal microflora. **Journal Nutrition**, v.122, p.178-190, 1992.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3. ed. Santa Maria: Ed. da UFMS, 2011. 212p.

LÓPEZ, J.; STUMPF Jr., W. Influência do grão de sorgo como fonte de amido em ovinos alimentados com feno: parâmetros plasmáticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1183-1190, 2000.

MARCONDES, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, I. M.; PAULINO, P. V. R.; VALADARES, R. F. D.; DETMANN, E. Eficiência alimentar de bovinos puros e mestiços recebendo alto ou baixo nível de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 6, p. 1313-1324, 2011.

MARQUES, R. S.; CHAGAS, L. J.; OWENS, F. N.; SANTOS, F. A. P. Effects of various roughage levels with whole flint corn grain on performance of finishing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 94, p. 339-348, 2015.

MARTINEAU, R. ; BENCHAAAR, C. ; PETIT, H. V.; LAPIERRE, H.; OUELLET, D. R.; PELLERIN, D. R.; BERTHIAUME, R. Effects of lasalocid or monensin supplementation on digestion, ruminal fermentation, blood metabolites, and milk production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.5714-5725, 2007.

MEYER, D. J.; MARVEY, J. W.; **Veterinary Laboratory Medicine: Interpretation and Diagnosis**. 2ªEd. 1998, 373p.

MIRON, J.; YOSEF, E.; BEM-CHEDALIA, D. Composition and in vitro digestibility of monosaccharide constituents of selected byproduct feeds. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.49, p.2322-2326, 2001.

NRC - National Research Council (NRC). **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**, Seventh Revised Edition. The National Academy Press, Washington, DC. 2001, 381p.

OLIVEIRA, A. S.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; ASSIS, A. J.; TEIXEIRA, R. M. A.; VALADARES, R. F. D.; PINA, D. S.; OLIVEIRA, G. S. Substituição do milho por casca de café ou de soja em dietas para vacas leiteiras: consumo, digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1172-1182, 2007 (supl.).

OWENS, F. **Corn Grain Processing and Digestion**. Pioneer Hi-Bred International, 2005, 21p.

POGLIANI, F. C.; BIRGEL JÚNIOR, E. Valores de referência do lipidograma de bovinos da raça holandesa, criados no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, p. 373-383, 2007.

RESTLE, J.; PASCOAL, L. L.; ROSA, J. R. P.; FREITAS, A. K.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; PACHECO, P. S.; MENEZES, L. F. G. Fontes energéticas para bezerros de corte desmamados aos 80 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1136-1145, 2006 (supl.)

SANTANA, A. E. M.; NEIVA, J. N. M.; RESTLE, J. MIOTTO, F. R. C.; SOUSA, L. F.; ARAÚJO, V. L.; PARENTE, R. R. P.; OLIVEIRA, R. A. Productive performance and blood parameters of bulls fed diets containing babassu mesocarp bran and whole or ground corn. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 44, p. 27-36, 2015.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, D. G.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3562-3577, 1992.

STOJEVIC, Z.; PIRSLJIN, J. MILINKOVIC-TUR, S.; ZDELAR-TUR, M.; LJUBIC, B. B. Activities of AST, ALT and GGT in clinically healthy dairy cows during lactation and in the dry period. **Veterinarski Arhiv**, v. 75, n. 1, p. 67-73, 2005.

THRALL, M. A.; BAKER, D. C.; CAMPBELL, T. W.; DeNICOLA, D. FETTMAN, M. J.; LASSEN, E. D.; REBAR, A.; WEISER, G. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. Roca, 2006, 582p.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**, second ed. Cornell University Press, Ithaca. 1994, 476p.

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

WALDO, D. R. Effect of forage quality on intake and forage concentrate interactions. **Journal of Dairy Science**, v. 69, p. 617-631, 1986.

WALLINGTON, T. A., ANDERSON, J. E., MUELLER, S. A., KOLINSKI MORRIS, E., WINKLER, S. L., GINDER, J. M., NIELSEN, O. J. Corn ethanol production, food exports, and indirect land use change. **Environmental Science & Technology**, v. 46, p. 6379-6384, 2012.

ZAMBOM, M. A.; ALCALDE, C. R.; MARTINS, E. N.; BRANCO, A. F.; SILVA, K. T.; HASHIMOTO, J. H.; GARCIA, J.; GRANDE, P. A. Produção, composição do leite e variação do custo e da receita de produção de leite de cabras Saanen recebendo rações com casca de soja em substituição ao milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, p. 1313-1326, 2013.

## **CAPÍTULO IV – COMPORTAMENTO DE BOVINOS MACHOS SUPER JOVENS ALIMENTADOS COM DIETAS ISENTAS DE VOLUMOSO CONTENDO CASCA DE SOJA E MILHO INTEIRO OU MOÍDO**

**Resumo:** Foram avaliadas quatro dietas exclusivas de concentrado em arranjo fatorial 2 x 2, incluindo dois níveis de inclusão da casca de soja (0 e 500,8 g/kg) e milho com diferentes formas físicas, inteiro ou moído, no comportamento de bezerros mestiços de origem leiteira. Durante os três meses da fase que antecederam o confinamento, os animais não tiveram acesso a alimento volumoso. Os animais foram confinados em baias individuais durante 198 dias, incluindo os 21 dias de adaptação. Após 147 dias no confinamento, foi realizada a avaliação do comportamento durante 48 horas consecutivas, de cinco em cinco minutos para as atividades alimentação, ruminação, ócio e outras atividades. Além disso, foi avaliado o tempo gasto para a ruminação de cada bolo e o número de mastigações por bolo ruminal, que foram utilizadas para o cálculo de outras variáveis relacionadas ao comportamento animal. Houve interação entre o nível de inclusão da casca de soja e a forma de apresentação do milho no tempo de alimentação, sendo que animais alimentados com milho inteiro e sem casca de soja apresentaram menor tempo de alimentação que aqueles que consumiram dietas com milho inteiro mais casca de soja. A utilização de milho moído promoveu aumento no tempo em ócio, enquanto que reduziu o tempo em outras atividades. O tempo em ócio aumentou ao longo do dia, ocorrendo com maior intensidade nos horários de temperaturas mais amenas. O milho inteiro aumentou o tempo de mastigação por bolo e o número de mastigações meréricas por bolo, porém o tempo destinado a ruminação não apresentou variação. A utilização de casca de soja elevou as eficiências de ruminação da matéria seca e da fibra em detergente neutro e reduziu o número de bolos ruminais mastigados ao longo do dia. A utilização da casca de soja e milho inteiro não altera o tempo de ruminação de bovinos machos super jovens.

**Palavras-chave:** eficiência de ruminação, temperatura, tempo de mastigação por bolo, tempo de ruminação

## BEHAVIOR OF YOUNG BOVINE MALES FED WITH DIETS CONTENING SOYBEAN HULLS AND WHOLE OR GROUND CORN

**Abstract:** Assessment of four concentrate diets with 2 x 2 factorial arrangement, two levels of inclusion of soybean hulls (0 and 500.8 g / kg) and whole or ground corn on the behavior of young dairy crossbred calves. From birth to weaning calves had no access to roughage food. Calves were confined in individual pens during 198 days, including the 21 days of adaptation. After 147 days in confinement behavior was evaluated during 48 consecutive hours. Behavior data were recorded every five minutes for feeding activities, rumination and other activities. Moreover, we evaluate the time taken for each bolus rumination and the number of chews per ruminal boluses that were used for the calculation of other variables related to the animal behavior. Interaction occurred between the level of soybean hulls inclusion and the physical form of corn on the feeding time, animals fed whole corn without soybean hulls showed lower feeding time than those who consumed whole corn with soybean hulls. The use of ground corn promoted an increase in idleness time, and reduced the time on other activities. Time in idleness increased throughout the day, occurring with greater intensity during milder temperatures. The use of whole corn increased chewing time per ruminal bolus and the number of chews per bolus, but the time spent for rumination did not change. The use of soybean hulls raised rumination efficiencies of dry matter and neutral detergent fiber and reduced the number of ruminal boluses chewed throughout the day. The use of soybean hulls and whole corn grain do not alter the rumination time of young bovine males.

**Key words:** for cake chewing time, rumination efficiency, rumination time, temperature

## 4.1 Introdução

O aproveitamento de subprodutos do processamento de alimentos, assim como a utilização de grãos com menor grau de processamento, são práticas que têm sido cada vez mais exploradas nas propriedades rurais, sendo utilizadas como meio para a redução de gastos com a alimentação animal, principalmente quando se busca maior eficiência produtiva com a produção de animais jovens para o abate.

A produção deste tipo de animal está associada à utilização de dietas que apresentam níveis energéticos elevados, caracterizadas por apresentar alto teor de concentrado, enquanto que os níveis de fibra são, na maioria das vezes, insignificantes. Esta característica torna atrativa a utilização da casca de soja (CS) em substituição ao milho, visto que pode ser utilizada como uma forma de reduzir a ocorrência de problemas metabólicos associados à disponibilização rápida do amido no ambiente ruminal, por apresentar em sua composição baixos níveis de carboidratos não fibrosos e elevados níveis de fibra de alta digestibilidade (NRC, 2001). Todavia, a fibra presente na CS possui baixa efetividade, apresentando 75% de suas partículas com tamanho inferior a 1,18 mm (FERREIRA et al., 2011).

Estas vantagens associadas ao uso da CS também podem ser conseguidas ao se reduzir o grau de processamento de um alimento, visto que o fornecimento do grão inteiro permitirá que o amido existente no grão seja disponibilizado de forma lenta, mediante ao processo de mastigação e de ruminação realizado pelo animal. Além disso, sua utilização permite suprimir os custos com o processamento, que estariam embutidos no preço do alimento (COLE; JOHNSON; OWENS, 1976), reduzindo, assim, os custos com a alimentação, que representam uma parcela significativa dos custos de produção (PACHECO et al., 2006).

Todavia, quando se altera a dieta do animal, mediante da utilização de um alimento como o grão inteiro ou do fornecimento de um subproduto como a CS, pode haver uma variação na forma como o animal se comporta diante da dieta, o que torna fundamental o conhecimento do comportamento ingestivo do animal. Esta avaliação, permite entender melhor o processo de digestão e de utilização dos nutrientes presentes no alimento (MENDES NETO et al., 2007), o que possibilitará maximizar a eficiência produtiva do rebanho.

Além disso, poucos trabalhos são encontrados na literatura avaliando o comportamento ingestivo de animais jovens confinados, principalmente utilizando

dietas com altos níveis de grãos em sua composição. Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento alimentar de machos mestiços leiteiros super jovens alimentados com dietas contendo milho inteiro ou moído, com e sem casca de soja em sua composição.

## 4.2 Material e Métodos

Os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de ética no uso de animais sob processo nº 23101.004142/2015-06. O experimento foi realizado no município de Araguaína, Tocantins, Brasil, localizada a 07° 11' 28" de latitude sul, 48° 12' 26" de longitude oeste e altitude de 227m, no período de 20 a 22 de fevereiro de 2014. O clima local é o Aw de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, sendo que a precipitação média nos dias de realização do experimento foi de 13,93 mm, as médias das temperaturas mínimas e máximas foram de 24,51 e 25,58 °C, respectivamente, enquanto que a umidade relativa esteve em 87,8%.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em arranjo fatorial 2 x 2, sem casca de soja (SCS) ou com 500,8 g/kg (CCS) e milho em duas formas físicas, inteiro (MI) ou moído (MM), com nove repetições. Foram utilizados 36 bezerros mestiços com grau de sangue variando de 3/4 a 5/8 Holandês x Zebu. Do nascimento ao início do experimento os animais foram alimentados com 4 litros de leite por dia e receberam alimento concentrado à vontade, sendo seu desmame realizado aos 56 dias de idade. Após o desmame, os animais foram alimentados exclusivamente com alimento concentrado. O experimento teve início quando os animais completaram 108 dias de idade e peso médio inicial de 89 kg. O período de confinamento foi de 198 dias, sendo 21 dias de adaptação. Os animais foram tratados contra endo e ecto parasitas, receberam vitaminas A, D e E injetável e foram alojados em baias individuais cobertas de 6m<sup>2</sup> com solário e piso cimentado, contendo comedouros individuais e bebedouros para cada dois animais.

Durante o período experimental os animais foram alimentados exclusivamente com concentrado isoproteico contendo milho inteiro ou moído, casca de soja e o núcleo comercial Engordim® Grão Inteiro na forma de pellets (Tabela 4.1), sendo que a alimentação foi fornecida uma vez ao dia às 8 horas (Tabela 4.2), mantendo

sobras de 5% que foram retiradas uma vez por semana, sendo que nesta ocasião eram coletadas amostras das sobras, das dietas e dos alimentos utilizados para sua confecção.

Tabela 4.1 – Composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados nas dietas

g/kg da Matéria seca	Milho	Engordim® <sup>1</sup>	Casca de Soja
Matéria seca <sup>2</sup>	833,4	885,8	861,3
Cinzas	11,2	197,1	45,2
Fibra em detergente neutro	107,3	207,5	740,1
Hemicelulose	90,8	61,7	384,5
Fibra em detergente ácido	16,5	145,8	355,6
Celulose	2,2	126,0	301,7
Lignina	14,3	19,8	53,9
Extrato etéreo	37,0	23,8	10,8
Proteína bruta	90,1	386,2	127,5
NIDN <sup>3</sup>	104,0	67,0	428,5
NIDA <sup>4</sup>	47,3	25,7	143,8
Carboidratos não fibrosos	754,4	129,3	76,4
Carboidratos totais	861,7	336,8	816,5

<sup>1</sup>Engordim Grão Inteiro: Suplemento proteico, mineral e vitamínico peletizado (Agrocria Nutrição Animal) - Níveis de garantia: Ca - 43 g/kg; P - 10 g/kg; S - 4 g/kg; Mg - 0,7 g/kg; K - 2,7 g/kg; Na - 9,7 g/kg; Co - 5 mg/kg; Cu - 175 mg/kg; Cr - 1,4 mg/kg; F - 130 mg/kg; I - 5 mg/kg; Mn - 182 mg/kg; Mo - 0,35 mg/kg; Ni - 0,3 mg/kg; Se - 1,8 mg/kg; Zn - 421 mg/kg; VitA - 21.000 U.I.; Vit.D - 3.000 U.I.; Vit.E - 140 U.I.; Monensina Sódica - 150 mg/kg; Virginiamicina - 150 mg/kg; <sup>2</sup>Matéria seca: em g/kg da matéria natural; <sup>3</sup>NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro em g/kg no nitrogênio total; <sup>4</sup>NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido em g/kg do nitrogênio total.

O consumo do alimento foi mensurado através da pesagem do alimento fornecido e das sobras recolhidas. Para a determinação dos consumos de matéria seca (CMS) e de fibra em detergente neutro (CFDN) (Tabela 4.3) as amostras coletadas foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada à 55°C, moídas em moinho tipo faca com peneiras com crivos de 1 mm e usadas na determinação das porcentagens de MS segundo a metodologia descrita pela AOAC (Method 920.87; AOAC, 1995), enquanto que os teores de FDN foram determinados segundo a

metodologia sugerida por Van Soest, Roberttson e Lewis (1991), em que foi utilizada alfa amilase durante a lavagem das amostras.

Amostras das dietas também foram utilizadas para determinação de suas densidades (Tabela 4.3), considerando para isso o peso em relação ao volume ocupado pela amostra, em um recipiente com volume conhecido (Becker).

Tabela 4.2 – Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas

Alimentos, g/kg MS	Milho moído		Milho inteiro	
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS
	Proporção de ingredientes			
Milho inteiro	-	-	758,6	333,8
Milho moído	758,6	333,8	-	-
Casca de soja	-	500,8	-	500,8
Engordim®	241,4	165,4	241,4	165,4
Variáveis, g/kg MS	Composição químico-bromatológica			
Matéria seca <sup>3</sup>	852,5	847,5	847,9	855,2
Cinzas	64,5	63,3	56,1	62,4
Fibra em detergente neutro	131,5	440,8	132,7	441,5
Hemicelulose	84,7	238,4	85,0	242,5
Fibra em detergente ácido	46,8	202,4	47,7	199,0
Celulose	31,7	167,4	30,9	164,2
Lignina	15,1	35,0	16,8	34,8
Extrato etéreo	33,8	21,7	34,3	22,0
Proteína bruta	163,5	162,9	163,8	163,0
NIDN <sup>4</sup>	95,1	261,1	94,9	261,4
NIDA <sup>5</sup>	42,1	91,7	42,1	91,4
Carboidratos não fibrosos	595,1	300,5	602,7	292,6
Carboidratos totais	726,6	741,3	735,4	736,1

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>Matéria seca: em g/kg da matéria natural;

<sup>4</sup>NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro em g/kg do nitrogênio total; <sup>5</sup>NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido em g/kg do nitrogênio total.

Tabela 4.3 – Densidade e consumos das dietas por machos super jovens

Variáveis	Milho moído		Milho Inteiro	
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS
Densidade, g/ml	0,93	0,85	0,94	0,85
CMS, kg/d	5,14	6,03	4,70	5,86
CFDN, kg/d	0,96	2,78	0,63	2,96

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; CMS: Consumo de matéria seca; CFDN: Consumo de fibra em detergente neutro

As observações comportamentais foram realizadas após 147 dias do início do fornecimento das dietas, período este em que os animais atingiram 255 dias de idade e peso médio de 280 kg. Estas observações foram realizadas visualmente por observadores treinados durante um período de 48 horas divididas em cinco períodos com duração de tempo distinta em função das atividades realizadas com os animais ao longo do dia. A observação comportamental iniciou-se às 12:00 horas onde foram avaliadas as atividades de alimentação, ruminação, ócio e outras atividades (lambendo, coçando, brincando, etc), a cada período de 5 minutos, sendo estes dados analisados em minutos por dia destinados a cada atividade e em minutos por período do dia. Também foram observadas as frequências ao bebedouro (FB) e a frequência de defecação (FD) e de micção (FM) em número de ocorrências por dia. Para que fosse possível realizar a observação durante o período da noite, os animais foram adaptados à iluminação artificial durante os sete dias que antecederem a observação comportamental.

O número de mastigações meréricas por bolo (NMMB) e o tempo destinado às mastigações por bolo ruminal (TMB) foram registrados em quatro observações individuais realizadas em dois dias seguidos de 0 às 6 horas, de 6 às 12 horas, 12 às 18 horas e das 18 às 24 horas, utilizando cronômetro digital (BÜRGER et al., 2000). A contagem foi realizada em três bolos seguidos em cada intervalo de observação, a partir do momento da chegada do bolo ruminal à boca do animal, até o momento de sua deglutição. A partir destas variáveis foram determinadas as relações de eficiência de alimentação da matéria seca (consumo de MS/tempo de alimentação) (EAMS) (kg/h); eficiência de ruminação da MS (consumo de MS/tempo de ruminação) (ERMS) (kg/h); eficiência de ruminação da FDN (consumo de FDN/tempo de ruminação) (ERFDN) (kg/h); tempo de mastigação/dia (tempo de

alimentação/dia + tempo de rinação/dia) (TMD) (min/d) e número de bolos mastigados/dia (tempo de rinação por dia/tempo de mastigação por bolo) (NBMD) de acordo com a metodologia proposta por Polli et al. (1996). Já o número de mastigações merísticas por dia (NMMD) foi calculado multiplicando-se o número de mastigações merísticas/bolo (NMMB) e o NBMD (BÜRGER et al., 2000).

Os dados foram submetidos a testes de homoscedasticidade, normalidade e esfericidade. Em todas as variáveis de fluxo contínuo e distribuição normal realizou-se análise de variância, estimada através de metodologia de parcelas repetidas no tempo (proc mix SAS) usando matriz de covariância não estruturada, quando as atividades foram avaliadas em função do período do dia. O modelo matemático foi representado por:

$$\gamma_{ijkl} = \mu + \tau_i + \epsilon_j + \tau_i * \epsilon_j + a_{ij} + \beta_k + \beta_k * \tau_i + \beta_k * \epsilon_j + \beta_k * \tau_i * \epsilon_j + b_k$$

em que:  $\gamma_{ijk}$  = variável dependente;  $\mu$  = média geral;  $\tau_i$  = efeito do fator i (forma física do milho);  $\epsilon_j$  = efeito do fator j (nível de inclusão da casca de soja);  $(\tau_i * \epsilon_j)$  = interação entre fator i e fator j;  $a_{ij}$  = erro experimental residual associado ao fatorial nível de inclusão da casca de soja e forma física do milho;  $\beta_k$  = efeito do fator k (período do dia);  $\beta_k * \tau_i$  = interação entre fator k e fator i;  $\beta_k * \epsilon_j$  = interação entre fator k e fator j;  $\beta_k * \tau_i * \epsilon_j + b_k$  = interação entre fator k, fator i e fator j;  $b_k$  = erro experimental residual associado ao período do dia. Quando os dados foram avaliados em função do dia os efeitos associados ao período do dia foram retirados do modelo. Os dados foram submetidos ao teste de t com 5% de significância para comparação entre as médias quando a interação dos fatores estudados não foi significativa (acima de 5% de significância).

### 4.3 Resultados

O tempo de rinação apresentou resultados independentemente da forma física do milho ou do nível de inclusão da CS, apresentando uma média de tempo de 118,40 min/d (Tabela 4.4). Houve interação entre o nível de CS e a forma física do milho ( $P < 0,05$ ) para a variável tempo de alimentação (Tabela 4.5). Na dieta com MM, a inclusão da CS não alterou o tempo de alimentação, entretanto, na dieta com MI, a inclusão de CS promoveu aumento do tempo dedicado esta atividade.

Tabela 4.4 – Comportamento alimentar de machos super jovens

Variáveis	Milho moído		Milho Inteiro		CV, %	Valores de P		
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS		FF <sup>3</sup>	CS	FF x CS
TR, min/d	116,67	113,61	133,33	110,00	35,71	0,65	0,36	0,48
TA, min/d	127,50	129,17	93,61	140,56	20,81	0,21	0,01	0,01
TO, min/d	860,00	827,78	758,06	791,94	9,29	0,02	0,97	0,21
TOA, min/d	335,83	369,44	455,00	397,50	16,86	<0,01	0,59	0,05
FB	9,33	10,11	10,33	7,33	85,4	0,64	0,56	0,33
FD	7,22	19,00	10,00	9,11	54,21	0,09	0,02	0,01
FM	15,89	18,44	15,67	8,22	75,31	0,95	0,08	0,03

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>FF: forma física; TA: tempo de alimentação; TR: tempo de ruminação; TO: tempo em ócio; TOA: tempo em outras atividades; FB: frequência ao bebedouro (FB); FD: frequência de defecação; FM: frequência de micção.

Tabela 4.5 – Desdobramento da interação para variáveis com interação significativa

Fatores	Milho Moído	Milho Inteiro	Médias
Tempo de Alimentação (min/d)			
SCS <sup>1</sup>	127,50 Aa	93,61 Bb	110,55
CCS <sub>2</sub>	129,17 Aa	140,56 Aa	134,86
Médias	128,34	117,09	
Frequência de Defecação			
SCS <sup>1</sup>	7,22 Bb	10,00 Bb	8,61
CCS <sub>2</sub>	19,00 Aa	9,11 Bb	14,05
Médias	13,11	9,55	
Frequência de Micção			
SCS <sup>1</sup>	15,89 Aa	15,67 Aa	15,78
CCS <sub>2</sub>	18,44 Aa	8,22 Ba	13,33
Médias	17,16	11,94	

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja. Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de t.

Os tempos em ócio e em outras atividades foram influenciados pela forma física do milho (P=0,02 e P<0,01, respectivamente), todavia, a forma como foram afetados ocorreu de maneira distinta entre as variáveis, uma vez que os animais

alimentados com MM apresentaram maior período de tempo dedicado ao descanso que os alimentados com o grão inteiro, enquanto que o tempo dedicado a outras atividades foi maior nos animais alimentados com MI que aqueles que receberam MM.

Houve interação entre os fatores para as frequências de defecação e micção, sendo que o fornecimento de MM em dietas com casca de soja resultou em aumento na frequência de defecação ( $P=0,01$ ), enquanto que a utilização do MI, independentemente do nível de inclusão da CS, resultou em frequência de defecação semelhante entre as dietas (Tabela 4.5). Já a frequência de micção em animais alimentados com dietas com MI foi reduzida ( $P=0,03$ ) pela inclusão da CS na dieta, sendo que quando o milho foi fornecido moído, a inclusão deste alimento não promoveu alteração na frequência observada (Tabela 4.5). Entretanto, a frequência ao bebedouro não foi influenciada por nenhum dos fatores analisados, apresentado uma média de 9,27 ocorrências diárias.

O tempo destinado à ruminação apresentou variação em função do período do dia ( $P<0,01$ ) sendo maior durante a noite e menor nos períodos de fornecimento de alimento e nos períodos subsequentes a ele (Tabela 4.6). Já o tempo de alimentação apresentou interação entre o período do dia, a forma física do milho e o nível de CS ( $P<0,01$ ).

Os animais alimentados com as dietas experimentais apresentaram maior tempo de alimentação nos períodos do dia posteriores ao fornecimento de alimento, sendo que os animais alimentados com MI CCS despenderam mais tempo se alimentando após o fornecimento das dietas experimentais. Entretanto, nos demais períodos do dia este tempo foi reduzido drasticamente, enquanto que para as demais dietas, a diminuição no tempo dedicado a alimentação após o período de fornecimento da dieta foi menos acentuada.

Houve interação entre o período do dia e a forma física do grão ( $P<0,01$ ) para o tempo em ócio. Os animais alimentados com MI dedicaram menos tempo ao ócio que os animais alimentados com MM nos horários próximos ao período de fornecimento do alimento. Entretanto, nos períodos subsequentes do dia, a forma física do grão de milho não resultou em alteração no tempo de descanso dos animais.

Tabela 4.6 – Comportamento alimentar de machos super jovens em função do período do dia

Variáveis	Milho moído		Milho Inteiro		Média	CV, %
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS		
Ruminação (minutos)						
00:00 - 05:59	56,39	35,00	55,00	56,39	50,69	
06:00 - 07:59	22,22	15,56	7,50	6,11	12,84	
08:00 - 11:59	6,67	5,56	8,06	1,94	5,55	57,32
12:00 - 17:59	3,06	16,94	22,78	11,94	13,68	
18:00 - 24:59	28,33	40,56	40,00	33,61	35,62	
Valor de P						
FF <sup>3</sup>	CS <sup>2</sup>	FF x CS	Pr <sup>4</sup>	FF x Pr	CS x Pr	FF x CS x Pr
0,65	0,36	0,48	<0,01	0,35	0,63	0,21
Alimentação (minutos)						
00:00 - 05:59	8,06	9,44	5,28	2,50	6,32	
06:00 - 07:59	9,17	20,00	13,06	9,72	12,98	
08:00 - 11:59	41,94	38,89	25,56	61,11	41,87	32,15
12:00 - 17:59	46,94	31,94	25,56	46,11	37,63	
18:00 - 24:59	21,39	28,89	24,17	21,11	23,89	
Valor de P						
FF	CS	FF x CS	Pr	FF x Pr	CS x Pr	FF x CS x Pr
0,14	<0,01	0,01	<0,01	0,37	<0,01	<0,01
Ócio (minutos)						
00:00 - 05:59	260,83	272,22	265,00	265,56	265,90	
06:00 - 07:59	54,17	43,89	23,33	19,17	35,14	
08:00 - 11:59	116,67	117,78	81,67	76,39	98,12	22,01
12:00 - 17:59	211,11	188,06	195,00	210,00	201,04	
18:00 - 24:59	217,22	205,83	193,06	220,83	209,23	
Valor de P						
FF	CS	FF x CS	Pr	FF x Pr	CS x Pr	FF x CS x Pr
0,02	0,97	0,21	<0,01	<0,01	0,96	0,26
Outras Atividades (minutos)						
00:00 - 05:59	34,72	43,33	34,72	35,56	37,08	
06:00 - 07:59	34,44	40,56	76,11	85,00	59,02	
08:00 - 11:59	74,72	77,78	124,72	100,56	92,27	33,54
12:00 - 17:59	98,89	123,06	116,67	91,94	107,64	
18:00 - 24:59	93,06	84,72	102,78	84,44	91,25	
Valor de P						
FF	CS	FF x CS	Pr	FF x Pr	CS x Pr	FF x CS x Pr
<0,01	0,52	0,03	<0,01	<0,01	0,76	0,09

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>FF: forma física; <sup>4</sup>Pr: período.

Assim como o tempo em ócio, o período de tempo dedicado a outras atividades também apresentou interação entre o período do dia e forma física do grão ( $P < 0,01$ ), sendo que os animais alimentados com MM dedicaram menos tempo a outras atividades que os alimentados com MI nos horários próximos ao fornecimento de alimento. Além disso, o tempo em outras atividades foi maior durante os horários mais quentes do dia, independentemente da dieta avaliada.

Não houve interação entre a inclusão da CS e a forma física do grão para as variáveis relacionadas ao comportamento de mastigação dos animais (Tabela 4.7). Todavia, quando os fatores foram analisados separadamente, a forma física do grão de milho influenciou o NMMB ( $P < 0,01$ ) e o TMB ( $P = 0,04$ ) que foram maiores em animais alimentados com MI que aqueles que receberam dietas com MM. O TMB ainda foi influenciado pela inclusão da CS ( $P = 0,04$ ) apresentando médias superiores nos animais que receberam dietas CCS que naqueles que receberam dietas SCS.

Tabela 4.7 – Comportamento de mastigação de machos super jovens

Variáveis	Milho moído		Milho Inteiro		CV, %	Valores de P		
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS		FF <sup>3</sup>	CS	FF x CS
NMMB	45,64	55,44	60,57	64,29	18,84	<0,01	0,06	0,39
TMB, s	44,45	48,97	49,15	60,16	21,3	0,04	0,04	0,37
EAMS, kg/h	2,49	2,99	3,24	2,62	27,44	0,53	0,83	0,06
ERMS, kg/h	2,75	3,42	2,45	3,69	35,55	0,96	0,01	0,44
ERFDN, kg/h	0,51	1,58	0,33	1,86	23,01	0,76	<0,01	0,15
TMD, min/d	244,17	242,78	226,94	250,56	17,89	0,74	0,44	0,39
NBMD	169,77	144,16	160,87	109,91	37,29	0,24	0,04	0,49
NMMD	7317,5	7676,4	9885,6	6951,2	37,51	0,36	0,21	0,11

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>FF: forma física; NMMB: número de mastigações meréricas por bolo; TMB: tempo de mastigação por bolo; EAMS: eficiência de alimentação da matéria seca em kg/h; ERMS: eficiência de ruminação da matéria seca em kg/h; ERFDN: eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro em kg/h; TMD: tempo de mastigação por dia em min/d; NBMD: número de bolos mastigados por dia; NMMD: número de mastigações meréricas por dia.

A inclusão da CS resultou em aumento nas ERMS ( $P = 0,01$ ) e na ERFDN ( $P < 0,01$ ). Além disso, a CS reduziu o NBMD ( $P = 0,04$ ) de 165,32 bolos por dia

quando os animais foram alimentados SCS para 127,03 bolos por dia quando foram alimentados com dietas CCS. Entre as variáveis relacionadas ao comportamento de mastigação dos animais, apenas as variáveis EAMS, TMD e NMMD não foram influenciadas pelas dietas experimentais, apresentando médias de 2,83 kg/h, 241,11min/d e 7957,67 mastigações diárias, respectivamente.

#### 4.4 Discussão

De acordo com Murphy et al. (1983) e Deswysen et al. (1993), o tempo dedicado à alimentação irá determinar em grande parte o restante da rotina diária do animal, já que as demais atividades realizadas por ele estão diretamente ligadas à ingestão de alimento. O padrão de comportamento do animal pode refletir sua adaptação a diversos fatores (DADO; ALLEN, 1994), como por exemplo, o estado fisiológico e a saúde do animal, as condições sociais, o tipo e qualidade do alimento (BÜRGER et al., 2000), além da palatabilidade e de características físicas como o tamanho de partícula da dieta (O' DELL; KING; COOK, 1968). Desta forma, a variação verificada no tempo de alimentação dos animais avaliados no presente trabalho pode estar relacionada a uma característica física desta dieta, sua densidade.

A dieta com MI SCC, quando comparada à dieta CCS, apresentou uma densidade elevada, (0,94 e 0,85 g/ml, respectivamente), o que possibilitou que o bocado realizado pelos animais alimentados com estas dietas promovesse a apreensão de uma maior quantidade de alimento, reduzindo, assim, o tempo de alimentação destes animais. Este mesmo aspecto foi observado por Cunha (2014) e Missio et al. (2010) que verificaram que o aumento no peso específico da dieta permite que os animais apreendam uma maior quantidade de alimento em um menor período de tempo, o que aumenta a eficiência de alimentação da matéria seca e reduz a frequência de alimentação apresentada pelos animais.

Apesar dos resultados apontados por Cunha (2014) indicarem um aumento na eficiência de alimentação da matéria seca, o mesmo possivelmente não foi observado no presente trabalho em função do menor valor numérico apresentado no CMS da dieta com MI SCS (Tabela 4.3). Como a EAMS é calculada através da quantidade em quilogramas de matéria seca consumida em um determinado período

de tempo despendido com esta atividade e os demais animais que demandaram mais tempo se alimentando consumiram uma maior quantidade de alimento, os resultados obtidos evidenciaram uma similaridade na EAMS.

Embora as dietas com MI e MM SCS, tenham apresentado densidades semelhantes (0,94 e 0,93 g/ml, respectivamente), os tempos de alimentação distintos apresentados por essas dietas, além de estarem associados ao CMS apresentado pelos animais, também são uma consequência de sua estrutura física. Como a dieta com MM SCS apresentava maior pulverulência que a dieta com MI, o animal necessitava umidificar mais o alimento no momento da ingestão para facilitar sua deglutição (ARGENZIO, 2006; HERDT, 2008), o que contribuiu para o maior tempo de alimentação de animais alimentados com MM SCS que os aqueles que consumiram dietas com MI sem este subproduto.

Outro fator que deve ser considerado sobre o tempo destinado a alimentação é que o consumo de alimento de animais confinados é estimulado por seu fornecimento ao animal (PAZDIORA et al., 2011; PHILLIPS; RIND, 2001) e no presente trabalho, a disponibilização de alimento ao animal foi realizada apenas uma vez ao dia. Estes fatores resultaram em maiores períodos de tempo destinados a alimentação nos horários que sucederam o fornecimento da dieta no cocho, de modo que o tempo dedicado a alimentação foi sendo reduzido ao longo do dia, culminando com horários de baixa ingestão nos períodos anteriores ao fornecimento de uma nova dieta.

O tempo dedicado a outras atividades e ao ócio logo após o fornecimento de alimento, determinou que houvesse variação no tempo dedicado a estas atividades ao longo do dia. Isso porque, após o fornecimento de alimento no cocho, o uso do MI promoveu aumento no tempo em outras atividades. Nos demais períodos do dia não houve diferença no tempo em função da forma física do grão, o que resultou em maiores tempos dedicados ao ócio para animais alimentados com MM e maiores tempos dedicados a outras atividades em animais alimentados com MI ao longo do dia.

Além disso, ao se analisar resultados obtidos para o tempo em ócio, pode-se verificar que há aumento no tempo destinado a esta atividade à medida que houve avanço no período do dia, demonstrando que quando os animais estão estabulados, essa atividade ocorre de maneira mais efetiva nos horários de temperaturas mais amenas, em que o animal se sente confortável e busca descansar (CUTRIM, 2016;

MIOTTO et al., 2014; SANTANA et al., 2014). O tempo gasto com esta atividade representou aproximadamente 56% do dia dos animais experimentais, o que está associado ao reduzido número de vezes em o alimento é ofertado ao animal, pois o fornecimento de alimento estimula a alimentação em animais confinados (PAZDIORA et al., 2011) e este foi fornecido apenas uma vez ao dia, de modo que os animais dispunham de mais tempo para permanecer em ócio.

Todavia, o baixo número de vezes em que o alimento foi fornecido reduziu o tempo em outras atividades, que representou apenas 27% do dia dos animais, o que é consequência do fato do tempo nesta atividade aumentar nos horários próximos ao fornecimento de alimento (CUTRIM, 2016; MIOTTO et al., 2014; SANTANA et al., 2014). Neste horário, os animais tenderam a brincar mais e a interagir com os outros, permanecendo, mais agitados nos períodos próximos ao fornecimento de alimento. Entretanto, é importante ressaltar que os horários em que os animais permaneceram mais agitados coincidem com os períodos mais quentes do dia e esta agitação também está associada à alta umidade do ar verificada nos dias em que foi realizada a observação das atividades comportamentais dos animais, visto que a mesma permaneceu acima de 87%, prejudicando, assim, a dispersão do calor corporal dos animais para o ambiente (PERISSINOTTO; MOURA, 2007).

Além disso, de acordo com Malafaia et al. (2011) a utilização de dieta de alto grão também pode fazer com que os animais permaneçam mais agitados devido a ausência de fibra longa na dieta e isso pôde ser percebido quando se observa os valores das frequências de defecação e micção, assim como da frequência ao bebedouro. Se compararmos os resultados observados com os encontrados na literatura (CUNHA, 2014; MIOTTO et al., 2014; MISSIO et al., 2010) é possível observar que os frequências encontradas no presente trabalho são muito altas, possivelmente porque estas dietas contendo MM CCS possuem tamanho de partícula reduzido, o que irá aumentar a taxa de passagem pelo trato digestivo (IPHARRAGUERRE; CLARK, 2003).

Além disso, a presença de fibra na dieta oriunda da CS é responsável pelo aumento no volume fecal, visto que sua presença aumenta a osmolaridade dentro do trato gastrointestinal (BHATTI; FIRKINS, 1995), o que pode ter contribuído para elevar a frequência de defecação. Já as elevadas frequências de micção podem estar associados aos altos níveis de creatinina presente no sangue dos animais experimentais (Capítulo 3), visto que a ocorrência de doenças renais eleva os níveis

deste resíduo da fermentação da fosfocreatina no sangue e resulta em aumento na frequência de micção dos animais (FINCO, 1989).

Quando se fala sobre o tempo de ruminação, o fato desta atividade ser desenvolvida pelo animal nos momentos mais tranquilos do dia (PINTO et al., 2010), resultou nos maiores períodos de ocorrência durante à noite, de modo que os animais podiam descansar e remastigar o alimento anteriormente ingerido. Entretanto, apesar do tempo de ruminação normalmente aumentar em função da elevação no teor de FDN da dieta, a inclusão da CS não representou fator suficiente para promover o aumento no tempo dedicado a esta atividade, pois este alimento possui baixo porcentagem de FDN fisicamente efetiva (FDNfe) (FERREIRA et al., 2011; GENTIL et al., 2011), que de acordo com Van Soest (1994) corresponde ao tipo de fibra que possui características que irão influenciar diretamente o processo de ruminação.

Desta forma, a similaridade nos tempos de ruminação foi favorecida pelo fato da CS possuir 75% de suas partículas com tamanho inferior a 1,18 mm (FERREIRA et al., 2011; GENTIL et al., 2011), que representa o tamanho de partícula limite para o estímulo da ruminação (VAN SOEST, 1994). Assim, sua inclusão na dieta não estimula aumentos no período de tempo despendido com a ruminação, pois este mecanismo é um processo utilizado pelo animal para reduzir o tamanho de partícula do alimento, de modo a aumentar a área de atuação dos microrganismos ruminais e favorecer sua passagem pelo orifício retículo-omasal (DIAS et al., 2011; FISCHER et al., 2002; FRITZ et al., 2009).

Todavia, como a eficiência de ruminação é calculada com base na quantidade de nutriente ruminada por unidade de tempo, e a CS provocou aumento no CMS e no CFDN (Tabela 4.3), sem, entretanto alterar o tempo de ruminação, sua utilização resultou em aumento na eficiência de ruminação da MS e da FDN e indica que os animais alimentados com dietas contendo casca de soja conseguiram ruminar uma maior quantidade destes nutrientes por hora dedicada a esta atividade, que aqueles que receberam apenas o milho como fonte de alimento energético.

Do mesmo modo que a CS, o fato de não ter havido aumento no tempo de ruminação com a utilização do MI também está de acordo com o observado em outros trabalhos encontrados na literatura (SANTANA et al., 2014) ao comparar a utilização de milho inteiro ou moído na dieta de bovinos, demonstrando que uma vez que o animal tenha acesso a vontade ao alimento, não havendo pois competição, o

animal é capaz de quebrar parte do grão no momento da ingestão, de modo que nestas condições, o aumento no tamanho de partícula da dieta provocado pelo não processamento do grão de milho, não resulta em fator suficiente para aumentar o tempo de ruminação (BEAUCHEMIN et al., 1994).

Desta forma, a similaridade do tempo de ruminação, associado ao tempo de alimentação, permitiu que o tempo de mastigação diária não se distinguisse entre as dietas avaliadas, apesar do aumento no tamanho de partícula com a utilização do grão inteiro ou do aumento no teor de FDN observado com a inclusão da CS.

Mesmo não tendo sido observada alteração no tempo de mastigação diária, a utilização do grão inteiro aumentou de sobremaneira o tempo dedicado a mastigação do bolo ruminal. Como o grão inteiro deve ser quebrado pelo processo de mastigação para que haja aumento na área de atuação dos microrganismos (KOTARSKI; WANISKA; THURN, 1992), os animais necessitaram despende uma maior quantidade de tempo para a mastigação de cada bolo ruminal, além de elevar o número de mastigações meréricas por bolo.

Estes resultados se devem ao fato de os animais utilizados no presente trabalho, serem jovens de oito meses de idade no momento da avaliação comportamental, o que de acordo com Pordomingo et al. (2002), faz com que necessitem reduzir de forma mais eficiente o tamanho da partícula de alimento durante o processo de mastigação que os animais adultos, por possuírem um menor orifício retículo-omasal. Desta forma, mesmo que os animais tenham conseguido realizar uma quebra significativa do grão de milho durante a ingestão (BEAUCHEMIN et al., 1994), ainda houve a necessidade de redução no tamanho de partícula do alimento para que este pudesse passar pelo trato gastrointestinal, o que foi conseguido pelos animais através do aumento no TMB e no NMMB, sem que houvesse aumento no TR, sendo que esta particularidade pode ter ocorrido devido a uma redução no intervalo entre bolos ruminais dos animais alimentados com MI.

Ainda considerando o tempo de mastigação por bolo, seus resultados também foram alterados pela utilização da CS, sendo que neste caso, a elevação observada é consequência do maior CMS verificado em animais alimentados com este subproduto (Tabela 4.3). A CS possui características como alta capacidade de se hidratar dentro do rúmen (BHATTI; FIRKINS, 1995), pequeno tamanho de partícula (FERREIRA et al., 2011; GENTIL et al., 2011) e alta taxa de fermentação apresentada por sua fração fibrosa (IPHARRAGUERRE; CLARK, 2003), o que faz

com que ela apresente uma taxa de passagem elevada, de modo que sua utilização não resulta em elevação do NMMB, porém como os animais apresentaram um maior CMS e um período de tempo de ruminação similar, o tamanho do bolo ruminal de animais alimentados com casca de soja, provavelmente aumentou em comparação as dietas com milho, o que elevou o tempo necessário para a mastigação de cada bolo ruminal e conseqüentemente reduziu o número de bolos mastigados por dia.

#### **4.5 Conclusão**

O aumento no tamanho de partícula da dieta com a utilização do milho inteiro não provoca aumentos nos tempos de ruminação de bovinos machos super jovens. Porém, a utilização de até 500,8 g/kg de casca de soja na dieta destes animais pode melhorar a eficiência de ruminação dos nutrientes.

#### 4.6 Referências

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 16th ed., Arlington-VA: AOAC International, 1995.

ARGENZIO, R. A. Secreções do estômago e das glândulas acessórias. In.: REECE, W. O. (Ed.). **Dukes, fisiologia dos animais domésticos**. 12<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro – RJ: Guanabara Koogan, 2006, p. 374-386.

BEAUCHEMIN, K. A.; McALLISTER, T. A.; DONG, Y.; FARR, B. I.; CHENG, K. J. Effects of mastication on digestion of whole cereal grains by cattle. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 236-246, 1994.

BHATTI, S. A.; FIRKINS, J. L. Kinetics of hydration and functional specific gravity of fibrous feed by-products. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 1449-1458, 1995.

BÜRGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; CASALLI, A. D. P. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 236-242, 2000.

COLE, N. A.; JOHNSON, R. R.; OWENS, F. N. Influence of roughage level on the site and extent of digestion of whole shelled corn by beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 43, p. 483-489, 1976.

CUNHA, O. F. R. **Bagaço de cana-de-açúcar em dieta com milho grão inteiro para terminação de tourinhos Angus x Nelore e Nelore**. 2014. 134f. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína-TO, 2014.

CUTRIM, D. O. **O uso de grão inteiro para terminação de bezerros de origem leiteira**. 2016. 163 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína-TO, 2016.

DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Variation in and relationships among feeding, chewing, and drinking variables for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 77, p. 132-144, 1994.

DESWYSEN, A. G.; DUTILLEUL, P.; GODFRIN, J. P.; ELLIS, W. C. Nycterohemeral eating and ruminating patterns in heifers fed grass or corn silages: analysis by finite Fourier transform. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 2739-2747, 1993.

DIAS, R. S.; PATINO, H. O.; LÓPEZ, S.; PRATES, E.; SWANSON, K. C.; FRANCE, J. Relationships between chewing behavior, digestibility, and digesta passage kinetics in steers fed oat hay at restricted and ad libitum intakes. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 1873-1880, 2011.

FERREIRA, E. M.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; MENDES, C. Q.; QUEIROZ, M. A. A.; ARAUJO, R. C.; GENTIL, R. S.; LOERCH, S. C. Apparent digestibility, nitrogen balance, and ruminal constituents in ram lambs fed high-concentrate diets containing soybean hulls. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 4127-4133, 2011.

FINCO, D.R. Kidney function. In: KANEKO, J.J. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 4.ed. San Diego: Academic Press, 1989, p. 496-542.

FISCHER, V.; DESWYSEN, A. G.; DUTILLEUL, P.; BOEVER, J. Padrões da distribuição nictemeral do comportamento ingestivo de vacas leiteiras, ao início e ao final da lactação, alimentadas com Dieta à base de silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 2129-2138, 2002.

FRITZ, J.; HUMMEL, J.; KIENZLE, E.; ARNOLD, C.; NUNN, C.; CLAUSS, M. Comparative chewing efficiency in mammalian herbivores. **Oikos**, v. 118, p. 1623-1632, 2009.

GENTIL, R. S.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; FERREIRA, E. M.; MENDES, C. Q.; ALMEIDA, O. C.; QUEIROZ, M. A. A. Metabolismo de nutrientes em ovinos alimentados com casca de soja em substituição ao feno de coastcross. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 2835-2843, 2011.

HERDT, T. Secreções do trato digestório. In.: CUNNINGHAM, J. G. (Ed.) **Tratado de fisiologia veterinária**. 3. ed. Rio de Janeiro – RJ: Guanabara Koogan, 2008, p. 254-262.

IPHARRAGUERRE, I. R.; CLARK, J. H. Soyhulls as an alternative feed for lactating dairy cows: a review. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1052-1073, 2003.

KOTARSKI, S. F.; WANISKA, R. D.; THURN, K. K. Starch hydrolysis by the ruminal microflora. **Journal Nutrition**, v.122,p.178-190, 1992.

MALAFAIA, P.; BARBOSA, J. D.; TOKARNIA, C. H.; OLIVEIRA, C. M. C. Distúrbios comportamentais em ruminantes não associados a doenças: origem, significado e importância. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, p.781-790, 2011.

MENDES NETO, J.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C., LANA, R. P.; QUEIROS, A. C.; EUCLYDES, R. F. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com polpa cítrica em substituição ao feno de capim-tifton 85. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p. 618-695, 2007.

MIOTTO, F. R. C.; NEIVA, J. N. M.; RESTLE, J.; FALCÃO, A. J. S.; CASTRO, K. J.; MACIEL, R. P. Comportamento ingestivo de tourinhos alimentados com dietas contendo níveis de gérmen de milho integral. **Ciência Animal Brasileira**, v. 15, p. 45-54, 2014.

MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; SILVEIRA, M. F.; FREITAS, L. da S.; RESTLE, J. Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em confinamento, alimentados com diferentes níveis de concentrado da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 1571-1578, 2010.

MURPHY, M. R.; BALDWAIN, R. L.; ULYATT, M. J.; KOONG, L. J. A quantitative analysis of rumination patterns. **Journal of Animal Science**, v. 56, p. 1236-1240, 1983.

NRC - National Research Council (NRC). **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**, Seventh Revised Edition. The National Academy Press, Washington, DC. 2001, 381p.

O'DELL, G. D.; KING, W. A.; COOK, W. C. Effect of grinding, pelleting and frequency of feeding of forage on fat percentage of milk and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 51, p. 50-55, 1968.

PACHECO, P. S.; RESTLE, J.; VAZ, F. N.; FREITAS, A. K.; PADUA, J. T.; NEUMANN, M.; ARBOITTE, M. Z. Avaliação econômica da terminação em confinamento de novilhos jovens e super jovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 309-320, 2006.

PAZDIORA, R. D.; BRONDANI, I. L.; SILVEIRA, M. F.; ARBOITTE, M. Z.; CATTELAM, J.; PAULA, P. C. Efeitos da frequência de fornecimento do volumoso e concentrado no comportamento ingestivo de vacas e novilhas em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 2244-2251, 2011.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J. Determinação do conforto térmico de vacas leiteiras utilizando a mineração de dados. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 1, p. 117-126, 2007.

PHILLIPS, C. J. C.; RIND, M. I. The effects of frequency of feeding a total mixed ration on the production and behavior of Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 1979-1987, 2001.

PINTO, A. P.; MARQUES, J. A.; ABRAHÃO, J. J. S.; NASCIMENTO, W. G.; COSTA, M. A. T.; LUGÃO, S. M. B. Comportamento e eficiência ingestiva de tourinhos mestiços confinados com três dietas diferentes. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 426-434, 2010.

POLLI, V. A.; RESTLE, J.; SENNA, D. B.; ALMEIDA, S. R. S. Aspectos relativos a ruminação de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, p. 987-993, 1996.

PORDOMINGO, A. J.; JONAS, O.; ADRA, M.; JUAN, N. A.; AZCARATE, M. P. Evaluación de dietas basadas en grano entero, sin fibra larga, para engorde de bovinos a corral. **Ria**, v. 31, p. 1- 22, INTA, 2002.

SANTANA, A. E. M.; NEIVA, J. N. M.; RESTLE, J.; SOUSA, L. F.; MIOTTO, F. R. C.; ALENCAR, W. M.; SILVA, R. O.; ARAÚJO, V. L. Feeding behavior of croobred steers fed diets containing babassu mesocarp meal and corn in kernels or ground. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, p. 266-272, 2014.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**, second ed. Cornell University Press: Ithaca. 1994, 476p.

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

## CAPÍTULO V - CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E DA CARNE DE BOVINOS MACHOS SUPER JOVENS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO CASCA DE SOJA E MILHO INTEIRO OU MOÍDO

**Resumo:** Foram avaliadas quatro dietas exclusivas de concentrado em arranjo fatorial 2 x 2, incluindo dois níveis de inclusão da casca de soja (0 e 500,8 g/kg) e milho inteiro ou moído, sobre as características de carcaça e da carne de machos super jovens de origem leiteira abatidos aos dez meses de idade. Os animais foram confinados em baias individuais durante 198 dias, incluindo os 21 de adaptação. Durante o aleitamento os bezerros não tiveram acesso a alimento volumoso. Foram realizadas as avaliações das características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne utilizando-se amostras do músculo *Longissimus lumborum*. Não houve variação no peso de abate e nos pesos de carcaça, entretanto, houve interação entre os fatores avaliados para as variáveis relacionadas ao rendimento de carcaça. A inclusão da casca de soja na dieta promoveu aumento na área do *Longissimus lumborum* e na porcentagem de músculo na carcaça e reduziu a porcentagem de gordura, sem alterar a deposição de gordura subcutânea. Não houve efeito dos fatores sobre as principais características qualitativas da carne, assim como sobre sua composição química. O uso de casca de soja melhorou a qualidade da carne dos animais ao aumentar o teor de ácido  $\alpha$ -Linolênico presente no músculo *Longissimus lumborum*. Conclui-se que a utilização de casca de soja e milho inteiro ou moído possibilita a produção de carne de qualidade, sendo que a casca de soja aumenta a proporção de músculo na carcaça e melhora a qualidade da carne.

**Palavras-chave:** ácido  $\alpha$ -Linolênico, área do *Longissimus lumborum*, composição química, gordura, rendimento de carcaça

## CARCASS AND MEAT CHARACTERISTICS OF YOUNG BOVINE MALES FED WITH DIETS CONTAINING SOYBEAN HULL AND WHOLE OR GROUND CORN

**Abstract:** Assessment of four concentrate diets with 2 x 2 factorial arrangement, two levels of inclusion of soybean hulls (0 and 500.8 g / kg) and whole or ground corn on carcass and meat characteristics of non-castrated young dairy crossbred males slaughtered at ten month of age. From birth to weaning calves had no access to roughage food. Calves were confined in individual pens during 198 days, including the 21 days of adaptation. Slaughter weight and carcass weight were not affected by diets, however, interaction among the factors was observed for carcass yield. The inclusion of soybean hulls in the diet increased the Longissimus lumborum area and muscle percentage in the carcass, and reduced the percentage of fat without altering the deposition of subcutaneous fat. There was no effect of the diets on the main qualitative characteristics of meat, as well as on its chemical composition. The use of soybean hulls improved the quality of meat by increasing the  $\alpha$ -Linolenic acid content in the Longissimus lumborum muscle. The use of soybeans hulls and whole or ground corn enables the production of good carcasses. Soybean hulls increases the proportion of muscle in the carcass and improves meat quality of young dairy crossbred males.

**Key words:** carcass yield, chemical composition, fat,  $\alpha$ -Linolenic acid, *Longissimus lumborum* area

## 5.1 Introdução

O aproveitamento de machos de origem leiteira para a produção de carne pode representar uma importante fonte de geração de renda para os produtores, pois de acordo com dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Pecuária (EMBRAPA, 2012), aproximadamente 23,5 milhões de vacas foram ordenhadas no Brasil, sendo que o aproveitamento destes machos permitiria um aumento na produção brasileira de 1,5 milhões de toneladas de carne por ano (50% de machos nascidos, 10% de taxa de mortalidade, abatidos com 10 arrobas) (SANTANA; NEIVA; CASTRO, 2015).

Além disso, uma vez que esses animais sejam abatidos jovens, sua produção evitaria a abertura de novas áreas de pastagem, além de que possibilitaria reduzir o número de vacas de corte necessárias para produção de bezerros, representando, assim, uma redução de 57 milhões de toneladas na quantidade de metano lançada na atmosfera por ano (IPCC, 2007), que associado ao fato de serem utilizadas dietas com elevada proporção de grãos, permitirá que haja uma redução ainda mais significativa na emissão de gases causadores do efeito estufa, quando comparada a produção de carne a partir de animais produzidos em sistema de pastejo convencional (GRAINGER; BEAUCHEMIN, 2011; HOOK; WRIGHT; McBRIDE, 2010).

Ao mesmo tempo, o abate de bovinos jovens possibilita a produção de carnes de alta qualidade (MACH; BACH; DEVANT, 2009), haja vista que se caracterizam por apresentar elevada maciez e reduzido teor de gordura saturada, além de possuir maior proporção de ácidos graxos insaturados (WOOD et al., 2003), que correspondem aos tipos de lipídios que estão associados à redução na ocorrência de doenças cardiovasculares em humanos (FERNÁNDEZ et al., 2011; CLAAS; ARNETT, 2016; SANDERS, 2016).

Todavia, um dos grandes entraves associados à consolidação da produção deste tipo de animal no Brasil são os altos custos associados à utilização de dietas ricas em alimento concentrado. Assim, torna-se importante avaliar a utilização de alternativas que como a casca de soja (CS) (ANDERNSON et al., 2009; FERREIRA et al., 2011; MUELLER; BLALOCK; PRITCHARD, 2011; MUELLER; BOGGST, 2011) e a utilização de grão de milho em diferentes formas de processamento (CAETANO et al., 2015; GOROCICA-BUENFIL; LOERCH, 2005; GOUVÊA et al., 2015;

MARQUES et al., 2015; OWENS et al., 1997; SIVERSON et al., 2014), como tecnologias que viabilizem economicamente a produção destes animais.

Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da inclusão da casca de soja e do milho inteiro ou moído sobre as características de carcaça e da carne de bovinos machos mestiços super jovens alimentados com dietas com 100% de concentrado.

## 5.2 Material e Métodos

Os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de ética no uso de animais sob processo nº 23101.004142/2015-06. O experimento foi realizado no município de Araguaína, Tocantins, Brasil, localizada a 07° 11' 28" de latitude sul, 48° 12' 26" de longitude oeste e altitude de 227m, no período de setembro de 2013 a março de 2014. O clima local é o Aw de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, sendo que a precipitação média nos meses de realização do experimento foi de 218,12 mm, as médias das temperaturas mínimas e máximas foram de 21,04 e 31,21 °C, respectivamente, enquanto que a umidade relativa esteve em 80,57%.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em arranjo fatorial 2 x 2, sem casca de soja (SCS) ou com 500,8 g/kg (CCS) e milho em duas formas físicas, inteiro (MI) ou moído (MM), com nove repetições. Foram utilizados 36 bezerros mestiços com grau de sangue variando de 3/4 a 5/8 Holandês x Zebu. Do nascimento ao início do experimento os animais foram alimentados com 4 litros de leite por dia e receberam alimento concentrado à vontade, sendo seu desmame realizado aos 56 dias de idade. Após o desmame, os animais foram alimentados exclusivamente com alimento concentrado. O experimento teve início quando os animais completaram 108 dias de idade e peso médio inicial de 89 kg. O período de confinamento foi de 198 dias, sendo 21 dias de adaptação. Os animais foram tratados contra endo e ecto parasitas, receberam vitaminas A, D e E injetável e foram alojados em baias individuais cobertas de 6m<sup>2</sup> com solário e piso cimentado, contendo comedouros individuais e bebedouros para cada dois animais.

Durante o período experimental os animais foram alimentados exclusivamente com concentrado isoproteico contendo milho inteiro ou moído, casca de soja e o

núcleo comercial Engordim® Grão Inteiro na forma de pellets (Tabela 5.1), sendo que a alimentação foi fornecida uma vez ao dia às 8 horas (Tabela 5.2), mantendo sobras de 5% que foram retiradas uma vez por semana, sendo que nesta ocasião eram coletadas amostras das sobras, das dietas e dos alimentos utilizados para sua confecção.

Tabela 5.1 – Composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados nas dietas

Variáveis, g/kg MS	Milho	Engordim® <sup>1</sup>	Casca de Soja
Matéria seca <sup>2</sup>	833,4	885,8	861,3
Cinzas	11,2	197,1	45,2
Fibra em detergente neutro	107,3	207,5	740,1
Hemicelulose	90,8	61,7	384,5
Fibra em detergente ácido	16,5	145,8	355,6
Celulose	2,2	126,0	301,7
Lignina	14,3	19,8	53,9
Extrato etéreo	37,0	23,8	10,8
Proteína bruta	90,1	386,2	127,5
NIDN <sup>3</sup>	104,0	67,0	428,5
NIDA <sup>4</sup>	47,3	25,7	143,8
Carboidratos não fibrosos	754,4	129,3	76,4
Carboidratos totais	861,7	336,8	816,5

<sup>1</sup>Engordim Grão Inteiro: Suplemento proteico, mineral e vitamínico peletizado (Agrocria Nutrição Animal) – Níveis de garantia: Ca - 43 g/kg; P - 10 g/kg; S - 4 g/kg; Mg - 0,7 g/kg; K - 2,7 g/kg; Na - 9,7 g/kg; Co - 5 mg/kg; Cu - 175 mg/kg; Cr - 1,4 mg/kg; F - 130 mg/kg; I - 5 mg/kg; Mn - 182 mg/kg; Mo - 0,35 mg/kg; Ni - 0,3 mg/kg; Se - 1,8 mg/kg; Zn - 421 mg/kg; VitA - 21.000 U.I.; Vit.D - 3.000 U.I.; Vit.E - 140 U.I.; Monensina Sódica - 150 mg/kg; Virginiamicina - 150 mg/kg; <sup>2</sup>Matéria seca: em g/kg da matéria natural; <sup>3</sup>NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro em g/kg no nitrogênio total; <sup>4</sup>NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido em g/kg do nitrogênio total.

No final da terminação, os animais foram pesados (peso de abate (PA)), sem jejum prévio, e abatidos em frigorífico comercial com Serviço de Inspeção Federal - SIF. No final da linha de abate, as carcaças foram pesadas para determinação do peso (PCQ) e do rendimento carcaça quente (RCQ) e do peso (PCQI) e rendimento de carcaça integral (RCQI) que foram obtidos levando em consideração o peso dos recortes de gorduras. Após serem resfriadas em câmara fria em temperatura de 1 °C

por período de 24 horas, o pH da carne foi mensurados através da utilização do pHmetro digital Classic Akso®, que foi inserido no músculo *Longissimus lumborum* entre a 12ª e 13ª vértebra. Após 24 horas, as carcaças foram novamente pesadas obtendo-se o peso (PCF) e rendimento de carcaça fria (RCF).

Tabela 5.2 – Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas

Alimentos, g/kg MS	Milho moído		Milho inteiro	
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS
Proporção de ingredientes				
Milho inteiro	-	-	758,6	333,8
Milho moído	758,6	333,8	-	-
Casca de soja	-	500,8	-	500,8
Engordim®	241,4	165,4	241,4	165,4
Variáveis, g/kg MS	Composição químico-bromatológica			
Matéria seca <sup>3</sup>	852,5	847,5	847,9	855,2
Cinzas	64,5	63,3	56,1	62,4
Fibra em detergente neutro	131,5	440,8	132,7	441,5
Hemicelulose	84,7	238,4	85,0	242,5
Fibra em detergente ácido	46,8	202,4	47,7	199,0
Celulose	31,7	167,4	30,9	164,2
Lignina	15,1	35,0	16,8	34,8
Extrato etéreo	33,8	21,7	34,3	22,0
Proteína bruta	163,5	162,9	163,8	163,0
NIDN <sup>4</sup>	95,1	261,1	94,9	261,4
NIDA <sup>5</sup>	42,1	91,7	42,1	91,4
Carboidratos não fibrosos	595,1	300,5	602,7	292,6
Carboidratos totais	726,6	741,3	735,4	736,1

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>Matéria seca: em g/kg da matéria natural;

<sup>4</sup>NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro em g/kg do nitrogênio total; <sup>5</sup>NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido em g/kg do nitrogênio total.

A medida da área do *Longissimus lumborum* (ALL) foi realizada após um corte transversal no músculo entre a 12ª e 13ª costela das meias carcaça direitas,

sendo que com o auxílio de papel vegetal foi traçado o contorno da massa muscular e utilizado o software ImageJ® para determinação da área. Neste mesmo corte foi determinada a espessura de gordura subcutânea (EGS), além das avaliações da luminosidade e dos índices de vermelho e amarelo da carne através do colorímetro digital Croma Meter CR-410, além da avaliação subjetiva do grau de gordura intramuscular (marmoreio) e da coloração da carne (USDA, 1965).

Foi retirada a secção HH (HANKINS; HOWE, 1946), separando o músculo *Longissimus lumborum* que foi imediatamente congelado no freezer Panasonic® a  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . O músculo *Longissimus lumborum* foi cortado a partir de sua porção cranial em quatro bifés de 2,5 cm de largura. Um dos bifés cortados foram pesados ainda congelados e mantidos refrigerados a temperatura de  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , por um período de 24 horas, sendo em seguida novamente pesados para determinação das perdas por descongelamento.

Posteriormente, dois bifés foram assados em forno em temperatura constante de  $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sendo que ao atingir temperatura interna de  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , as amostras foram viradas e mantidas no forno até atingirem temperatura interna de  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sendo novamente pesadas para determinação das perdas por cocção (WHEELER; SHACKELFORD; KOOHMARAIE, 1997). Um dos bifés foi utilizado para a avaliação da suculência da carne por meio de um painel formado por pessoas treinadas, enquanto que o outro bife foi embalado em papel filme, após seu resfriamento em temperatura ambiente e foram novamente refrigerado em temperatura de  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  por um período de 20 horas.

Em seguida, foram retirados quatro cilindros de cada bife, com 1,27 cm de diâmetro, nos quais as fibras musculares da carne foram orientadas longitudinalmente para determinação da força de cisalhamento. A avaliação desta força foi realizada utilizando o aparelho Warner-Bratzler Shear Force acoplado ao texturômetro TXT Plus Stable Micro Systems®, onde as lâminas exerceram força de 5 mm/s e os resultados obtidos nos picos de força para as quatro leituras feitas por amostra de cada animal foram utilizadas para calcular uma média que foi expressa como força máxima de cisalhamento, em kg de força por centímetro quadrado ( $\text{kg F/cm}^2$ ) (POSTE et al., 1993).

Para determinação da composição química da carne foi utilizado o terceiro bife do músculo *Longissimus lumborum* que foi moído ainda congelado, sendo posteriormente mantido em estufa de circulação forçada a  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$  por um período de

72 horas. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 1 mm e armazenadas a temperatura de 8°C para posteriores análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) (Método 920.87; AOAC, 1995), matéria mineral (MM) (Método 924.05; AOAC, 1995) e extrato etéreo (EE) que foi determinado por lavagem da amostra com éter de petróleo a 90 °C por uma hora (ANKOM, 2009).

Para a análise de ácidos graxos de cadeia longa foi utilizada a quarta amostra retirada do músculo *Longissimus lumborum*, onde 2 g do bife foi submetida à extração dos ácidos graxos através do protocolo de Folch; Lees; Sloane Stanley (1957). Vinte mililitros de solução de clorofórmio:metanol (2:1) foram utilizados por amostra para sua homogeneização, sendo centrifugadas por 20 minutos a 2400 giros por minuto. O sobrenadante produzido foi transferido para tubos de Falcon de 50 ml, onde em seguida uma alíquota de 4,4 ml de solução de NaCl (15 ml/L) foi adicionada e uma nova centrifugação a 2400 giros por minuto foi realizada durante 20 minutos. A fase inferior do frasco foi recolhida utilizando uma seringa de vidro e transferida para outro tubo, onde foi utilizado nitrogênio gasoso para evaporação dos solventes. Os lipídios foram metilados utilizando 2 ml de monóxido de sódio 0,5 M (10 min a 50 °C) seguido da adição de HCl metanoico (10 min a 80 °C) de acordo com a metodologia descrita por Kramer et al. (1997) e armazenados em frascos âmbar contendo gás nitrogênio em temperatura de -20 °C.

Para a determinação do perfil de ácidos graxos foi utilizado o cromatógrafo a gás Agilent 7890A equipado com detector de ionização de chama (7683B) e uma coluna capilar de sílica fundida (J & W 112-88A7, Agilent Technologies®, Santa Clara, CA, EUA) com 100 m de comprimento e 250 µm de diâmetro interno, contendo 0,20 m cianopropilpolissiloxano. O tempo total de corrida da cromatografia foi de 87,5 minutos, divididos em quatro ciclos de aquecimento. O hidrogênio foi utilizado como gás de arraste a uma velocidade de 1,0 ml/min e a temperatura do injetor e do detector foi 260 °C, enquanto que o gás nitrogênio foi usado como gás de compensação a uma taxa de 30 ml/min, sendo que a identificação dos ácidos graxos presentes nas amostras foi realizada com base no tempo de retenção dos ésteres metílicos dos padrões de ácidos graxos.

Os dados coletados foram submetidos a testes de homoscedasticidade e normalidade, em que em todas as variáveis de fluxo contínuo e distribuição normal realizou-se análise de variância. O peso inicial foi utilizado como covariável e,

quando não significativo foi retirado do modelo, sendo que o modelo matemático utilizado foi representado por:

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \delta_j + \tau_i * \delta_j + \beta_k + a_{ij}$$

em que:  $y_{ijk}$  = variável dependente;  $\mu$  = média geral;  $i$  = efeito do fator  $i$  (forma física do milho);  $j$  = efeito do fator  $j$  (nível de inclusão da casca de soja);  $(i*j)$  = interação entre fator  $i$  e fator  $j$ ;  $\beta_k$  = efeito do peso inicial  $k$ ;  $a_{ij}$  = erro experimental residual associado ao fatorial  $i \times j$ . Os dados foram submetidos ao teste de  $t$  com 5% de significância para comparação entre as médias quando a interação dos fatores não foi significativa (acima de 5%). Para as variáveis não paramétricas foi realizado o teste de Kruskal Wallis, seguido do procedimento de Conover a 5% de significância.

### 5.3 Resultados

Tabela 5.3 – Características quantitativas da carcaça de bovinos machos super jovens

Variáveis	Milho moído		Milho Inteiro		CV, %	Valores de P		
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS		FF <sup>3</sup>	CS	FF x CS
PA, kg	336,31	340,09	322,38	331,42	8,12	0,22	0,48	0,77
GPT, kg	247,11	252,39	232,06	242,67	11,09	0,22	0,49	0,77
PCQ, kg	179,67	180,50	161,72	178,44	8,50	0,13	0,27	0,12
PCQI, kg	186,23	187,56	168,04	183,97	8,81	0,12	0,33	0,18
PCF, kg	177,07	173,98	160,95	174,05	8,62	0,12	0,32	0,11
EGS, mm	2,42	2,78	2,76	1,97	39,87	0,57	0,42	0,09
ALL, cm <sup>2</sup>	54,14	56,76	51,52	58,41	10,67	0,89	0,03	0,28
RCQ, %	53,63	52,38	50,90	53,66	3,42	0,22	0,20	<0,01
RCQI, %	55,58	54,39	52,87	55,32	3,34	0,15	0,30	<0,01
RCF, %	52,71	51,24	49,83	52,50	3,48	0,18	0,30	<0,01

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>FF: forma física; PA: peso de abate; GPT: ganho de peso total; PCQ: peso de carcaça quente; PCQI: peso de carcaça quente integral; PCF: peso de carcaça fria; EGS: espessura de gordura subcutânea; ALL: área *Longissimus lumborum*; RCQ: rendimento de carcaça quente; RCQI: rendimento de carcaça quente integral; RCF: rendimento de carcaça fria.

A utilização de casca de soja ou a forma física do milho não alterou as principais características quantitativas da carcaça (Tabela 5.3) como PA, ganho de peso total (GPT), PCQ, PCQI, PCF e EGS que apresentaram médias de 332,5, 243,5, 175,1, 181,5, 171,5 kg e 2,48 mm, respectivamente. Todavia, a CS (P=0,03) promoveu aumento de 5 cm<sup>2</sup> na ALL.

Ocorreu interação entre a forma física do milho e a inclusão de CS para as variáveis relacionadas ao rendimento de carcaça (Tabela 5.4). O MM promoveu resultados semelhantes nos RCQ, RCF e RCQI, independentemente da inclusão da CS. Ao contrário, o MI SCS, reduziu os rendimentos obtidos quando comparado a dietas CCS (P<0,01).

Tabela 5.4 – Desdobramento da interação para os rendimentos de carcaça

Fatores	Moído	Inteiro	Médias
Rendimento de Carcaça Quente, %			
SCS <sup>1</sup>	53,63 Aa	50,90 Ab	52,26
CCS <sub>2</sub>	52,38 Aa	53,66 Aa	53,02
Médias	53,01	52,28	
Rendimento de Carcaça Quente Integral, %			
SCS <sup>1</sup>	55,58 Aa	52,87 Ab	54,22
CCS <sub>2</sub>	54,39 Aa	55,32 Aa	54,85
Médias	54,98	54,10	
Rendimento de Carcaça Fria, %			
SCS <sup>1</sup>	52,71 Aa	49,83 Ab	51,27
CCS <sub>2</sub>	51,24 Aa	52,50 Aa	51,87
Médias	51,97	51,16	

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja. Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de t.

Não houve efeito da forma física do milho sobre a composição física da carcaça (Tabela 5.5). A CS aumentou a porcentagem de músculo na carcaça e reduziu a porcentagem de gordura (P=0,01), o que não foi observada na avaliação da composição química da carne, que apresentou resultados independentes da

forma física do milho ou do nível de inclusão da CS, sendo que as médias observadas para MS, MM, PB e EE foram de 263,3; 43,2; 221,0 e 16,55 g/kg da MS.

Tabela 5.5 – Composição física da carcaça e química da carne de bovinos machos super jovens

Variáveis	Milho moído		Milho Inteiro		CV, %	Valores de P		
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS		FF <sup>3</sup>	CS	FF x CS
Músculo, % CF	63,68	65,00	63,87	66,74	3,65	0,28	0,01	0,33
Ossos, % CF	16,19	16,12	16,87	16,01	7,16	0,41	0,20	0,30
Gordura, % CF	20,35	19,11	19,19	17,49	59,09	0,99	0,01	0,92
Mat. Seca <sup>4</sup>	281,60	265,60	248,30	258,00	13,59	0,42	0,76	0,29
Mat. Mineral <sup>5</sup>	42,10	42,70	45,40	42,60	12,63	0,40	0,29	0,36
Proteína Bruta <sup>5</sup>	225,50	217,80	218,90	221,80	13,44	0,22	0,69	0,56
Extrato Etéreo <sup>5</sup>	14,50	14,90	20,70	16,10	62,97	0,31	0,59	0,49

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>FF: forma física; <sup>4</sup>Mat.: Matéria; <sup>5</sup>g/kg da matéria natural; <sup>6</sup>g/kg da matéria seca.

Independentemente da forma física ou da inclusão da CS, as características qualitativas da carne foram similares (Tabela 5.6). O grau de conformação das carcaças foi influenciado pela forma física do grão (P=0,03), sendo melhor nos animais alimentados com MM.

Ao avaliar o perfil de ácidos graxos (Tabela 5.7), verificou-se que a concentração dos ácidos caproíco, cáprico, láurico e margárico, assim como dos ácidos graxos saturados totais, não apresentou variação em função de nenhum dos fatores analisados. Todavia, os níveis dos ácidos mirístico (P=0,04) e palmítico (P=0,03) foram afetados pela interação entre a forma física do milho e o nível de CS (Tabela 5.8), sendo a concentração inferior no músculo dos animais alimentados com MI CCS. A concentração de ácido esteárico foi maior nas dietas que incluíram CS (P=0,02).

Entre os ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) apenas o ácido palmitoléico foi influenciado pelos fatores analisados, sendo inferior nas dietas que incluíram CS (P=0,01). Já nos ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) a utilização da CS aumentou a concentração do ácido  $\alpha$ -Linolênico ( $\omega$ 3) (P=0,01). Ocorreu interação entre os

fatores para o teor de ácido  $\gamma$ -Linolênico ( $P=0,01$ ), cuja concentração foi menor quando o grão de MI foi associado à CS (Tabela 4.8).

Os demais AGMI e AGPI, assim como a concentração total destes ácidos graxos apresentaram resultados independentes da forma física do milho ou do nível de inclusão da CS. As relações AGI/AGS, AGMI/AGS e AGPI/AGS não foram afetadas pelos fatores estudados.

Tabela 5.6 – Características qualitativas da carcaça e da carne de bovinos machos super jovens

Variáveis	Milho moído		Milho Inteiro		CV, %	Valores de P		
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS		FF <sup>3</sup>	CS	FF x CS
pH Final	6,28	6,39	6,14	6,18	6,43	0,22	0,64	0,82
Conformação	10,67	11,00	10,11	10,33	51,36	0,03	0,27	0,64
Marmoreio	2,44	2,89	3,00	1,78	54,79	0,49	0,58	0,12
Suculência	5,38	4,28	4,68	5,22	38,88	0,22	0,22	0,68
Cor	2,83	2,83	2,98	3,29	57,52	0,41	0,54	0,32
Luminosidade	35,7	35,45	36,57	37,64	56,00	0,17	0,33	0,27
Índice de Vermelho	17,31	16,78	16,62	17,30	58,03	0,96	0,85	0,21
Índice de Amarelo	6,00	5,76	5,68	6,50	57,18	0,73	0,31	0,23
P. Descong., %	8,64	8,47	9,12	9,59	31,42	0,48	0,74	0,73
Perdas Cocção, %	22,93	24,52	22,10	25,21	27,02	0,95	0,26	0,72
FC, kg F/cm <sup>2</sup>	2,92	2,72	2,36	2,95	51,20	0,76	0,73	0,41

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>FF: forma física; P. Descong: perdas no descongelamento; FC: força de cisalhamento.

Tabela 5.7 – Perfil de ácidos graxos de cadeia longa da carne (*Longissimus lumborum*) de bovinos machos super jovens

Ácidos Graxos g/100g do AGT	Milho moído		Milho Inteiro		CV, %	Valores de p		
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS		FF <sup>3</sup>	CS	FF x CS
Ácidos graxos saturados (AGS)								
Caproíco (C6:0)	0,35	0,35	0,24	0,41	51,25	0,67	0,15	0,14
Cáprico (C10:0)	0,10	0,06	0,07	0,07	58,47	0,45	0,18	0,27
Láurico (C12:0)	0,07	0,07	0,07	0,06	58,32	0,68	0,49	0,58
Mirístico (C14:0)	2,12	2,06	2,62	1,80	24,65	0,50	0,02	0,04
Palmítico (C16:0)	24,39	23,82	25,17	21,47	8,69	0,26	0,01	0,03
Margárico (C17:0)	1,53	1,35	1,44	1,54	24,84	0,68	0,75	0,28
Esterárico (C18:0)	15,24	16,30	14,27	16,03	11,47	0,30	0,02	0,56
AGS Totais	43,80	44,02	43,89	41,38	7,60	0,26	0,30	0,22
Ácidos graxos monoinsaturados (AGMI)								
Palmit. <sup>4</sup> (C16:1)	2,22	1,95	2,53	1,65	30,45	0,98	0,01	0,15
Hept. <sup>5</sup> (C17:1)	1,07	0,96	1,09	1,10	36,48	0,51	0,71	0,64
Vacên. <sup>6</sup> (C18:1 t11)	1,22	1,41	1,26	1,62	69,62	0,71	0,40	0,79
Oléico (C18:1 c9)	30,78	29,34	29,68	27,23	13,78	0,24	0,16	0,71
Elaídico (C18:1 t9)	1,46	1,39	1,32	1,54	22,05	0,97	0,50	0,18
AGMI Totais	36,75	35,05	35,89	33,14	13,11	0,37	0,16	0,73
Ácidos graxos poliinsaturados (AGPI)								
ω6 <sup>7</sup> (C18:2 n6)	9,11	9,33	8,13	9,60	39,03	0,77	0,48	0,6
ω3 <sup>8</sup> (C18:3 n3)	0,20	0,34	0,15	0,36	53,63	0,79	0,01	0,5
γ-L <sup>9</sup> (C18:3 n3)	0,11	0,09	0,08	0,16	58,55	0,39	0,15	0,01
CLA (C18:2 c9 t11)	0,07	0,09	0,10	0,11	91,07	0,42	0,71	0,86
AGPI Totais	9,49	9,85	8,46	10,24	36,65	0,78	0,36	0,55
AGI/AGS	1,06	1,02	1,01	1,05	9,09	0,89	0,89	0,20
AGMI/AGS	0,84	0,80	0,82	0,80	9,98	0,60	0,24	0,68
AGPI/AGS	0,22	0,22	0,19	0,25	49,20	0,85	0,34	0,42

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>FF: forma física; <sup>4</sup>Palmit.: palmitoléico; <sup>5</sup>Hept.: cis-10 heptadecanóico; <sup>6</sup>Vacên.: Vacênico; <sup>7</sup>(ω6): Linoléico (ω6); <sup>8</sup>α-L (ω3): α-Linolênico (ω3); <sup>9</sup>γ-L: γ-linolênico.

Tabela 5.8 – Desdobramento da interação para os ácidos graxos da carne

Fatores	Moído	Inteiro	Médias
Mirístico (C14:0)			
SCS <sup>1</sup>	2,12 Aa	2,62 Aa	2,37
CCS <sub>2</sub>	2,06 Aa	1,80 Ab	1,93
Médias	2,09	2,21	
Palmítico (C16:0)			
SCS <sup>1</sup>	24,39 Aa	25,17 Aa	24,78
CCS <sub>2</sub>	23,82 Aa	21,47 Ab	22,64
Médias	24,11	23,32	
γ-Linolênico (C18:3 n-6)			
SCS <sup>1</sup>	0,11 Aa	0,08 Ab	0,09
CCS <sub>2</sub>	0,09 Aa	0,16 Aa	0,13
Médias	0,10	0,12	

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja. Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de t.

#### 5.4 Discussão

O aumento no PA dos animais é uma das principais objetivos almejados quando se prioriza o abate de animais jovens visando à produção de carcaças e de carnes, visto que este aumento favorece características como o rendimento de carcaça e a remuneração ao produtor (LAWRENCE; FOWLER, 1997). A inclusão de CS e forma física do milho não alteraram PA e essas semelhanças também foram observadas em outros trabalhos que utilizaram animais mestiços recém-desmamados alimentados com casca de soja em substituição ao milho no concentrado (GOMES et al., 2012). Estes autores trabalharam com animais de oito semanas de idade e observaram que ao atingirem 16 semanas, os animais alimentados com dietas contendo 0, 15, 30 e 45% de casca de soja, apresentaram ganhos de peso e peso final semelhantes, o que também foi observado por Restle et al. (2006) ao trabalhar com animais jovens alimentados com dietas contendo casca de soja, milho ou farelo de arroz.

Do mesmo modo, a literatura também, tem demonstrado que a utilização de milho inteiro na alimentação de bovinos também tem promovido resultados para ganhos de peso semelhantes (GOROCICA-BUENFIL; LOERCH, 2005), mesmo com a utilização do grão de milho do tipo flint (MARQUES et al., 2015).

É importante ressaltar que o PA influencia diretamente o PCQ e o PCQI, que correspondem aos principais critérios utilizados pelas indústrias para a remuneração do produtor. Desta forma, o fato de os resultados observados nestas variáveis terem ocorrido de forma independente dos fatores analisados, indica que a redução nos custos com alimentação ao se utilizar alimentos como o MI e a CS, não implicam em penalização na remuneração recebida pelas carcaças.

Todavia, quando se considera os resultados obtidos para as variáveis relacionadas aos rendimentos de carcaça, há divergência com aqueles encontrados na literatura, que demonstra que animais alimentados com milho inteiro (SANTANA et al., 2014) e milho inteiro ou moído com casca de soja (GOROCICA-BUENFIL; LOERCH, 2005) obtiveram resultados de rendimentos e pesos de abate semelhantes.

Apesar das carcaças serem relativamente leves, a deposição de gordura realizada nas mesmas parece ter sido o suficiente para promover uma proteção adequada que garantiu resultando para PCF análogos. Esses resultados são consequência da similaridade observada na EGS e no PCQ, visto que alterações nestes resultados podem alterar as perdas de água na carcaça durante o resfriamento (BERG; BUTERFIELD, 2006). A EGS permaneceu abaixo dos 3 mm que é o mínimo exigido pela indústria de frigoríficos para evitar maiores perdas durante a refrigeração, entretanto, é possível afirmar que a quantidade de gordura subcutânea presente na carcaça foi relativamente alta, quando se considera a idade com a qual foram abatidos, visto que apresentaram resultados para a EGS semelhantes às de animais abatidos com idade superior (0,27 cm (SCHOONMAKER; FLUARTHY; LOERCH, 2004)).

Considerando as variáveis que expressam a musculosidade da carcaça, como a conformação, porcentagem de músculo e ALL, é possível observar que os animais utilizados neste trabalho, produziram carcaças boa qualidade e de fácil comercialização, visto que estas apresentaram elevado percentual de músculo, que corresponde ao tecido de maior valor comercial da carcaça. O aumento na

deposição de tecido muscular e na ALL com a utilização da CS, pode estar associado ao aumento de no teor de Lisina presente na dieta CCS.

A lisina, juntamente com a metionina, são considerados os principais aminoácidos limitantes para bovinos em crescimento (RICHARDSON; HATFIELD, 1978), sendo que a CS possui, aproximadamente, 2,2 vezes a mais de lisina em sua composição que o milho (62,7 e 28,4 g/kg de PB, respectivamente) (NRC, 2001).

Além disso, pesquisas encontradas na literatura demonstram que animais alimentados com fontes adicionais de lisina podem obter maior peso ao abate e possuir carcaças mais pesadas que aqueles que não recebem quantidades adicionais deste aminoácido (HOSFORD et al., 2015). Ao mesmo tempo, Klemesrud et al. (2000), observaram que animais alimentados com dietas com baixo teor de lisina apresentam uma maior deposição de gordura na carcaça que aquelas de animais que receberam dietas com fontes adicionais de lisina em sua composição. Desta forma, se considerarmos os teores de lisina presente no milho e na casca de soja das dietas experimentais, é possível afirmar que as dietas CCS continham 4,85 g de lisina/kg de MS em sua composição, enquanto que dietas SCS, possuíam 1,94 g de lisina/kg de MS, o que pode ter contribuído para as maiores porcentagens de músculo e para a maior ALL nas dietas CCS.

Desta forma, a utilização da CS pode possibilitar a produção de carcaças e de carnes com maior valor comercial, já que além de aumentar a deposição muscular sua utilização reduziu o teor de gordura na carcaça, sendo que de acordo com McPhee et al. (2006) esse é o tecido da carcaça que apresenta maior variação, sendo dependente diretamente da dieta ofertada. Assim, carnes produzidas a partir de animais alimentados com CS possuem características nutraceúticas mais favoráveis à saúde humana que o milho, o que pode aumentar o interesse do mercado consumidor por este tipo de produto, visto que a redução no teor de gordura favorece a diminuição no risco de doenças cardíacas (FERNÁNDEZ et al., 2011; SANDERS, 2016).

Além disso, o fato dos animais terem sido abatidos aos 10 meses de idade ratifica que uma vez abatidos precocemente, os animais são capazes de fornecer ao mercado carcaças com maior rendimento de tecidos comestíveis, visto que os animais utilizados neste trabalho apresentaram carcaças com porcentagem músculo (64,82%) superior ao de animais abatidos com idade mais avançada, como pode ser observado no trabalho de Albertí et al. (2008) que obtiveram média de 58,9; 19,3 e

21,8% de músculo, gordura e ossos, respectivamente, nas carcaças de tourinhos holandeses terminados em confinamento e abatidos aos 15 meses de idade.

Apesar destas características favoráveis, a coloração da carne foi considerada levemente escura, o que pode ter sido influenciado pelo pH final elevado (6,30), que foi responsável por aumentar a retenção de água na carne, o que diminuiu as perdas no descongelamento e cocção da carne (HUFF-LONERGAN; LONERGAN, 2005). Além disso, o pH elevado resultou em carne com coloração mais escura que a de animais abatidos com idade semelhantes (PREVEDELLO et al., 2012), sendo que a associação dos resultados de cor, pH e suculência da carne indicam a ocorrência de uma carne DFD (ADZITEY; NURUL, 2011).

Apesar desta indicação, a força de cisalhamento da carne foi baixa, o que de acordo com Thomson et al. (1996) está relacionado a atividade de proteases neutras como as calpaínas. Segundo os autores, sua atividade é reduzida pela queda no pH da carne, de modo que sob condições de pH final elevado, estas irão permanecer ativas por um maior período de tempo. Como as calpaínas são responsáveis pela degradação do disco Z existente entre os sarcômeros que compõem a fibra muscular (LAWRIE, 2005) e este por sua vez possui correlação com a força de cisalhamento (CHRISTENSEN et al., 2011), a redução em seu comprimento, favoreceu a redução na força necessária para romper a fibra muscular durante a mastigação e conseqüentemente, aumentou a maciez da carne.

O perfil de AGS, AGMI e AGPI e em suas relações foram semelhantes às encontradas na literatura em animais terminados recebendo alimento concentrado (MACEDO et al., 2008). Isso se deve ao fato de que animais alimentados com alimento concentrado normalmente apresentarem resultados para os AGMI e AGPI superiores àqueles obtidos em animais alimentados apenas com alimento volumoso, visto que o baixo pH ruminal provocado pelo fornecimento de dietas ricas em amido afeta a atividade das bactérias ruminais responsáveis pelo processo de biohidrogenação das moléculas de lipídeos insaturados, o que irá reduzir a quantidade de AGS que são absorvidos pelo animal (GERSON; JOHN; KING, 1985).

Esta característica é desejável, visto que teores de AGS elevados são indicativo de altas concentrações de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) no sangue (GRUNDY, 1987), que estão associadas ao aumento nos níveis de colesterol (FERNÁNDEZ et al., 2011). Apesar da redução no pH ruminal aumentar a

proporção de insaturações nas moléculas de ácidos graxos depositadas nas carcaças, a relação entre AGPI/AGS (0,22) permaneceu abaixo da recomendação do Department of Health (1994) que afirma que a relação entre estes tipos de ácidos graxos na dieta de humanos devem ser próximas de 0,45 para evitar que haja o desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

Dentre os AGS, o ácido palmítico e mirístico são colocados em destaque pela literatura científica, pois são considerados como ácidos graxos hipercolesterolêmicos (DANIEL; WYNN; SALTER, 2004). Desta forma, a redução na concentração dos ácidos palmítico e mirístico na carne, ao se utilizar dietas com MI CCS favorece a produção de alimentos mais saudáveis e com menor teor de AGS, o que tem sido uma característica cada vez mais buscadas pelos consumidores na hora de escolherem um alimento. Por outro lado, a casca de soja foi capaz de aumentar a concentração de um dos principais ácidos graxos saturados existentes na carne, o ácido esteárico (18:0).

O aumento na concentração do ácido esteárico possivelmente está relacionado ao estabelecimento de melhores condições ruminais provocadas pela ingestão da casca de soja. Como este alimento possui baixos níveis de CNF e elevados de FDN (Tabela 5.1), sua taxa de fermentação é mais baixa que a observada em dietas ricas em amido (IPHARRAGUERRE; CLARK, 2003). Este ácido é um tipo de ácido graxo comumente encontrado na carne bovina, todavia não é considerado hipercolesterolêmico, pois é rapidamente convertido em ácido oléico (18:1) (DANIEL; WYNN; SALTER, 2004), que apesar de não ter sido influenciado pela presença da casca de soja na dieta, representou 83,12% dos AGMI identificados na carne dos animais experimentais, reduzindo, assim, a síntese de LDL no fígado (MOLONEY et al., 2001).

Além disso, o aumento na deposição do ácido  $\alpha$ -Linolênico ( $\omega$ 3) (18:3 n-3) com a utilização de casca de soja, corresponde a um fator extremamente importante, visto que este AGPI é fundamental para a manutenção da saúde, sendo considerado essencial para o organismo humano e utilizado para a síntese de outros ácidos graxos (Eicosapentanóico e Docosahexanóico) (LUNN; THEOBALD, 2006) que estão envolvidos no desenvolvimento do sistema nervoso central e em atividades antiinflamatórias (MACRAE; O'REILLY; MORGAN, 2005).

Embora a casca de soja não possua quantidades elevadas de  $\omega$ 3 (HASHIMOTO et al., 2007) o aumento no total de  $\omega$ 3 presente na carne é

considerado expressivo devido sua importância nutricional. Todavia, aumentos nos níveis de ácido  $\gamma$ -linolênico (18:3 n-6), como os observados ao se utilizar dietas com MI CCS, não são desejáveis, visto que os níveis de  $\omega$ 6 são muito mais altos que o de  $\omega$ 3, o que pode resultar em competição entre estes dois ácidos pelo sítio ativo da enzima  $\Delta$ -6-desaturase que promove a insaturação das moléculas de  $\omega$ 3 (NELSON; COX, 2011).

Apesar disso, se compararmos a concentração de AGPI dos animais experimentais com a concentração de AGPI de animais adultos existentes em trabalhos encontrados na literatura é possível observar que animais jovens como os aqui avaliados são mais eficientes em depositar AGPI na carcaça que os animais adultos, como pode ser verificado em trabalho desenvolvido por Carvalho et al. (2014) cujos valores médios encontrados para AGPI em tourinhos abatidos aos 23 meses de idade foi de 1,91% do total de AG encontrados na carcaça, enquanto que os obtidos neste trabalho com os animais abatidos aos 10 meses de idade foi 9,51% do total de ácidos graxos identificados no músculo *Longissimus lumborum*.

Estes resultados demonstram que além da carne dos animais jovens apresentarem maior maciez e níveis mais baixos de gordura que os animais adultos, o perfil de AG presente na carne destes animais apresenta características nutraceúticas favoráveis a saúde humana devido as maiores proporções de AGPI (FERNÁNDEZ et al., 2011) e ao aumento observado no teor de  $\omega$ 3 na carne com a utilização de CS.

## 5.5 Conclusão

A utilização de milho inteiro ou moído, assim como a inclusão de até 500,8 g/kg de casca de soja não alteram as principais características quantitativas da carcaça, todavia a utilização da casca de soja melhora as características nutraceúticas da carne quando usada na dieta de machos mestiços Holandês x Zebu super jovens. O abate desses animais com idade jovem permite a produção de carnes de boa qualidade apresentando indicadores de maciez elevados.

## 5.6 Referências

ADZITEY, F.; NURUL, H. Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: causes and measures to reduce these incidences – a mini review. **International Food Research Journal**, v. 18, p. 11-20, 2011.

ALBERTÍ, P.; PANEA, B.; SAÑUDO, C.; OLLETA, J. L.; ERTBJERG, P.; CHRISTENSEN, M.; GIGLI, S.; FAILLA, S.; CONCETTI, S.; HOCQUETTE, J. F.; JAILLER, R.; RUDEL, S.; RENAND, G.; NUTE, G. R.; RICHARDSON, R. I.; WILLIAMS, J. L. Live weight, body size and carcass characteristics of young bulls of fifteen European breeds. **Livestock Science**, v. 114, p. 19-30, 2008.

ANDERSON, J. L.; KALSCHEUER, K. F.; GARCIA, A. D.; SCHINGOETHE, D. J.; HIPPEN, A. R. Ensiling characteristics of wet distillers grains mixed with soybean hulls and evaluation of the feeding value for growing Holstein heifers. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 2113-2123, 2009.

ANKOM. 2009. **Operator's manual – ANKOMXT10 extraction system**. Macedon.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. 1995. **Official methods of analysis**. 16. ed. AOAC International, Washington-DC.

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **Nuevos conceptos sobre desarrollo de ganado vacuno**. Sydney University Press, 9.ed. Zaragoza, 2006. 297p.

CAETANO, M.; GOULART, R. S.; SILVA, S. L.; DROUILLARD, J. S.; LEME, P. R.; LANNA, D. P. D. Effect of flint corn processing method and roughage level on finishing performance of Nelore-based cattle. **Journal of Animal Science**, v. 93, p. 4023-4033, 2015.

CARVALHO, J. R. R.; CHIZZOTTI, M. L.; RAMOS, E. M.; MACHADO NETO, O. R.; LANNA, D. P. D.; LOPES, L. S.; TEXEIRA, P. D.; LADEIRA, M. M. Qualitative characteristics of meat from young bulls fed different levels of crude glycerin. **Meat Science**, v. 96, p. 977-983, 2014.

CHRISTENSEN, M.; ERTBJERG, P.; FAILLA, S.; SAÑUDO, C.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R.; OLLETA, J. L.; PANEA, B.; ALBERTÍ, P.; JUÁREZ, M.; HOCQUETTE, J. WILLIAMS, J. L. Relationship between collagen characteristics, lipid content and raw and cooked texture of meat from young bulls of fifteen European breeds. **Meat Science**, v. 87, p. 61-65, 2011.

CLAAS, S. A.; ARNETT, D. K. The role of healthy lifestyle in the primordial prevention of cardiovascular disease. **Current Cardiology Reports**, v. 18, p. 1-8, 2016.

DANIEL, Z; WYNN, R.; SALTER, A. Differing effects of forage and concentrate diets on the oleic acid content of sheep tissues: The role of taeroylCoadesaturase. **Journal of Animal Science**, v. 82 p. 747-758, 2004.

DEPARTMENT OF HEALTH. **Nutritional Aspects of Cardiovascular Disease. Report on Health and Social Subject**. London: Her Majesty's Stationery Office, n. 46, 1994.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Produção de leite, vacas ordenhadas e produtividade animal no Brasil – 1980/ 2010**. Disponível em: <http://www.cnpqgl.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/producao/tabela0230.php> , acesso em maio de 2014.

FERNÁNDEZ, L. C.; SERRA, J. D.; ÁLVAREZ, J. R. M.; ALBERICH, R. S.; JIMÉNEZ, F. P. Grasas de la dieta y salud cardiovascular. **Clínica e Investigación en Arteriosclerosis**, v. 23, (Supl. 1), p. 1-36, 2011.

FERREIRA, E. M.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; GENTIL, R. S.; ARAUJO, R. C.; AMARAL, R. C.; LOERCH, S. C. Growth, feed intake, carcass characteristics, and eating behavior of feedlot lambs fed high-concentrate diets containing soybean hulls. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 4120-4126, 2011.

FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE STANLEY, G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, p. 497-509, 1957.

GERSON, T.; JOHN, A.; KING, A. S. D. The effects of dietary starch and fibre on the in vitro rates of lipolysis and hydrogenation by sheep rumen digesta. **Journal of Agricultural Science**, v. 105, p. 97-101, 1985.

GOMES, I. P. O.; THALER NETO, A. ; MEDEIROS, L. A.; ORSOLIN, V.; PERES NETO, E.; SEMMELMANN, C. E. N. Níveis de casca de soja em rações concentradas para bezerros de raças leiteiras. **Archives of Veterinary Science**, v. 17, p. 52 – 57, 2012.

GOROCICA-BUENFIL, M. A.; LOERCH, S. C. Effect of cattle age, forage level, and corn processing on diet digestibility and feedlot performance. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 705-716, 2005.

GOUVÊA, V. N.; BATISTEL, F.; SOUZA, J.; CHAGAS, L. J.; SITTA, C.; CAMPANILI, P. R. B.; GALVANI, D. B.; PIRES, A. V.; OWENS, F. N.; SANTOS, F. A. P. Flint corn grain processing and citrus pulp level in finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 94, p. 665-677, 2015.

GRAINGER, C.; BEAUCHEMIN, K. A. Can enteric methane emissions from ruminants be lowered without lowering their production? **Animal Feed Science and Technology**, v. 166-167, p. 308-320, 2011.

GRUNDY, S. M. Monounsaturated fatty acids, plasma, cholesterol and coronary heart disease. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 45, p. 1168-1175, 1987.

HASHIMOTO, J. H.; ALCALDE, C. R.; SILVA, K. T. da; MACEDO, F. A. F.; MEXIA, A. A.; SANTELLO, G. A.; MARTINS, E. N.; MATSUSHITA, M. Características de carcaça e da carne de caprinos Boer x Saanen confinados recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 165-173, 2007.

HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. USA, 1946. p. 1-20 (Technical Bulletin).

HOOK, S. E.; WRIGHT, A.; McBRIDE, B. W. Methanogens: Methane Producers of the Rumen and Mitigation Strategies. **Archaea**, 2010.

HOSFORD, A. D.; HERGENREDER, J. E.; KIM, J. K.; RIBEIRO, F. R. B.; ANDERSON, M. J.; SPIVEY, K. S.; ROUNDS, W.; JOHNSON, B. J. Effects of supplemental lysine and methionine with zilpaterol hydrochloride on feedlot performance, carcass merit, and skeletal muscle fiber characteristics in finishing feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 93, p. 4532-4544, 2015.

HULF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S. M. Review. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of *postmortem* biochemical and structural changes. **Meat Science**. v. 71, p. 194-204, 2005.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change** In.: SOLOMON, S.; QUIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERTY, K. B.; TIGNOR, M.; MILLER, H. L. ed. Cambridge University Press, New York-NY, 2007.

IPHARRAGUERRE, I. R.; CLARK, J. H. Soyhulls as an alternative feed for lactating dairy cows: a review. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.4, p.1052-1073, 2003.  
KLEMESRUD, M. J.; KLOPFENSTEIN, T. J.; STOCK, R. A.; LEWIS, A. J.; HEROLD, D. W. Effect of dietary concentration of metabolizable lysine on finishing cattle performance. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 1060-1066, 2000.

KRAMER, J. K. G.; FELLNER, V.; DUGAN, M. E. R.; SAUER, F. D.; MOSSOBA, M. M.; YURAWECZ, M. P. Evaluating acid and base catalysts in the methylation of milk and rumen fatty acids with special emphasis on conjugated dienes and total trans fatty acids. **Lipids**, v. 32, p. 1219-1228, 1997.

LAWRENCE, T. L. J.; FOWLER, V. R. **Growth of farm animals**. Library of Congress Cataloging in Publication Data, 1997, 330p.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. Artmed, 6 ed. Porto Alegre-RS, 2005, 384p.

LUNN, J.; THEOBALD, H. The health effects of dietary unsaturated fatty acids. **Nutrition Bulletin**, v. 31, p. 178-224, 2006.

MACEDO, L. M. A.; PRADO, I. M.; PRADO, J. M.; ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; SOUZA, N. E.; PRADO, I. N.; Composição química e perfil de ácidos graxos de cinco diferentes cortes de novilhas (Nelore vs Charolês). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, p. 597-608, 2008.

MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 632-638, 2009.

MACRAE, J.; O'REILLY, L.; MORGAN, P. Desirable characteristics of animal products from a human health perspective. **Livestock Production Science**, v.94, p.95-103, 2005.

MARQUES, R. S.; CHAGAS, L. J.; OWENS, F. N.; SANTOS, F. A. P. Effects of various roughage levels with whole flint corn grain on performance of finishing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 94, p. 339-348, 2015.

McPHEE, M. J.; OLTJEN, J. W.; FAMULA, T. R.; SAINZ, R. D. Meta-analysis of factors affecting carcass characteristics of feedlot steers. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 3143-3154, 2006.

MOLONEY, A. P.; MOONEY, M. T.; KERRY, J. P.; TROY, D. J. Producing tender and flavor some beef with enhanced nutritional characteristics. **Proceedings Nutrition Society**, v.60, p.221- 229, 2001.

MUELLER, C. J.; BLALOCK, H. M.; PRITCHARD, R. H. Use of soybean hulls as replacement for dry rolled corn in beef cattle feedlot receiving diets. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 4142-4150, 2011.

MUELLER, C. J.; BOGGS, D. L. Use of soybean hulls with or without corn by-product protein sources in feedlot backgrounding diets. **The Professional Animal Scientist**, v. 27, p. 228-234, 2011.

National Research Council (NRC). **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**, Seventh Revised Edition. The National Academy Press, Washington, DC. 2001, 381p.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger Principles of Biochemistry**. 5 ed. Artmed, 2011, 1273p.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J. GILL, D. R. The effect of grain source and processing on performance of feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 868-879, 1997.

POSTE, L.M.; BUTLER, G.; MACKIE, D.; AGAR, V. E; THOMPSON, B. K. Correlations of sensory and instrumental meat tenderness value as affected by sampling techniques. **Food Quality and Preference**, v.4, p.207-214, 1993.

PREVEDELLO, P.; BRSCIC, M.; SCHIAVON, E.; COZZI, G.; GOTTARDO, F. Effects of the provision of large amounts of solid feeds to veal calves on growth and slaughter performance and intravital and postmortem welfare indicators. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 3538-3546, 2012.

RESTLE, J.; PASCOAL, L. L.; ROSA, J. R. P.; FREITAS, A. K.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; PACHECO, P. S.; MENEZES, L. F. G. Fontes energéticas para bezerros de corte desmamados aos 80 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1136-1145, 2006 (supl.).

RICHARDSON, C. R.; HATFIELD, E. E. The limiting amino acid in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 46, p. 740–745, 1978.

SANDERS, T. A. B. How important is the relative balance of fat and carbohydrate as sources of energy in relation to health? **Nutrition Society**, v. 75, p. 147-153, 2016.

SANTANA, A. E. M.; NEIVA, J. N. M.; CASTRO, F. G. F. Utilização de machos de origem leiteira para produção de carne. In: NEIVA, J. N. M.; NEIVA, A. C. G. R.; RESTLE, J. PEDRICO, A. **Do Campus para o campo: Tecnologia para produção de carne de bovinos de origem leiteira**, Suprema Gráfica e Editora, Araguaína – TO, 2015, p. 175-192.

SANTANA, A. E. M.; NEIVA, J. N. M.; RESTLE, J.; SOUSA, L. F.; MIOTTO, F. R. C.; ARAÚJO, V. L.; ALENCAR, W. M.; AUGUSTO, W. F. Babassu mesocarp bran levels associated with whole or ground corn grains in the finishing of young bulls: carcass and meat characteristics. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 607-617, 2014.

SCHOONMAKER, J. P.; FLUHARTY, F. L.; LOERCH, C. Effect of source and amount of energy and rate of growth in the growing phase on adipocyte cellularity and lipogenic enzyme activity in the intramuscular and subcutaneous fat depots of Holstein steers. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 137-148, 2004.

SIVERSON, A. V.; TITGEMEYER, E. C.; MONTGOMERY, S. P.; OLEEN, B. E.; PREEDY, G. W.; BLASI, D. A. Effects of corn processing and dietary wet corn gluten feed inclusion on performance and digestion of newly received growing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 1604-1612, 2014.

THOMSON, B. C.; DOBBIE, P. M.; SINGH, K.; SPECK, P. A. Post-mortem kinetics of meat tenderness and components of the calpain system in bull skeletal muscle. **Meat Science**, v.44, n.3, p.151-157, 1996.

United States Department of Agriculture (USDA). **Official United States standards for grades of carcass beef**. 1965, 35p.

WHEELER, T.; SHACKELFORD, L. S. D.; KOOHMARAIE, M. Standardizing collection and interpretation of Warner-Bratzler shear force and sensory tenderness data. **Reciprocal Meat Conference**, v. 50, p. 68-77, 1997.

WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R.; FISHER, A. V.; CAMPO, M. M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P. R.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v. 66, p. 21-32, 2003.

## CAPÍTULO VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em algumas regiões do país a casca de soja possui valor de mercado inferior ao de alimentos tradicionalmente utilizados na alimentação de ruminantes, sendo que sua utilização possibilita a redução nos custos com alimentação. Desta forma, é importante considerar o valor comercial da casca de soja quando se opta pela inclusão deste alimento na dieta, assim como seus efeitos sobre o ambiente ruminal.

Além disso, há uma conotação ambiental muito forte associada ao aproveitamento da casca de soja na formulação de dietas fornecida aos animais, já que esta prática reduz os riscos de contaminação ambiental com o descarte indevido deste subproduto no ambiente.

A utilização de grão inteiro na dieta de ruminantes é uma alternativa interessante para ser adotada pelas propriedades, visto que sua utilização facilita o manejo dos animais confinados e não prejudica seu desempenho, o que é uma característica interessante principalmente quando os animais são produzidos visando o abate precoce, que promoverá maior giro no capital investido.

Ao mesmo tempo, o aumento na lucratividade nos sistemas produtivos pode ser conseguido através do aproveitamento dos machos leiteiros, já que são animais que tem apresentado um bom desempenho e carne com maciez elevada quando são criados em condições de manejo adequado que permitem que o abate seja realizado de maneira precoce. Além disso, a produção de machos super jovens a partir de animais mestiços leiteiros permite a produção de carnes com características nutracêuticas favoráveis à saúde humana, já que apresentam baixo teor de gordura satura e altos níveis de ácidos graxos poliinsaturados essenciais, sendo que esta característica pode ser explorada de maneira satisfatória no momento de sua comercialização.

## CAPÍTULO VII - APÊNDICE

Tabela 7.1 – Dados complementares das características de carcaça de bovinos machos super jovens

Variáveis	Milho Moído		Milho Inteiro		CV, %	Valores de P		
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS		FF <sup>3</sup>	CS	FF x CS
EAH	0,00	0,22	0,22	0,33	23,13	0,13	0,69	0,13
RG, kg	6,57	7,06	6,32	5,52	25,19	0,16	0,56	0,24
RGPCQI	3,51	3,70	3,71	2,99	0,20	0,30	0,21	0,06
ALL, cm <sup>2</sup> /100 kg	30,73	32,55	32,91	33,55	10,05	0,26	0,13	0,60
QR, %	1,71	2,18	2,09	2,17	52,71	0,60	0,47	0,58
CC, cm	130,67	131,89	127,33	129,00	3,06	0,08	0,71	0,88
CP, cm	67,44	66,89	64,33	65,94	4,77	0,10	0,85	0,31
CB, cm	38,78	38,11	37,22	37,89	3,35	0,09	0,62	0,13
PB, cm	34,11	34,28	33,06	34,00	5,06	0,30	0,42	0,50
EC, cm	20,67	20,33	20,56	20,89	6,51	0,58	0,94	0,46
Traseiro, % CF <sup>4</sup>	48,97	48,88	49,27	49,76	2,35	0,19	0,43	0,45
Dianteiro, % CF	39,85	39,46	38,53	39,09	2,82	0,03	0,83	0,21
PAG, % CF	11,18	11,60	12,25	11,13	6,66	0,21	0,14	0,01
Traseiro, kg	43,24	42,47	39,52	43,42	8,43	0,22	0,23	0,06
Dianteiro, kg	35,27	34,42	31,03	34,01	9,10	0,03	0,31	0,07
PAG, kg	9,92	10,08	9,91	9,70	12,08	0,62	0,95	0,64
PC/O	5,21	5,24	4,96	5,29	25,4	0,02	0,52	0,78
M/O	5,08	5,16	3,88	4,84	13,3	0,01	0,02	0,04
M/G	3,91	4,07	3,53	4,21	17,41	0,59	0,07	0,25

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>FF: forma física; <sup>4</sup>CF: carcaça fria; EAH: escore de abscessos hepáticos; RG: recorte de gordura; RGPCQI: peso do recorte de gordura em relação ao peso de carcaça quente integral; ALL: área do *Longissimus lumborum* em relação a 100 kg de carcaça fria; QR: quebra no resfriamento; CC: comprimento da carcaça; CP: comprimento da perna; CB: comprimento do braço; PB: perímetro do braço; EC: espessura do coxão; PAG: ponta de agulha; PC/O: relação porção comestível/osso; M/O: relação músculo/osso; M/G: relação músculo/gordura.

Tabela 7.2 – Dados complementares das características da carne de bovinos machos super jovens

Variáveis	Milho Moído		Milho Inteiro		CV, %	Valores de P		
	SCS <sup>1</sup>	CCS <sup>2</sup>	SCS	CCS		FF <sup>3</sup>	CS	FF x CS
Textura	4,30	4,26	4,47	4,29	56,54	0,41	0,21	0,53
Cor	2,83	2,83	2,98	3,29	57,52	0,41	0,54	0,32
pH Inicial	6,75	6,86	6,75	6,81	3,71	0,91	0,47	0,78
Temp Inic, °C	28,37	29,05	30,01	28,39	9,42	0,62	0,65	0,22
Temp Fin, °C	0,19	0,16	0,32	0,56	13,77	0,07	0,49	0,35

<sup>1</sup>SCS: sem casca de soja; <sup>2</sup>CCS: com casca de soja; <sup>3</sup>FF: forma física; Temp Inic: temperatura inicial; Temp Fin: temperatura final