

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**CASCA DE SOJA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS:
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Gabriel Carrijo de Moraes

JABOTICABAL – SP
2º Semestre/2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**CASCA DE SOJA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS:
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Gabriel Carrijo de Moraes

Orientador: Prof^o Dr^o. Mauro Dal Secco de Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências Agrária e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para graduação em Engenharia Agrônômica.

JABOTICABAL – SP
2^o Semestre/2020

FICHA CATALOGRÁFICA

M827c	<p>Morais, Gabriel Carrijo de</p> <p>Casca de soja na alimentação de vacas leiteiras: : Revisão bibliográfica / Gabriel Carrijo de Moraes. -- Jaboticabal, 2020</p> <p>37 f. : tabs., fotos</p> <p>Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal</p> <p>Orientador: Mauro Dal Secco de Oliveira</p> <p>1. Alimentação e rações. 2. Proteins, Textured soy. 3. Proteínas de soja. I. Título.</p>
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Título: Casca de soja na alimentação de vacas leiteiras: Revisão bibliográfica

ACADÊMICO: GABRIEL CARRIJO DE MORAIS

CURSO: ENG. AGRÔNOMICA

ORIENTADOR: Prof. Dr. Mauro Dal Secco De Oliveira

PERÍODO: 2º SEMESTRE ANO: 2020

Aprovado:

Este trabalho é recomendado para compor a base de dados CAPELO.

Sim Não

Reprovado:

BANCA EXAMINADORA:

(Nomes) (Assinaturas)

PRESIDENTE: Prof. Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira

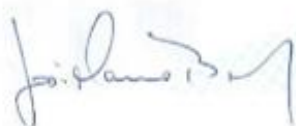
MEMBRO: Joice Mendonça de Souza

MEMBRO: Marcelle Bezerra Silva

Jaboticabal 04 / 12 /2020

Aprovado em reunião do conselho do departamento em: ___/___/2020

Chefe do Departamento



Prof. Dr. José Maurício Barbanti Duarte
Chefe do Departamento de Zootecnia
Matricula n. 422332-9

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais Edmar e Érica Tatiana, à minha querida irmã Rafaela, aos meus avôs e avós, aos meus irmãos da República Agrotóxico, aos meus grandes amigos e aos meus professores, que estiveram presentes comigo durante toda a minha graduação, oferecendo apoio emocional, psicológico e financeiro para que concluísse minha graduação com êxito e para que eu possa construir um bom futuro utilizando todo o aprendizado deste período e me tornando um bom profissional, respeitando e se dedicando à profissão de Engenheiro Agrônomo.

Dedico...

Agradecimentos

Agradeço principalmente aos meus pais Edmar e Érica Tatiana, que me proporcionaram todo o necessário durante a graduação, com apoio e preocupação durante todo o tempo, sendo que sem eles, não conquistaria o que conquistei e com certeza não seria quem sou. Além deles, agradeço à minha irmã Rafaela, aos meus familiares, aos meus amigos de faculdade e aos meus irmãos de república, pois a ajuda deles com certeza foi crucial no meu desenvolvimento pessoal e profissional.

E em especial ao Professor Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira, que me forneceu todo o apoio para a realização deste trabalho. Além do grande apoio de minhas grandes amigas Joice e Marcelle que também foram fundamentais para a realização deste projeto.

OBRIGADO!

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
1. RESUMO	1
2. SUMMARY	2
3. INTRODUÇÃO.....	3
4. OBJETIVOS.....	5
5. REVISÃO DA LITERATURA.....	6
5.1. Aspectos gerais sobre a cultura da soja	6
5.1.1. Soja no mundo e no Brasil.....	6
5.1.2. Características agronômicas e produtividade de soja	7
5.2. Potenciais da soja e seus subprodutos na alimentação animal	11
5.3. Casca de soja	12
5.3.1. Produção e composição química.....	12
5.4. Desempenho de vacas alimentadas com cascas de soja.....	19
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	22
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1. - Composição químico-bromatológica e física da casca de soja.....14

Tabela 1.2. - Fracionamento dos carboidratos da casca de soja 16

Tabela 1.3. - Fracionamento da proteína bruta da casca de soja 18

Tabela 1.4. - Composição de aminoácidos da casca de soja 18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. - Casca de soja para alimentação animal	12
--	-----------

1. RESUMO

CASCA DA SOJA NA RAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A presente revisão buscou reunir informações de diversas fontes, dentre elas sites especializados, boletins técnicos, artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, livros e publicações de instituições especializadas a respeito da utilização de casca de soja na alimentação de vacas leiteiras. Com os dados obtidos foi possível comparar os resultados de diversos trabalhos mostrando alguns aspectos da casca da soja como ingrediente de rações para vacas leiteiras e sua influência na produção de leite, que se mostrou eficiente no que diz respeito a qualidade, palatabilidade, alto teor de fibra sem alterar o bemestar e a saúde da vaca leiteira.

Nesse contexto foi possível concluir que o uso da casca de soja a alimentação de vacas leiteiras é uma boa alternativa de substituição do milho tendo em vista seu caráter versátil e nutritivo.

Palavras chaves: bovino, concentrado, proteína, energia, produção de leite, ração.

2. SUMMARY

SOY HUSK IN MILK COW RATION: BIBLIOGRAPHIC REVIEW

The present review sought to gather information from several sources, including specialized websites, technical bulletins, articles published in national and international journals, books and publications from specialized institutions regarding the use of soy husks in the feeding of dairy cows.

With the data obtained, it was possible to compare the results of several studies showing some aspects of soybean husk as an ingredient in dairy cows' feed and its influence on milk production that proved to be efficient with regard to quality, palatability, high fiber content without changing the welfare and health of the dairy cow.

In this context, it was possible to conclude that the use of soybean husk to feed dairy cows is a good alternative to replace corn in view of its versatile and nutritious character.

Keywords: bovine, concentrate, protein, energy, milk production, feed.

3. INTRODUÇÃO

O sucesso reprodutivo é um dos principais objetivos de qualquer produção animal, no caso das fazendas de leite, á alto desempenho na reprodução significa uma alta taxa de natalidade e conseqüentemente mais animais em lactação.

O Brasil é o 4º maior produtor de leite do mundo, ficando atrás dos Estados Unidos, Índia e China (ZOCAL, 2017). No entanto, para garantir uma alta produção, uma alimentação adequada deve ser utilizada, pois esse fator possui influência direta e significativa aos custos dessa produção, sendo assim, a elaboração de um manejo alimentar/nutricional para vacas em lactação é indispensável sendo considerado o item de maior custo.

Atualmente o principal componente das rações utilizadas é o milho, no entanto à elevação expressiva do seu preço nos últimos anos tem gerado um interesse crescente na inclusão de co-produtos nas dietas de vacas lactantes. A utilização de co-produtos alternativos permite baixar o custo da alimentação sem prejuízos à produção de leite quando a inclusão na dieta é feita de forma correta.

A soja é um grão muito versátil, que dá origem a produtos e co-produtos muito usados pela agroindústria, indústrias química e de alimentos (EMBRAPA-SOJA, 2010). No processo de extração de óleo é gerado dois subprodutos (resíduos) de extrema importância para a alimentação de bovinos: o farelo de soja, e a casca de soja. Para cada tonelada de soja moída para extração de óleo gera um total de 733 kg de farelo (48%) e 50 kg de casca (5%) de resíduos.

A casca de soja é composta, principalmente, de fibra, que tem pouco valor na alimentação humana e no uso industrial. Mas sua composição vantajosa, o fácil acesso em algumas regiões e o seu valor acessível torna a casca de soja um alimento alternativo bastante interessante para o gado leiteiro.

Em adição ao potencial de ser uma alternativa econômica, a substituição de grãos de cereais por casca de soja em dietas para vacas leiteiras, pode também contribuir para um ambiente ruminal mais favorável para a digestão de ficar diminuindo o risco de acidose.

É considerada por muitos autores como um ingrediente volumoso-concentrado pois tem a função fisiológica de fibra vegetal e funciona com um grão de cereal em termos de disponibilidade de energia. Segundo NRC (2001) a casca de soja apresenta 2,82 Mcal ED/kg de MS enquanto o milho apresenta 4,19 Mcal ED/kg de MS.

Portanto, estudos que tem a casca de soja como substituto do milho na alimentação de vacas leiteiras merecem atenção pois tem se mostrado uma alternativa eficaz e econômica.

4. OBJETIVOS

A presente revisão de literatura teve como objetivo, verificar a influência de diversos fatores e aspectos relacionados com a utilização da casca de soja na dieta de vacas leiteiras em lactação, sobre o desempenho e eficiência de produção.

5. REVISÃO DA LITERATURA

Foi realizada uma revisão da literatura que permitiu verificar a influência da casca da soja na alimentação de vacas leiteiras, sob aspectos técnicos. Para tal e maior facilidade de abordagem do tema, foram utilizados itens e subitens envolvendo os mais importantes aspectos relacionados com o desempenho de vacas em lactação.

Por meio das informações obtidas na literatura consultada, foi possível proporcionar subsídios e maiores esclarecimentos sobre a utilização da casca da soja, envolvendo aspectos tais como: importância da casca da soja na alimentação animal, valor nutritivo, formas de utilização, consumo de nutrientes, produção e composição do leite, dentre outros. Foram utilizadas informações de revistas especializadas em produção animal (nacionais e internacionais), sites, boletins técnicos, anais de congressos e simpósios, teses, dissertações e de livros especializados em pecuária leiteira.

5.1. Aspectos gerais sobre a cultura da soja

5.1.1. Soja no mundo e no Brasil

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das mais importantes culturas na economia mundial. Seus grãos são muito usados pela agroindústria (produção de óleo vegetal e rações para alimentação animal), indústria química e de alimentos. Recentemente, vem crescendo também o uso como fonte alternativa de biocombustível (COSTA NETO & ROSSI, 2000).

A soja apresenta centro de origem na costa leste da Ásia na China onde se desenvolvia como plantas rasteiras, e com o decorrer do tempo passou por mudanças significativas (EMBRAPA, 2012). Sendo uma leguminosa domesticada pelos chineses há cerca de 5.000 anos, sua espécie mais antiga é a soja selvagem que cresceu na maior parte nas terras baixas e úmidas próximos aos lagos e rios da China, espalhando-se pela Ásia há 3.000 anos, momento em que passou a ser utilizada na alimentação e na fabricação de medicamentos (HYMOWITZ & SHURTLEFF, 2005).

No início do século 20, passou a ser cultivada com objetivos comerciais nos Estados Unidos da América, desde então seu crescimento populacional aconteceu de forma demasiada, tendo assim o desenvolvimento das primeiras variedades comerciais (GOMES, 1990).

No Brasil, a introdução da soja deu-se no ano de 1882, e os primeiros estudos sobre a cultura iniciaram-se na Escola de Agronomia da Bahia. O primeiro plantio de soja foi no estado do Rio Grande do Sul em 1901, onde a cultura encontrou efetivas condições para desenvolver-se e expandir, dadas as semelhanças climáticas do ecossistema de origem dos materiais genéticos dos Estados Unidos da América com as condições climáticas predominantes no estado do Rio Grande do Sul (EMBRAPA, 2003).

5.1.2. Características agronômicas e produtividade de soja

A cultura da soja ganha cada vez mais importância na agricultura mundial. Devido à grande diversidade do uso da oleaginosa e ao aumento da demanda global por alimentos, a área destinada ao seu cultivo é crescente. De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2020), a área

plantada no mundo passou de 122,647 milhões de hectares na safra 2019/20 com uma produção mundial 337,298 milhões de toneladas.

Além do aumento na área plantada, o investimento em pesquisa e no desenvolvimento de cultivares mais produtivas tem melhorado o rendimento e ajudado a elevar a produção. A produtividade brasileira de grãos 2019/20 fechou com um recorde histórico de 257,8 milhões de toneladas produzidas, com destaque para a soja, o milho e o algodão. Esse volume é 4,5% ou 11 milhões de toneladas superior ao do ciclo passado. Sendo o Brasil considerado o maior produtor mundial do grão, com uma produção de 124,845 milhões de toneladas em uma área plantada de 36,950 milhões de hectares, com produtividade média de 3.379 kg/ha (CONAB, 2020).

A agroindústria da soja e setores relacionados possui grande importância socioeconômica para o Brasil por movimentar um grande número de agentes e organizações, como empresas de pesquisa e desenvolvimento, fornecedores de insumos, indústrias de máquinas e equipamento, produtores rurais, cooperativas agropecuárias, cooperativas agroindustriais, processadoras, produtores de óleo, fabricantes de ração e usinas de biodiesel, transportadoras dentre outras. Diante do contexto, o cultivo da soja é um vital gerador de riquezas, empregos e divisas, se transformando em um dos principais vetores de desenvolvimento regional do País (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

A soja, pertence à divisão Spermatophyta, subdivisão Angiospermae, classe Dicotyledoneae, ordem Rosales, família Leguminosae (Fabaceae) que inclui, aproximadamente 600 gêneros e 13000 espécies. A família Leguminosae é constituída de três sub-famílias: Mimosoideae, Caesalpinoideae e Faboideae

(Papilionoideae). A sub-família Faboideae, é a maior delas, com cerca de 400 gêneros amplamente distribuídos, dentre eles o

Glycine. Dentro desta sub-família encontram-se gêneros conhecidos como: Phaseolus (feijão), Pisum (ervilha), Arachis (amendoim), Lens (lentilha), entre outros (JOLY, 2002).

A soja possui um sistema radicular pivotante bem desenvolvido, com presença de raízes secundárias, terciárias e quaternárias sendo as ramificações ricas em nódulos de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico. Uma planta anual com caule herbáceo e sub-lenhoso e com folhas apresentando-se em três tipos: cotiledonares, unifolioladas ou trifolioladas, sendo ovais e de coloração verde claro a verde escuro com textura variando de lisa a rugosa conforme a cultivar (CÂMARA, 1998; JOLY, 2002).

Possui flores hermafroditas, reunidas em racemos curtos axilares ou terminais de coloração branca, amarela ou violácea, conforme a variedade, sendo suas sementes em geral ovalada e achatadas ou globosas com coloração variando de acordo com a cultivar (CÂMARA, 1998; JOLY, 2002; MISSÃO, 2006). Possui o fruto derivado de uma única folha capelar, tipicamente um legume, comumente chamado de vagem podendo ser encontrada 400 dessas por planta compostas de uma a cinco sementes (MIYASAKA & MEDINA, 1981; MISSÃO, 2006).

A soja é uma espécie vegetal que possui características favoráveis em relação ao arranjo espacial, podendo variar seu número de ramificações, de vagens e grãos por planta. Dependendo da altura da planta, o fechamento das entrelinhas, assim como outros aspectos agronômicos, é influenciado pelos fatores que proporcionam o desenvolvimento das plantas, como o clima local da

região, o ano e a época de semeadura de acordo com a cultivar (EMBRAPA SOJA, 2003).

A soja possui cerca de quinze espécies catalogadas. É uma leguminosa rica em vitaminas do complexo B, potássio, zinco, dentre outros minerais, compondo a base de diversos pratos naturais e tradicionais e apresentando-se como a principal fonte de proteína para populações de baixa renda e vegetarianos (JUNIOR, 2003). A soja é um dos principais cultivos da agricultura mundial e brasileira devido ao seu potencial produtivo e a sua composição química, além de ter um alto valor nutritivo, que lhe confere multiplicidade de aplicações na alimentação humana e animal, com relevante papel sócio-econômico, além de se constituir em matéria-prima indispensável para impulsionar diversos complexos agroindustriais (MAUAD et al., 2010).

A cultura da soja se destaca por apresentar dupla aptidão, primeira na produção alimentos saudáveis, e segunda por gerar energia renovável, conhecida como biodiesel (PRADO, 2007). Além da importância na nutrição humana, a soja e seus derivados, provenientes do processamento industrial dos grãos, apresentam inúmeras utilizações como adubação verde, nutrição animal como silagem e farelo, fabricação de tintas, fibras, adesivos, tecidos, indústria farmacêutica e siderúrgica. Essa diversidade é possível porque as indústrias de processamento de soja produzem subprodutos, farelo e óleo, que se constituem em importante matéria-prima para diferentes setores industriais (CÂMARA, 1998; FREITAS et al., 2001).

O grão constitui-se em matéria prima básica, cujo processamento dá origem ao óleo bruto e ao farelo. O processamento destes produtos primários possibilita a obtenção de uma série de produtos secundários, que são utilizados

como insumos industriais em diversas outras linhas de processamento, possibilitando assim, a abertura de um enorme leque de opções de uso para a soja, resultando em significativa rede de agronegócios geradora de trabalho, oportunidades de crescimento social e riqueza nacional (BLACK, 2000).

5.2. Potenciais da soja e seus subprodutos na alimentação animal

A soja é uma das maiores fontes de proteína na nutrição humana e animal, sua principal matéria prima é o óleo, sendo o farelo considerado como um subproduto obtido após a extração do óleo da semente. Existem outros subprodutos da soja, tais como, soja grão e casca de soja, mas o farelo é o considerado como principal fonte de proteína utilizada na nutrição animal (MOTA, 2011).

A porta de entrada para a soja no Brasil foi pela Bahia, em 1882, por Gustavo D'Utra (COSTA, 1996). Na década de 1960, o seu desenvolvimento, no país, começou a tomar vulto. Esse rápido crescimento da cultura da soja se deve, principalmente, ao seu grande potencial de utilização na alimentação animal e humana (FARIA JR et al., 2009).

O farelo de soja é um ingrediente para alimentação animal, rico em proteínas, tiamina, colina e niacina. É usado para todas as espécies animais, variando os níveis de inclusão nas rações conforme as exigências gerais de cada espécie, dieta e nível de produção (UNIÃO FARELOS, 2013).

O farelo de soja é um dos ingredientes proteicos mais utilizados nas formulações das rações animais. Nas rações de monogástricos o farelo tem alto teor de proteína proporcionado por uma maior separação da casca da soja. Para os ruminantes o valor proteico do farelo é menor tendo inclusão da casca de soja para diminuir o teor de proteína.

Com o aumento do consumo de farelo de alto teor protéico, e devido aos aumentos na produção de suínos e aves verificados nos últimos anos (ICEPA, 2004), aumentará a disponibilidade de casca de soja no mercado, isto porque a casca de soja é pouco aproveitada na alimentação de monogástricos.

Portanto, a casca de soja torna-se um subproduto interessante para utilizar na alimentação de ruminantes, por não concorrer como ingrediente em rações para monogástricos. Também, por ser produzido em grande quantidade, pois para cada 100 kg de soja processada resultam em aproximadamente 8 kg de casca de soja (Mulrhead, 1993)

5.3. Casca de soja



Figura 1: Casca de soja para alimentação animal

5.3.1. 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 proteico (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 à 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 20 permite a redução nos custos com seu transporte (BLASI et al., 2000). O resultado 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 (CONAB,2013).

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 ¹	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 ²	-	-	-	-	-	280,00
FDNfe ³	-	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	-	-	-

¹MS: em g/kg da matéria orgânica; ²FDNe: em g/kg da FDN; ³FDNfe: 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 láctico. 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 da casca de soja

Fração	Casca de Soja
CT, g/kg MS	749,00
A, % CT	23,87
B1, % CT	0,19
B2, % CT	55,89
C, % CT	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 pcumárico 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 da casca de soja

Fração	Casca de Soja
PB, g/kg MS	15,45
A, % CT	35,22
B1, % CT	8,19
B2, % CT	31,61
B3, % CT	15,46
C, % CT	9,52

PB - proteína bruta; A - nitrogênio não proteico; 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).

Aminoácido ¹ , %	Casca de Soja
Metionina	0,180
Cistina	0,210
Metionina	0,390
Lisina	0,840
Treonina	0,480
Arginina	0,770
Isoleucina	0,530

Tabela 1.4 – Composição de aminoácidos da casca de soja

Leucina	0,850
Valina	0,650
Histidina	0,350
Fenilalamina	0,540
Glicina	0,880
Serina	0,670
Prolina	0,660
Alanina	0,640
Ácido aspártico	1,310
Ácido glutâmico	1,660

5.4. Desempenho de vacas alimentadas com cascas de soja

Apesar de o teor energético da casca de soja ser inferior (NRC, 2001), alguns experimentos mostraram que sua substituição pelo milho na dieta não altera o desempenho dos animais.

Ipharraguerre et al. (2002) testaram quatro níveis de substituição do milho por casca de soja (10, 20, 30 e 40%) e não observaram diferenças entre o consumo de MS da ração controle em comparação àquelas contendo CS em vacas em lactação.

Macgregor et al. (1976) substituíram o milho moído por CS em níveis de até 53,7% em rações à base de silagem de alfafa e não observaram diferenças no consumo de MS e MS digestível, na produção de leite corrigida para 4% de gordura, no teor de gordura do leite, na digestibilidade da MS (média 64%) ou na produção de ácidos graxos voláteis no rúmen. Esses autores concluíram que a

Casca de soja, em comparação ao milho, forneceu a mesma quantidade de energia líquida para lactação.

Efeito semelhante foi observado por Nakamura & Owen (1989) em vacas de alta produção alimentadas com ração completa (50% silagem de alfafa e 50% concentrado) contendo CS em substituição a 0, 50 ou 95% do milho no concentrado. Não foram observadas diferenças no consumo de MS, na produção de leite ou de leite corrigida para 3,5% de gordura nem na eficiência alimentar.

Em revisão realizada por Ipharraguerre & Clark (2003), em 13 dos 15 trabalhos analisados, o consumo de MS também não houve diferença quando a CS substituiu os grãos nas rações de vacas leiteiras.

No entanto uma pesquisa realizada por Sarwar et al. (1992), apresentou um aumento linear na produção de LCG 4% quando os níveis de Casca de soja em substituição ao milho passaram de 18,6 para 34% da MS total. Esse efeito, no entanto, pode ter sido confundido com a adição de gordura (soja tostada) às rações com CS, com o objetivo de manter a concentração energética das dietas, portanto, houve tendência de aumento linear na produção de leite, o que afetou a produção de LCG 4%.

Ipharraguerre & Clark (2003) demonstraram que houve uma correlação não significativa entre a adição de CS às rações em substituição ao milho e a produção de LCG 4%, resultado da falta de efeito da CS sobre a produção de leite e o teor de gordura produzida.

Em relação ao teor de proteína, Ipharraguerre & Clark (2003) demonstraram em revisão que a redução dessas proteínas no leite entre os trabalhos compilados variou de 0,8 a 8% quando a CS substituiu o milho em grão em níveis de 18 a 48% da MS total, respectivamente Essa resposta poderia ser

explicada, ao menos em parte, pelo menor teor de CNE, especialmente amido, das rações contendo altos níveis de CS, que podem limitar a síntese de proteína microbiana no rúmen por reduzirem o aporte de proteína metabolizável para o intestino delgado, o que limitaria a disponibilidade de aminoácidos na glândula mamária.

Outra possibilidade para explicar essa queda no teor de proteína no leite seria a redução no teor de metionina (Met) na proteína metabolizável que chega no intestino delgado, mantendo o nível abaixo do recomendado por Schwab & Ordway (2004), uma vez que a CS contém menos metionina que o milho.

Segundo os autores Assis et al. (2004) Miron et al. (2004b). Miron et al. (2004a) o teor de lactose também não é prejudicado com a substituição das fontes de amido pela casca de soja, se mantendo estável dentro dos parâmetros esperados.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A casca de soja reúne excelentes características como alta qualidade, alta palatabilidade, elevado teor de fibras quando comparada com o milho, boa produtividade e alta digestibilidade, o que a torna uma excelente fonte de alimento para vacas leiteiras.

Sua inserção nas dietas diminui o custo da alimentação e conseqüentemente o custo da produção de leite, já que atende boa parte das exigências de energia dos animais.

Do ponto de vista econômico, a casca de soja apresenta-se como uma alternativa muito rentável, proporcionando redução significativa no custo operacional efetivo e total dos sistemas produtivos e aumento da margem de lucro.

Com isso podemos concluir que a casca de soja é uma boa alternativa como substituto do milho pois se mostrou econômico, completo no ponto de vista nutricional e com resultados positivos no que diz respeito a produção de leite sem alterar significativamente os padrões exigidos para comercialização.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, A.J.; CAMPOS, J.M.S.; OLIVEIRA, A.S. et al. Casca de soja em dietas de vacas leiteiras. I – Consumo, variação de peso, produção e **composição do leite**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. (CD-ROM).

BLACK, R.J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. In: CÂMARA, G.M.S. (Ed.). **Soja: tecnologia de produção II**. Piracicaba: ESALQ, p.1-18, 2000.

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.

CÂMARA, G.M.S. **Soja: tecnologia de produção**. Piracicaba: Publique, 1998. 293 p.

COSTA, J. A. **Cultura da Soja** – Porto Alegre, MANICA I., 233p, 1996. COSTA NETO, P. R. & ROSSI, L. F. S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura.

Química Nova, v.23, p. 4, 2000.

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.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira de grãos: décimo segundo levantamento, set. 2012. Brasília: Conab, 2012. 30 p. Publicação mensal. Disponível em: <
http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_09_06_09_18_33_bol_etim_grao_s_-_setembro_2012.pdf>. Acesso em: 01 out. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Tecnologias de Produção de Soja Paraná 2003, EMBRAPA, Londrina, PR, 2002.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2003. Disponível em:

<<http://www.cnpso.embrapa.br/>>. Acesso em: 14 out. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA - SOJA. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/>>. Acesso em: 10 nov. 2020.

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.

FARIA JR, W. G., JAYME, D. G., GONÇALVES, L. C., FERREIRA, P. D. S., Farelo de Soja na Alimentação de Vacas Leiteiras. In: GONÇALVES, L. C., BORGES, I., FERREIRA, P. D. S. **Alimentos para Gado de Leite**. Editora FEPMVZ, Belo Horizonte, 2009.

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.

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, S.M.; MARGARIDO, M.A.; BARBOSA, M.Z.; FRANCA, T.J.F. Análise da dinâmica de transmissão de preços no mercado internacional de farelo de soja, 1990-99. **Agricultura em São Paulo**, v.48, n.1, p.1-20, 2001.

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.

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, F.P. **A Soja**. 5ª ed. Nacional: 1990, 152p.

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.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. Londrina: **Embrapa Soja**. 2014. p. 9-15. (Documentos, 349).

HYMOWITZ, T.; SHURTLEFF W.R. Debunking soybean myths and legends in the historical and popular literature. **Crop Science**, Madison, v.45, p.473-476, 2005.

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.

IPHARRAGUERRE, I.R.;IPHARRAGUERRE, R.R.; CLARK, J.H. Performance of lactating dairy cows fed varying amounts of soyhulls as a replacement for corn grain. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.11, p.2905-2912, 2002

JOLY, A.B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 13. ed. São Paulo:

Nacional, 2002. 777 p.

JUNIOR, J.N. Ferrugem da soja. Goiânia: 1 Impressão, p.4-8, 2003. 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.

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.

MACGREGOR, C.A.; OWEN, F.G. Effect of increasing ration fiber with soybean mill run on digestibility and lactation performance. **Journal of Dairy Science**, v.59, p.682-689, 1976.

MAUAD, M.; SILVA, T.L.B.; NETO, A.A.I.; ABREU, V.G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**. Dourados, v.3, n.9, p.175-181, 2010.

MISSÃO, M.R. Soja: origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. **Management: Revista de Ciências Empresariais**, Maringá, v.3, n.1, p.7-15, 2006.

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.

MIRON, J.; YOSEF, E.; NIKBACHAT, M. et al. Feeding behavior and performance of dairy cows fed pelleted nonroughage fiber byproducts. **Journal of Dairy Science**, v.87, n.5, p.1372- 1379, 2004a.

MIRON, J.; NIKBACHAT, M.; ZENOU, A. et al. Lactation performance and feeding behavior of dairy cows supplemented via automatic feeders with soy hulls or barley based pellets. **Journal of Dairy Science**, v.87, n.11, p.3808- 3815, 2004b.

MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. A soja no Brasil. Campinas: ITAL, 1981. 1062 p.

MOTA, D. A. Fontes Protéicas em Dietas à Base de Cana-De-Açúcar para Novilhas Leiteiras. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2011.53 p.

MULRHEAD, S. Soyhulls are acceptable alternative to forage fiber in dairy cows diets. *Feedstuffs*, v. 655, n. 46, p.12, 1993.

PRADO, R.C.O. Soja é alimento e energia. In: YUYAMA, M.; SUZUKI, S.; CAMACHO, S.A. Boletim de Pesquisa de soja. Fundação MT, Rondonópolis, p.11-14, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.rev.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.

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.

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.

SARWAR, M.; FIRKINS, J.L.; EASTRIDGE, M.L. Effects of varying forage or concentrate carbohydrates on nutrient digestibilities and milk production by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.1533-1542, 1992.

Silva, B. A. N. (2004). A casca de soja e sua utilização na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, 1(1), 59-68.

SCHWAB, C.G.; ORDWAY, R.S. Balancing diets for amino acids: implication on production efficiency and feed costs. **In: PENNSYLVANIA STATE DAIRY CATTLE NUTRITION WORKSHOP**, 2004, Grantville. Proceedings... Grantville: Pennsylvania State University, 2004. p.1-16

UNIÃO FARELOS. Disponível em: <<http://www.uniaofarelos.com.br>>. Acesso em 06 de novembro de 2020.

USDA (United States Department of Agriculture) Disponível em: <http://www.usda.gov/>. Acesso em: 29 out 2020.

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

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 proteico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 449-456, 2012.

ZOCAL, R. Países top no leite. Revista Balde Branco. Disponível em: <
<http://www.baldebranco.com.br/dez-paises-top-no-leite/>> Acesso em: 02 abr.
2019.