

INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS DE INTERESSE
ZOTÉCNICO
DIEGO MACHADO PEREIRA

USO DE CAROÇO DE ALGODÃO NA DIETA DE VACAS LACTANTES

CERES – GO
2021

DIEGO MACHADO PEREIRA

USO DE CAROÇO DE ALGODÃO NA DIETA DE VACAS LACTANTES

Trabalho de curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Produção e Utilização de Alimentos para Animais de Interesse Zootécnico do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de especialista, sob orientação do Prof. Dr. Marcelo Marcondes de Godoy.

**CERES – GO
2021**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

PP436u PEREIRA, DIEGO MACHADO
USO DE CAROÇO DE ALGODÃO NA DIETA DE VACAS
LACTANTES / DIEGO MACHADO PEREIRA; orientador Dr.
Marcelo Marcondes de Godoy. -- Ceres, 2021.
16 p.

Monografia (Pós-graduação Lato Sensu em em Pós-
Graduação em Produção e Utilização de Alimentos para
Animais de Interesse Zootécnico) -- Instituto
Federal Goiano, Campus Ceres, 2021.

1. alternativa. 2. desempenho. 3. limitações. 4.
viabilidade econômica. I. Godoy, Dr. Marcelo
Marcondes de, orient. II. Título.



TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- Tese
- Dissertação
- Monografia – Especialização
- TCC - Graduação
- Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____
- Artigo Científico
- Capítulo de Livro
- Livro
- Trabalho Apresentado em Evento

Nome Completo do Autor:

Matrícula:

Título do Trabalho:

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: ___/___/___

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

1. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Cris 09/07/21
Local Data

Diogo Machado de Sá
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

[Assinatura]
Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Às 19 horas e 00 minutos do dia 17 do mês de junho do ano de dois mil e vinte e um, realizou-se a defesa de Trabalho de Conclusão de Curso do estudante Diego Machado Pereira, cujo título é Uso de caroço de algodão na dieta de vacas lactantes. A banca examinadora considerou o trabalho APROVADO com média 8,18, estando o estudante APTO para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário do Programa de Pós-graduação em Produção e Utilização de Alimentos para Animais de Interesse Zootécnico, o estudante deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador.

Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.

(Assinado Eletronicamente)

Prof. Dr. Marcelo Marcondes de Godoy

(Assinado Eletronicamente)

Profa. Dra. Waldeliza Fernandes da Cunha

(Assinado Eletronicamente)

Prof. Dr. Paulo Ricardo de Sá da Costa Leite

Documento assinado eletronicamente por:

- **Paulo Ricardo de Sa da Costa Leite**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 18/06/2021 14:51:55.
- **Waldeliza Fernandes da Cunha**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 17/06/2021 21:32:56.
- **Marcelo Marcondes de Godoy**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 17/06/2021 20:51:36.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 17/06/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 281618

Código de Autenticação: ecb4399003



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Ceres
Rodovia GO-154, Km.03, Zona Rural, None, CERES / GO, CEP 76300-000
(62) 3307-7100

DEDICATÓRIA:

Dedico primeiramente a Deus, por guiar nossos passos e amparando nas horas difíceis e por ter nos concedido saúde para lutar pelos meus objetivos. Aos meus pais, Izequias e Aparecida e minha vó Alzira por ser um espelho de vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela dádiva da vida e pela força que nos renova a cada dia e nos impulsiona a sempre lutar pelos nossos objetivos.

Cometeria uma grande injustiça se tentasse nomear todas as pessoas que preciso agradecer por terem participado desta etapa de nossa formação e condução deste trabalho.

Por isso todos os que passaram por nossa vida estão na lista de gratidão e orações, em especial meus pais, Izequias e Aparecida e minha vó Alzira, aos quais nem poderia começar escrever tudo o que precisaria para agradecer, pois nem sei como fazê-lo, portanto: obrigado.

Estes agradecimentos não poderiam deixar de se estender às professoras e professores que nos prepararam, desde o início dessa jornada. Ao prof. Dr. Marcelo Marcondes de Godoy, orientador, amigo, por tudo o que ensinastes em sala e além das orientações.

Agradecer a empresa COOPERCAMPI® na pessoa do Senhor Elton José pelo apoio.

Por último, agradecer por todos os amigos que fizemos durante essa jornada.

*Ainda que a minha mente e o meu corpo
enfraqueçam, Deus é a minha força.
(Salmos 73:26)*

RESUMO

Esta revisão tem como objetivo a verificação do uso do caroço de algodão na dieta de vacas em lactação, nos parâmetros produtivos, reprodutivos e da viabilidade econômica. Devido às características do caroço de algodão (protéica e energética), tornando uma excelente fonte alternativa. Com base no cenário atual de preços altos de insumos, a substituição parcial ou total dos ingredientes mais utilizados na formulação das rações, por ingredientes alternativos permite redução significativa dos custos, buscando pelo mesmo desempenho dos alimentos mais tradicionais, o caroço de algodão caracteriza-se por alguns aspectos interessantes, como em extrato etéreo (18,9%), proteína bruta (22,4%), nutrientes digestíveis totais (79,5%) e fibra em detergente neutro (48,1%), se tornando uma boa opção para o produtor. No entanto devido ao seu alto teor de extrato etéreo deve se ficar atento com o nível de inclusão do caroço de algodão na dieta. Podendo ser utilizado em até 20% da dieta total de vacas em lactação.

Palavra chave: alternativa, desempenho, limitações e viabilidade econômica

ABSTRACT

This review aims to verify the use of cottonseed in the diet of lactating cows, in production and reproductive parameters and economic viability. Due to the characteristics of cottonseed (protein and energy), making it an excellent alternative source. Based on the current scenario of high input prices, the partial or total replacement of the ingredients most used in feed formulation by alternative ingredients allows a significant reduction in costs, seeking the same performance as more traditional foods, cottonseed is characterized by some interesting aspects, such as ether extract (18.9%), crude protein (22.4%), total digestible nutrients (79.5%) and neutral detergent fiber (48.1%), making it a good option for the producer. However, due to its high content of ether extract, one should be aware of the level of inclusion of cottonseed in the diet. It can be used in up to 20% of the total diet of lactating cows.

Keywords: alternative, performance, limitations and economic viability

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química e nutricional percentual do caroço de algodão, milho e farelos de soja e algodão.....	04
Tabela 2 – Desempenho de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de caroço de algodão na dieta.....	09
Tabela 3 – Efeito do gossipol nos parâmetros reprodutivos de vacas em lactação...	11
Tabela 4 – Comparativo do preço oportunidade do caroço de algodão em diferentes períodos.....	15
Tabela 5 – Exemplo de preço máximo por kg de concentrado, sobre o preço do litro de leite.....	17

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO DE LITERATURA	3
Algodão.....	3
Composição e valor nutricional do caroço de algodão	4
Formas de utilização do caroço de algodão na dieta de vacas leiteiras, desempenhos metabólico, produtivo e reprodutivo.....	6
Fator anti nutricional do caroço de algodão – Gossipol.....	12
Caroço de algodão: aspectos da conservação e armazenagem.....	14
Viabilidade econômica de dietas de vacas leiteiras com caroço de algodão	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do leite é uma das principais atividades econômicas do Brasil, com forte efeito na geração de emprego e renda. Presente em quase todos os municípios brasileiros, a produção de leite envolve mais de um milhão de produtores no campo, além de gerar outros milhões de empregos indiretos. Em 2019, o valor bruto da produção primária de leite atingiu quase R\$ 35 bilhões, o sétimo maior dentre os produtos agropecuários nacionais (MAPA, 2019).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de leite, atrás apenas dos Estados Unidos e da Índia, com o segundo maior rebanho de vacas ordenhadas do mundo (FAO, 2019). A produção de leite brasileira cresceu substancialmente nas últimas décadas. Em 1997, o Brasil produzia 18,7 bilhões de litros de leite, e teve crescimento de quatro pontos percentuais ao ano atingindo 35,124 bilhões de litros em 2014 (ROCHA et al., 2020).

Após dois anos seguidos de queda (2015 e 2016) a produção recuperou-se a partir de 2017 retomando a trajetória de crescimento, mas em menor magnitude. Em 2018, o País atingiu a marca de 24,5 bilhões de litros de leite adquiridos pelos laticínios (ROCHA et al., 2020). Para alcançar essa marca a produtividade animal também cresceu, fator devido ao melhoramento genético e alimentação. Essa evolução tem exigido do produtor a procura de alimentos alternativos, devido ao fato que este é o item que mais pesa no custo de produção do leite, variando de 40% a 60% do custo total (MARTINS et. al., 2000). Dentre os diversos alimentos alternativos disponíveis no mercado, com bom potencial para inclusão em dietas de vacas leiteiras, pode-se destacar o caroço de algodão.

O Brasil é o quinto maior produtor de algodão do mundo e, segundo maior exportador. O valor bruto da produção em 2018 foi de R\$ 34,95 bilhões, sendo a quarta cultura mais importante da agricultura brasileira, depois da soja, cana de açúcar e milho (SEVERINO et. al., 2019). Como coproduto desta cultura se destaca o caroço de algodão com grande potencial para a utilização na alimentação animal.

Para obtenção do caroço de algodão a semente deve passar por peneiras vibratórias de limpeza para remoção de materiais que possam contaminar os produtos, além de danificar os equipamentos e dificultando o esmagamento. Cada peneira é constituída por duas fases, na primeira fica a sujeira que é descartada, na segunda cai o grão limpo (FABIANO, 2012).

A justificativa para a suplementação com caroço de algodão é baseada em três hipóteses: melhora da resposta animal, especialmente na fase inicial da lactação, em que o consumo de alimentos é limitado pelo stress pós-parto (15% em média), evitando, assim, a perda de peso, o balanço energético negativo e, conseqüentemente, a redução da produção total de leite na lactação, pelo aumento do nível de energia na alimentação; o caroço de algodão, devido a sua composição, é uma excelente fonte de fibra e proteína para vacas em lactação (COSTA et. al., 2011).

Diante disso, objetiva-se estudar os parâmetros produtivos, metabólico, reprodutivos e viabilidade econômica de dietas de vacas em lactação com a inclusão do caroço de algodão.

REVISÃO DE LITERATURA

Algodão

O algodoeiro pertence ao gênero *Gossypium*, da família Malvaceae, e conta com mais de 50 espécies distribuídas nos continentes Asiático, Africano, Americano e Oceania (BUSOLI et al., 2011). O caroço de algodão é produzido em mais de 65 países, numa área total de 33,31 milhões de hectares, cerca de 18,55 milhões de toneladas de algodão em pluma e cerca de 31,58 milhões de toneladas de sementes (BELTRÃO, 2000).

O caroço de algodão tem sua relevância e representatividade para a agricultura nacional. Em números absolutos, o algodão (em caroço) foi o quarto maior grão produzido no país, na temporada 2019/20 com uma produção de 4,37 milhões de toneladas, ficando atrás apenas da soja, do milho e do arroz (CONAB, 2020).

A Região Centro-Oeste é a que desponta como a maior produtora, especialmente em razão do expressivo cultivo no Mato Grosso. Para atual temporada, a intenção de plantio é de 1.229,6 mil hectares, sendo mais de 94% concentrado no referido estado (CONAB, 2020).

O algodão em pluma integral tem, aproximadamente, em sua composição 36% de pluma, 58% de caroço e 6% de resíduos do processamento do caroço de algodão (PASSOS, 1977). A maior parte da pluma é extraída durante o seu beneficiamento pela indústria têxtil, gerando como coproduto o caroço de algodão, composto por três partes: a fibra, a casca e a amêndoa (SILVA, 2015).

A possibilidade de utilização de caroço na alimentação de vacas leiteiras é ampla, para animais de diferentes níveis de produção e fases de lactação. O caroço de algodão pode ser utilizado em até 15,0% na matéria seca da dieta sem alterar drasticamente a digestão da fibra, especialmente pela lenta liberação dos ácidos graxos no rúmen (MOORE et al., 1986).

Estudos da inclusão do caroço de algodão na alimentação de vacas leiteiras remetem a década de 40 do século passado, quando Davis e Harland (1946) substituíram quase 1 kg de concentrado pela mesma quantidade de caroço de algodão, não encontrando diferença na produção de leite e sólidos. Pouco depois,

Stanley et al. (1969) já mencionavam as vantagens do seu uso na tentativa de manter o consumo de energia de vacas em lactação.

Composição e valor nutricional do caroço de algodão

Na comparação com outros alimentos concentrados comumente utilizados em dietas de bovinos (Tabela 1), observa-se que a concentração de proteína bruta no caroço (22%) é intermediária entre o milho grão e os farelos de soja e o de algodão (JÚNIOR et al., 2008).

Tabela 01 – Composição química e nutricional percentual do caroço de algodão, milho e farelos de soja e algodão.

Nutriente	Caroço de algodão	Milho grão	Farelo de soja	Farelo de algodão
Matéria seca	90,8	87,6	88,6	90,2
Proteína bruta	22,4	9,1	46,0	40,9
PDR (% da Proteína bruta) ¹	77,1	57,5	65,4	52,1
DPIR (%) ²	80,0	90,0	93,0	92,0
Extrato etéreo	18,9	4,1	1,71	1,87
Nutrientes digestíveis total	79,5	87,2	81,5	68,3
Fibra em detergente neutro	48,1	14,0	14,6	34,9
Fibra em detergente ácido	39,0	4,1	9,86	24,2
DFDN ³	44,3	32,3	27,7	-
Cálcio	0,21	0,03	0,34	0,24
Fósforo	0,61	0,25	0,58	1,0

¹Proteína degradável no rúmen; ²Digestibilidade da proteína não degradada no rúmen;

³Digestibilidade da fibra em detergente neutro;

Fonte: Adaptado de Valadares Filho et al. (2020); Júnior et al. (2008); Valadares Filho et al. (2018).

O menor valor de proteína bruta em relação ao farelo se dá pela maior concentração de extrato etéreo (18,9%) no caroço, o que diminui proporcionalmente o teor de proteína. Grande parte da proteína do caroço de algodão é degradada no rúmen (77%), o que é uma característica interessante do ponto de vista nutricional, considerando a disponibilidade do nitrogênio desse alimento para síntese de proteína microbiana. Além disso, 80% da proteína não degradada no rúmen desse alimento é aproveitada pelo animal (JÚNIOR et al., 2008; Valadares Filho et al., 2018).

Almeida (2014) avaliou a inclusão de grão de soja cru e integral em relação ao caroço de algodão na substituição parcial do fubá de milho e farelo de soja na alimentação de vacas em lactação com produção leiteira média de 32 kg. O autor verificou um maior consumo de matéria seca, matéria orgânica, carboidrato não fibroso, extrato etéreo (kg/dia) para os animais que foram alimentados com a dieta controle (consumo de matéria seca superior em 980 g/dia ou 3,96% de matéria seca) em comparação com as dietas contendo sementes (grão de soja e caroço de algodão). Segundo Almeida (2014) o maior consumo de matéria seca pode estar correlacionado pela menor densidade energética contida na dieta sem inclusão de sementes.

Belibasakis e Tsirgogianni (1995) avaliaram a substituição da torta de algodão por caroço de algodão, na alimentação de 16 vacas leiteiras no terço médio da lactação, e produção média de 25,0 kg/dia, as dietas foram isonitrogenadas e isoenergéticas, contendo a mesma quantidade de fibra em detergente neutro. A inclusão de 10,0% de caroço de algodão na dieta total. Não interferiu no consumo de matéria seca, proteína bruta e energia metabolizável.

Broderick et al. (2013) alimentaram 32 vacas da raça Holandesas no terço médio da lactação com produção de leite de 46,0 kg/dia, com diferentes formas de processamento do algodão na dieta. Ao substituir o caroço de algodão por torta de algodão, houve aumento no consumo de matéria seca (1,4 kg/dia) não sendo observada diferença na digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e fibra em detergente neutro.

Quanto à concentração de energia, o caroço de algodão apresenta, em média, 79,5% de nutrientes digestíveis totais. Esse valor é próximo ao teor verificado para o farelo de soja (81,5%), superior ao verificado para o farelo de algodão (68,3%) e representa aproximadamente, 91% da energia contida no milho grão (GONÇALVES et al., 2009).

O caroço de algodão apresenta uma composição peculiar, possuindo característica de forragem, na proporção de 36% (línter + cascas) e de concentrado em 64% (óleo+farelo) (WILKS et al., 1991).

A fibra do caroço de algodão é composta em sua maior parte pelo línter (fibras curtas, bem aderidas à semente). É formada por celulose de alta digestibilidade (Coppock et al., 1985) o que resulta numa digestibilidade média da fibra em detergente neutro de 44% (Tabela 1), valor esse superior aos observados para o

milho e o farelo de soja, mesmo apresentando valores mais elevados de fibra em detergente ácido em relação aos mesmos. Baseando-se na atividade mastigatória total, a fibra em detergente neutro proveniente do caroço de algodão apresenta aproximadamente 84% da capacidade da fibra em detergente neutro da silagem de alfafa em estimular a mastigação (HARVATINE et al., 1985). De acordo com esses autores, em dietas com baixa concentração de fibra em detergente neutro proveniente de forragens, a incorporação de até 15% de caroço de algodão na matéria seca da dieta é capaz de manter a atividade mastigatória.

O teor de cálcio (0,21 %) do caroço é semelhante ao do farelo de algodão, inferior ao farelo de soja e superior ao milho. Uma elevada concentração de fósforo é verificada tanto para o caroço (0,61%) quanto para o farelo de algodão (1,0%), em comparação com milho e farelo de soja. Essa característica é favorável, considerando que o fósforo é um mineral freqüentemente deficiente em dietas de bovinos.

Formas de utilização do caroço de algodão na dieta de vacas leiteiras, desempenhos metabólico, produtivo e reprodutivo

Por causa do alto conteúdo de gordura, o caroço de algodão é uma boa opção para ser incluído em dietas de bovinos criados em regiões que possuem elevadas temperaturas. Esse fato ocorre em decorrência do valor mais baixo de incremento calórico, que são características inerentes dos lipídeos. Entretanto, dietas com altos teores de gordura acima de 6% da matéria seca ingerida (60g de lipídeos para cada kg de matéria seca) podem comprometer a atividade de microrganismos ruminais, a digestão e, conseqüentemente, a disponibilidade de nutrientes para o animal. O principal motivo seria uma influência negativa da gordura na degradabilidade da fibra. Existem duas hipóteses (não excludentes) para esse efeito: 1) Químico: Toxicidade dos ácidos graxos, especialmente insaturados para as bactérias celulolíticas; 2) Físico: Um efeito de recobrimento das partículas de alimento pela gordura, dificultando a adesão das bactérias celulolíticas (MEDEIROS et al., 2015; BELIBASAKIS et al., 1995).

Estudos realizados por Vilela et al. (1996) ao avaliarem o consumo de caroço de algodão com vacas leiteiras, observaram que houve o aumento linear do consumo de extrato etéreo, mas não influenciou no consumo da matéria seca, matéria

orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro, carboidratos totais e nos nutrientes digestíveis totais. Eles concluíram que o caroço de algodão pode ser utilizado até o nível de 30% na ração concentrada sem influir no consumo de nutrientes. Com relação ao consumo de matéria seca, Smith et al. (1981) não encontraram efeito quando utilizaram teores (0%, 5%, 15%, 25%) de caroço de algodão em dietas com silagem de milho.

Costa (2017) estudou a inclusão de 6, 12, 18 e 24% de inclusão de caroço de algodão na matéria seca da dieta de vacas lactantes mestiças Holandês x Zebu, com produção na lactação anterior de 3000 a 4000 kg de leite em 300 dias de lactação em pastejo, sobre o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite. O autor verificou que o consumo de matéria seca do concentrado (6,66; 6,96; 7,10; 6,70 e 4,17kg) teve efeito quadrático sendo que a proximidade dos pontos de máximo de consumo foi a 14,57% (8,625 kg/dia) demonstrando que os animais consumiram, de maneira heterogênea, as rações, não selecionando o caroço de algodão em detrimento da soja e do milho moído ficando, evidenciado na verificação das sobras durante todos os períodos. O consumo de proteína bruta apresentou efeito quadrático com máximo de consumo a 12% de fornecimento de caroço de algodão.

O consumo de extrato etéreo apresentou efeito linear crescente, com o aumento dos níveis de inclusão do caroço de algodão, chegando ao próximo (4,38% de consumo extrato etéreo) do nível máximo preconizado (5% da dieta total) (COSTA, 2017). Reflexo do conteúdo de extrato etéreo do caroço de algodão e sua respectiva porcentagem de inclusão nas dietas (Fernandes et al., 2002; MELO et al., 2006). Uma vez que, a partir desse nível, os lipídeos podem afetar negativamente o consumo de nutrientes, seja por mecanismos regulatórios que controlam o consumo de alimentos, seja pela capacidade limitada dos ruminantes de oxidar os ácidos graxos (BERCHIELLI et al., 2006).

Seguindo com Costa (2017) a digestibilidade da matéria seca total, consumo de carboidrato não fibroso, assim como a digestibilidade do carboidrato não fibroso e consumo de nutrientes digestíveis totais apresentaram efeito linear decrescente. Um ponto a ser observado, quanto a redução da digestibilidade da matéria seca, refere-se ao consumo de extrato etéreo, que, segundo Maciel et al. (2012) o maior consumo pode ser considerado como uma provável causa para a redução na digestibilidade da matéria seca.

Os lipídeos interferem na fermentação ruminal causando um revestimento da fibra dificultando o acesso das bactérias na degradação (JENKINS, 1993). A teoria do revestimento e a teoria do efeito direto antimicrobiano são as mais aceitas, esta última causada provavelmente pela lise das células bacterianas (DONOVAN et al., 2000). Outras teorias envolvem uma modificação na população microbiana relacionada com a digestão de celulose e redução na disponibilidade de cálcio para os microrganismos, sendo recomendado o fornecimento de cálcio adicional quando se utiliza gordura na dieta (NRC, 2001).

De uma maneira geral, suplementação lipídica superior a 5% da matéria seca com alta concentração de ácidos graxos livres reduz a digestibilidade da fibra e consumo de matéria seca de vacas em lactação (BELIBASAKIS et al., 1995). Aumento nos níveis de ácidos graxos livres insaturados no rúmen pode ter efeito tóxico sobre a flora microbiana, resultando em mudanças no padrão de fermentação normal do rúmen (Cooke et al., 2007; BELIBASAKIS et al., 1995).

Alguns autores, como Fernandes et al. (2002) e Mohamed et al. (1988), observaram uma redução linear no consumo de matéria seca. Eles justificam essa redução de consumo, provavelmente, à diminuição da digestibilidade ruminal da fibra, quando se tem adição de gordura na dieta. O uso de elevadas quantidades de lipídeos na dieta de ruminantes pode prejudicar o consumo, podendo causar queda na digestibilidade e aproveitamento dos nutrientes (JENKINS, 1993).

Estudos comprovam que há pouco efeito sobre o consumo quando até 18,5% de caroço de algodão foram adicionados nas dietas (HAWKINS et al., 1985) variando de 15% (ARIELI, 1998) até 25% (COPPOCK et al., 1985) as recomendações de adição nas dietas.

Quanto à produção de leite e produção de leite corrigida 4% de gordura, Costa (2017), verificou que a inclusão do caroço de algodão (0, 6, 12, 18 e 24%) na matéria seca de vacas em pastejo, diferiu como mostra a tabela 02.

Tabela 02. Desempenho de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de caroço de algodão na dieta.

Produção (kg/dia)	Caroço de algodão (%MS)					CV%
	0	6	12	18	24	
Produção de leite	18,58	17,57	18,22	13,12	16,71	9,30
Produção de leite G ⁴ ;	18,40	17,43	18,69	17,77	17,10	9,95

Fonte: Adaptado de (COSTA, 2017). G⁴: produção de leite corrigida para 4% de gordura.

Para o Costa (2017) esse comportamento pode ser explicado em função do consumo de concentrado (6,66; 6,96; 7,10; 6,70 e 4,17kg), quanto mais concentrado consumido, mais energia ingerida, conseqüentemente maior produção de leite. Ficando evidenciada na produção de leite e consumo de concentrado, em que todos esses quesitos apresentaram efeito quadrático. A inclusão de 18 a 24% de caroço de algodão reduziu a produção de leite, esse fator pode ser principalmente evidenciado pela baixa palatabilidade e aceitabilidade, indicando mudança no consumo da dieta, verificada pelo autor devido às altas quantidades de caroço de algodão nas sobras, o que possivelmente, reduziu muito a densidade energética da dieta consumida. Resende et al. (2002) forneceram diferentes quantidades de caroço de algodão (0%, 6%, 12%, 18%, 24%) em dietas contendo silagem de milho para vacas em lactação, encontraram em seus resultados um efeito quadrático no consumo de matéria seca total, em que eles justificaram a redução a partir de 12% devido a diminuição da digestibilidade ruminal da fibra, quando se tem a adição de gordura à dieta.

Em estudo com diversos teores de caroço de algodão na dieta de vacas em lactação (SULLIVAN et al., 2004) em um estudo com 24 vacas da raça Holandesa alimentadas com quatro teores de caroço de algodão (3,0; 6,0; 9,0 e 12,0% na matéria seca da dieta) não observaram diferença na produção média de leite (32,0 kg/dia) e teor de gordura de (3,5%). De forma semelhante, Costa et al. (2011) testaram a inclusão de caroço de algodão (15,0% na matéria seca da dieta) na alimentação de vacas em lactação, onde o caroço de algodão não influenciou a produção de leite e seu teor de gordura.

Ao comparar a inclusão de grão de soja cru e integral em relação ao caroço de algodão com inclusão de 12% na matéria seca da dieta em substituição parcial do fubá de milho e farelo de soja na alimentação de vacas em lactação, Almeida (2014)

não observou efeito entre as dietas sobre a produção de leite, produção de leite corrigida, teor e produção de gordura.

Costa (2017) analisando a composição do leite para gordura, proteína e lactose, não obteve alterações significativas na composição do leite ($P \geq 0,05$), com o aumento de caroço de algodão na dieta.

Ribeiro et al. (2016) avaliaram o efeito da inclusão do caroço de algodão (0; 6; 11 e 17% na matéria seca) na dieta de vacas lactantes, sobre o consumo de matéria seca, produção e composição do leite. Estas inclusões não influenciaram no consumo de matéria seca, produção de leite e porcentagem de gordura. Contudo a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura reduziu de 17,11 até 14,17 kg/dia, a medida que aumentou o caroço de algodão na dieta.

O mesmo efeito foi encontrado por Melo et al. (2006) que avaliaram o desempenho leiteiro de vacas alimentadas com caroço de algodão em dieta à base de palma forrageira, e não observaram alterações no teor de gordura do leite. No entanto, Villela et al. (1996) verificaram aumento do teor de gordura do leite ao fornecer 12,17% de caroço de algodão na dieta vacas leiteiras.

Fernandes (2002) avaliou os teores de caroço de algodão em dietas contendo silagem de milho para vacas em lactação, com as diferentes inclusões (0, 6, 12, 18 e 24%) de caroço de algodão na matéria seca da dieta, sobre a digestibilidade de matéria seca e matéria orgânica. Foram utilizadas 5 vacas Holandesa, com produção média de 15 kg de leite/dia. Neste estudo o consumo de matéria seca e matéria orgânica reduziram de forma significativa com a adição de caroço de algodão a dieta. A digestibilidade aparente da matéria seca do tratamento com a maior inclusão de caroço de algodão na dieta diminuiu 4,36%, quando comparado com o tratamento controle. O consumo de gordura foi de 0,61g, superior no tratamento com 24% de inclusão, ocorrendo uma redução na digestibilidade aparente da matéria seca de 1,06%/100g de gordura consumida, inferior a proposta feita por (PALMQUIST, 1991).

Santos et al. (2003) avaliando o efeito do gossipol na dieta de 792 vacas em lactação sobre o desempenho reprodutivo, com uso de caroço de algodão (caroço de algodão inteiro com fibra e uma mistura 1:2 de caroço de algodão quebrado, contendo 717 e 951mg de gossipol livre/kg de matéria seca respectivamente). Em um período de 170 dias. Os autores verificaram que as concentrações de gossipol livre e total foram maiores para as vacas alimentadas com a relação 1:2 de caroço de algodão quebrado. A taxa de prenhez no primeiro cio pós-parto não diferiu entre os

tratamentos, contudo as vacas que consumiram a dieta rica em gossipol tiveram uma menor taxa de prenhez e um menor índice de prenhez subseqüentes.

Após a sincronização das vacas com PGF2 α , a taxa de detecção do estro nos 7 dias seguintes a segunda dose de PGF2 α tendeu a ser maior para as vacas que consumiram a dieta com alto teor de gossipol (tabela 3). Vacas com um gossipol total mais alto tiveram uma detecção de estro mais alto. Esses dados sugerem que o gossipol total não interferiu com o estro após a sincronização com PGF2 α (SANTOS et al., 2003).

Tabela 03. Efeito do gossipol nos parâmetros reprodutivos de vacas em lactação.

Parâmetros reprodutivos	Tratamentos		
	CA inteiro com fibra	1:2 CA quebrado	P<
Taxa de detecção de estro,%	51,5	57,0	0,10
Doença cística do ovário,%	5,6	7,4	0,45
Prenhez na primeira AI,%	28,2	29,3	0,73
Prenhez total AI,%	33,4	30,3	0,03
PSC ¹	2,22 (\pm 0,15)	2,58 (\pm 0,15)	0,14
Incidência de aborto,%	3,3	7,9	0,01
Taxa de prenhez %	79,1	70,6	0,01

Fonte: Adaptado de Santos et al. (2003). ¹PSC = Período de serviço por concepção.

Embora o gossipol dietético não suprimisse a taxa de detecção do estro e a taxa de prenhez na primeira inseminação artificial pós-parto, as vacas consumindo a dieta rica em gossipol tiveram o desempenho prejudicado. Os efeitos negativos do gossipol na fertilidade de vacas leiteiras em lactação foram apenas detectados após aproximadamente 70 a 80 dias pós-parto e resultou na diminuição das taxas de prenhez e aumento na incidência de abortos, resultando num maior período de serviço. Esses dados sugerem que dieta com alto teor de gossipol por longos períodos de tempo resulta em aumento das concentrações plasmáticas de gossipol, que prejudica a fertilidade de vacas leiteiras em lactação (SANTOS et al., 2003).

Fator anti nutricional do caroço de algodão – Gossipol

O gossipol é um pigmento polifenólico de cor amarela, produzido nas glândulas localizadas nas raízes, folhas, caule e sementes do algodão; e atua como protetor ao ataque de microorganismos, insetos e outros predadores (EVANGELISTA et al., 2011). O conteúdo de gossipol livre nas sementes íntegra de algodão é de cerca de 0,5%. Estes níveis variam de 0,1 a 0,5% quando é feita a extração do óleo por solventes. Já nos processos mecânicos de extração envolvendo pressão e tratamento térmico, esta redução é para cerca de 0,05%. Ainda, a extração por solventes podem produzir farelos com menor concentração de gossipol livre (0,05%) quando se realiza extrusão ou expansão antes da extração (GADELHA et al., 2011).

Vários são os fatores que influenciam a presença do gossipol na planta. Dentre estes fatores estão às condições climáticas, havendo correlação positiva com a pluviosidade e negativa com a temperatura. Outro fator conhecido é a variação entre as espécies de algodão, sendo que *G. barbadense* apresenta maior concentração do que *G. hirsutum* (GADELHA et al., 2011).

Existem diferenças quanto à susceptibilidade à intoxicação pelo gossipol entre as espécies, sendo os ruminantes os mais resistentes. A intoxicação pelo gossipol em ruminantes é rara e improvável, a não ser que sejam fornecidas quantidades superiores a 3 ou 4Kg por dia (Food and Agriculture Organization - FAO, 1992). Os ruminantes têm habilidade de tolerar o gossipol porque os microorganismos do rúmen promovem ligações com o grupo ϵ -amino, que impedem a sua absorção, razão pela qual não se recomenda a inclusão de caroço de algodão em dietas de bezerro, sem o pleno desenvolvimento ruminal (Gonçalves et al., 2009).

Prieto et al. (2003) avaliaram o efeito do caroço de algodão inteiro e quebrado (100:0; 67:33; 33:67 e 0:100) na dieta de vacas em lactação no gossipol sérico e no desempenho reprodutivo. Todas as dietas continham 12,8% de caroço de algodão, 43,5% de concentrado e 43,7% de feno de alfafa com base na matéria seca. Foram utilizadas quatro vacas primíparas e três vacas múltíparas, por um período de 35 dias.

Os autores verificaram que a concentrações de gossipol plasmáticos totais tiveram aumento linear com a proporções crescente de caroço de algodão quebrado na dieta das vacas primíparas (4,4; 6,0; 7,7 e 8,9 mcg/ml) e vacas múltíparas (4,3; 7,3; 9,7 e 11,4 mcg/ml) respectivamente. Enquanto as vacas primíparas não houve

resposta significativa, as vacas multíparas diferiram. Isso significa a importância da variação animal ao relacionar os níveis plasmáticos de gossipol com a ingestão do gossipol. A produção de leite, bem como seus componentes e o consumo de matéria seca não foram afetados pelos níveis de inclusão do caroço de algodão quebrado até 8,6% da ingestão da matéria seca para ambas as categorias (PRIETO et al., 2003).

Santos et al. (2003) avaliando o nível de gossipol na dieta de vacas leiteiras com uso de caroço de algodão (caroço de algodão inteiro com fibra e uma mistura 1:2 de caroço de algodão quebrado) sobre os parâmetros do gossipol plasmático, saúde e desempenho reprodutivo. As dietas continham 717 e 951mg de gossipol livre/kg de matéria seca. Para Santos et al. (2003) as concentrações plasmáticas de gossipol, bem como a proporção de gossipol total foram maiores para as vacas alimentadas com caroço de algodão quebrado. A taxa de concepção na primeira inseminação artificial pós-parto não diferiu entre os tratamentos. No entanto, as vacas que consumiram a dieta rica em gossipol reduziram as taxas de concepção subsequentes e as taxas de prenhez mais baixas.

Em relação aos efeitos do gossipol na reprodução de vacas, estudos *in vitro* demonstram que o gossipol compromete o desenvolvimento de embriões bovinos e a produção de progesterona por células luteínicas (RANDEL et al., 1992; CÂMARA et al., 2015). Porém, não se tem observado os mesmos resultados em experimentos *in vivo* (20). De acordo com Santos et al. (2004) o gossipol pode ser tóxico para as glândulas mamárias e, quando presente em grandes concentrações no plasma sanguíneo (acima de 5µg/ml), reduz a qualidade e o desenvolvimento embrionário, diminuindo as taxas de concepção.

Segundo Junior et al. (2008), novilhas recebendo doses elevadas de gossipol apresentaram embriões com menos células quando coletados após 5 dias da inseminação artificial. O período de desenvolvimento embrionário mais crítico ao gossipol parece ser nas primeiras 24 horas após a inseminação artificial.

Gray et al (1993) analisaram 2 grupos de vacas em lactação; no grupo tratamento, as vacas receberam 20mg de gossipol livre/kg de peso vivo/dia, durante 33 semanas. Estes pesquisadores não encontraram diferenças quanto à concentração de LH (hormônio luteinizante) e de progesterona na fase luteal, progesterona e estradiol no fluido folicular, produção de estradiol *in vitro* pelas células da granulosa e taxa de prenhez, concluíram que as quantidades de gossipol livre

utilizadas neste experimento não afetou o desempenho reprodutivo das vacas em lactação.

O efeito do gossipol sobre a fertilidade de vacas apresenta resultados diversos (Júnior et al., 2008). Dessa forma, a recomendação para fêmeas bovinas é o fornecimento de até 20% da dieta total (MELO et al., 2018).

Caroço de algodão: aspectos da conservação e armazenagem

As condições de armazenamento refletem diretamente no rendimento e na qualidade do produto final. Após passar por um processo de secagem, ainda no campo, atingindo a umidade entre 9 e 13% à 25 °C o caroço de algodão pode ser estocado sem maiores problemas. Durante o armazenamento do grão o aumento de umidade a temperatura acarretam a deterioração do mesmo, além de provocar a geração de calor que, dependendo da intensidade, levará a semente à carbonização ou até mesmo incêndio (MORETTO e FETT, 1998).

Sob certas condições, o caroço de algodão poderá ter elevada concentração de ácidos graxos livres no óleo. Isso ocorre tipicamente após período de chuvas abundantes e tempestades tropicais que atrasam a colheita.

De acordo com Cooke et al (2007), o aquecimento e alta umidade que se segue após uma tempestade, resultam em hidrólise enzimática dos ácidos graxos dos triglicerídeos, ocasionando elevada concentração de ácidos graxos livres. Em outras situações, a qualidade do óleo piora durante a estocagem por causa da alta umidade do caroço, que leva ao aquecimento e desarranjo enzimático. Em casos extremos, o calor pode ser suficiente para reduzir a qualidade da proteína também.

Nas modificações organolépticas o óleo pode adquirir gosto de sabão (efeito da ocorrência de polimerização) ou cheiro de ranço. Nas modificações estruturais o armazenamento prolongado provoca o aumento das duplas ligações nos óleo (Fabiano, 2012).

O caroço de algodão que possuem menos que 13% de umidade, após o descarçamento, podem ficar armazenados a granel, ensacados ou em “bags” em local arejado, desde que a região não tenha características de altas temperaturas e umidade relativa (SILVA et al., 2006).

Viabilidade econômica de dietas de vacas leiteiras com caroço de algodão

Com o cenário atual com os preços do milho e farelo de soja em alta, surge a demanda por alimentos de possam reduzirem os custos da ração, obtendo o mesmo desempenho animal. Tornando o caroço de algodão uma opção nesse cenário, devido as suas características nutricionais e da sua forma de uso (caroço) sem precisar de processamento dentro das pequenas propriedades. Mas com todas as características favoráveis o produtor deve ficar a tento ao preço de oportunidade do caroço de algodão.

O preço de oportunidade para compra do caroço de algodão, graças a sua característica protéico energética, pode ser comparado com milho (concentrado energético) e farelo de soja (concentrado protéico) em conjunto, através da seguinte equação: Caroço de algodão, R\$/t = (0,0915M + 0,460F) x%MS. Onde M = preço do milho em grão (R\$/t) e F = preço do farelo de soja (R\$/t) (SIGNORETTI, 2010). Esta pode ser uma forma de auxiliar a toma de decisão sobre a possibilidade de aquisição deste coproduto, como na tabela 04.

Tabela 04. Comparativo do preço oportunidade do caroço de algodão em diferentes períodos.

Produtos	R\$/tonelada			
	Julho de 2020	Janeiro de 2021	Março de 2021	Mai de 2021
Milho	823,33	1.388,66	1.573,00	1.613,83
Farelo de soja	1.760,00	2.560,00	2.350,00	2.330,00
Caroço de algodão	550,00	1.200,00	1.675,00	2.000,00
Preço oportunidade	884,93	1.304,66	1.224,92	1.219,46

Fonte: CEPEA, 2021.

Em março de 2021, a cotação do milho estava em R\$1.573,00/t e do farelo de soja de R\$2.350,00/t (na base natural) (CEPEA, 2021). Desta maneira o preço de oportunidade do caroço de algodão será de R\$1.224,92/t de matéria natural. Se o teor de matéria seca do caroço for de 92%, o preço de oportunidade corrigido será de R\$1.331,43/t. Quando o preço de mercado estiver abaixo do preço de oportunidade, será vantajoso adquirir o caroço de algodão. Se o preço de mercado for maior, então

será preferível utilizar milho e farelo de soja como fontes de energia e proteína na dieta de vacas leiteira. Em março de 2021 o preço do caroço do algodão estava na faixa de 1.675,00/t, nesse caso não é vantajoso a compra do caroço de algodão, como mostra na tabela 04.

Já em Julho de 2020 e Janeiro de 2021 (tabela 04), os preços oportunidades do caroço de algodão estavam inferiores do preço oportunidade, neste caso sendo viável a compra. Esses dados mostram que o produtor deve ficar sempre atento, devido a oscilações do mercado e aproveitando do melhor momento para a aquisição de insumos.

Murta et al. (2013) estudaram a viabilidade econômica de diferentes fontes lipídicas (caroço de algodão (8,1%); óleo de soja (1,53%); óleo de soja fritura (1,53)) na dieta total de vacas em lactação a pasto (*brachiaria brizantha*). Foram utilizadas 12 vacas mestiças Holandês x Zebu, distribuídas em três quadrados latinos 4 x 4, com produção média de 15 kg de leite/dia. O lucro diário por vaca foi de R\$ 2,82; R\$ 2,68; R\$ 2,39 e R\$ 2,09 respectivamente. Murta et al. (2013) observaram que o custo total por animal e por litro de leite produzido aumentou com a utilização das fontes lipídicas na dieta.

Para Murta et al. (2013) o tratamento ausente de fonte extra de lipídeos apresentou um maior lucro/animal (R\$ 2,82) quando comparado com o caroço de algodão (R\$ 2,68). Tal fato pode ser explicado pelo menor custo/animal (R\$ 6,74 e R\$ 6,83), sendo este menor custo atribuído ao menor consumo de matéria seca total (14,74 e 16,11 kg) e ao custo do kg de matéria seca do concentrado (R\$ 0,69 e R\$ 0,70).

É importante ressaltar que alguns fatores podem interferir na viabilidade econômica da inclusão de fontes lipídicas na dieta, assim como a época de parição das vacas, o preço do litro de leite e, principalmente, a qualidade da forragem utilizada, que deve ser observada com bastante cautela por técnicos e produtores (MURTA et al., 2013).

De acordo com Costa et al. (2011), com esse parâmetro, pode-se chegar a uma equação para saber qual nível de concentrado será mais interessante em um determinado momento, sendo esta igual a: $PMC = plc \times PL$, em que PMC = preço máximo do concentrado, plc = produção de leite por quilo de concentrado e PL= preço do leite, como mostrado na tabela 05.

Tabela 05. Exemplo de preço máximo por kg de concentrado, sobre o preço do litro de leite.

Variáveis	Exemplos			
	1	2	3	4
Produção de leite (kg/dia)	15	18	18	18
Consumo de concentrado (kg/dia)	-	5,0	6,0	7,0
Aumento da produção de leite por kg de concentrado (kg/dia)	-	3,0	3,0	3,0
Produção de leite kg/kg concentrado	-	0,60	0,5	0,43
PL	-	1,00	1,70	2,80
PMC	-	0,60	0,85	1,20

Fonte: Machado, (2021). PL: Produção de leite; PMC: Preço máximo do concentrado

Com esta equação, o produtor poderá se abster das oscilações de mercado, tanto para o preço do leite quanto para o preço do concentrado, que são os parâmetros mais representativos para o cálculo de viabilidade econômica. Outro parâmetro de muita importância, a resposta do animal, é também contemplado por esta equação (COSTA et al., 2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O caroço de algodão, com suas características protéico energética é um potencial alimento alternativo para alimentação de vacas em lactação. Tornado um importante aliado na nutrição, devido a sua facilidade de utilização sem precisar de processamento e da sua composição bromatologica.

Em substituição parcial ao milho e farelo de soja na dieta, não interfere nos desempenhos produtivo e reprodutivo. E por conter alto teor de extrato etéreo, auxilia no baixo incremento calórico animal em regiões com altas temperaturas.

Pode ser usado de forma oportuna em dietas de vacas em lactação, com boa viabilidade econômica e melhoria na lucratividade da atividade leiteira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA G. F. **Sementes oleaginosas na alimentação de vacas em lactação.** [Oilseeds in dairy cow diet]. 2014. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciência) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga.

ARIELI A. Whole cottonseed in dairy cattle feeding: a review. **Animal Feed Science and Technology.** 1998; v. 72, n. 1, p. 97-110.

BELIBASAKIS, N. G.; TSIRGOGIANNI D. Effect of whole cottonseed on milk yield, milk composition, and blood components of dairy cows in hot weather. **Animal Feed Science Technology,** 1995. v. 52, p. 227-235.

BELTRÃO N. E. M. O que fazer com a semente do algodão. **Revista Cultivar,** Pelotas RS; 2000. p.38-39, 28.

BERCHIELLI T. T.; PIRES A. V.; OLIVEIRA S. G. **Nutrição de Ruminantes.** Jaboticabal. Funep: 2006. Metabolismo de lipídeos. p. 287-310.

BRODERICK G. A.; KERKMAN T. M.; SULLIVAN H. M.; DOWD M. K.; FUNK P. A. Effect of replacing soybean meal protein with protein from upland cottonseed, pima cottonseed, or extruded pima cottonseed on production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science;** 2013. v. 96, p. 2374-2386.

BUSOLI A. C.; GRIGOLLI J. F. J.; FRAGA D. F.; SOUZA L. A.; FUNICHELLO M. N. J.; SILVA E. A. Current status of IPM practices for cotton in the Brazilian Cerrado. Eds. Topics in agricultural entomology IV. Multipress, **Jaboticabal,** SP, Brazil; 2011. p. 117-138.

CÂMARA A. C. L.; GADELHA I. C. N.; BORGES P. A. C.; PAIVA S. A.; MELO M. M.; SOTO-BLANCO B. Toxicity of gossypol from cottonseed cake to sheep ovarian follicles. **Plos One.** 2015; 10 (11), 1-11.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. Cepea. 2021 [internet]. São Paulo: **CEPEA;** 2021. [citado 29 Mar 2021]. Disponível em: <https://cepea.esalq.usp.br/br/indicador/milho-npr.aspx>

CONAB. **Acompanhamento da safra Brasileira.** Safra 2020/21, n. 1 - Primeiro levantamento, Brasília; 2020 v. 8. p. 1-77.

COOKE M. K.; BERNARD K. J.; WILDEMAN C. D.; WEST J. W.; PARKST A. H. Performance and Ruminant Fermentation of Dairy Cows Fed Whole Cottonseed with Elevated Concentrations of Free Fatty Acids in the Oil. **Journal of Dairy Science.** 2007; v. 90, 2329–2334.

COPPOCK C. E.; WEST J. W.; MOYA J. R.; NAVE D. H.; LABORE J. M.; THOMPSON K. G.; GATES C. E. Effects of Amount of Whole Cottonseed on Intake, Digestibility, and Physiological Responses of Dairy Cows¹. **Journal of Dairy Science;** 1985. v. 68, n. 9, p. 2248-2258.

COSTA D. A.; CARNEIRO J. C.; GAMA S. A. M.; FERRAZ F. C.; SALIBA E. O. S.; REBOUÇAS G. M. N. Produção e composição do leite de vacas submetidas á dieta contendo diferentes níveis de caroço de algodão. **Semina: ciências agrárias**, Londrina; 2011. v. 32, p. 2001-2010.

COSTA E. N. **Caroço de algodão em dietas de vacas lactantes**. [tese] [internet]. Itapetinga-BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia; 2017 [citação 24 Fev 2021]. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/ppz/wp-content/uploads/2018/04/TESE-EDVALDO-COSTA1.pdf>

DAVIS R. N.; HARLAND F. G. The effect of cottonseed in the ration on percentage of fat and serum solids content of milk. **Journal of Dairy Science**; 1946. v.29, p.829.

DONOVAN D. C.; SCHINGOETHE D. J.; BAER R. J.; RYALI J.; HIPPEN A. R.; FRANKLINS S. T. Influence of dietary fish oil on conjugated linoleic and other fatty acids in milk fat from lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**. 2000; v.83, n.11, p.2620-2628.

EVANGELISTA JUNIOR W. S.; et al. Effect of gossypol on survival and reproduction of the zoophytophagous stinkbug *Podisusnigrispinus* (Dallas). **Revista Brasileira de Entomologia**. 2011; v. 55, n. 2, p. 267-271.

FABIANO A. R. **Produção de óleo vegetal de algodão com processo misto**. Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA. Assis; 2012.

FERNANDES J. S. R.; PIRES A. V.; SANTOS F. A. P.; SIMAS J. M. C. Teores de caroço de algodão em dietas contendo silagem de milho para vacas em lactação. **Animal Sciences**. 2002; v. 24, n. 1, p. 1071-1077.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAO Stat** [internet]. Roma: Livestock Primary, 2019. [citado 02 Fev 2021]. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>>

GADELHA I. C. N.; RANGEL A. H. N.; SILVA A. R.; BLANCO B. S. Efeitos do gossypol na reprodução animal. **Acta Veterinaria Brasilica**. 2011. v.5, n.2, p.129-135.

GONÇALVES L. C.; BORGES I.; FERREIRA P. D. S. **Alimentos para gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. ISBN 978-85-87144-36-2.

GRAY M. L.; GREENE L. W.; WILLIAMS G. L. Effects of dietary gossypol consumption on metabolic hoemostasis and reproductive endrocrine function in beef heifers and cows. **Journal of Animal Science**. 1993; 71 (11): 3052-3059.

HARVATINE D. I.; WINKLER J. E.; DEVANT-GUILLE M.; FIRKINS J L.; ST-HAWKINS G. E.; CUMMINS K. A, et al. Physiological Effects of Whole Cottonseed in the Diet of Lactating Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**; 1985. v. 68, n. 10, p. 2608-2614.

HAWKINS G. E.; CUMMINS K. A.; SILVEIO M.; et al. Physiological effects of whole cottonseed in the diet of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**. 1985; v.68, n.10, p.2608-2614.

JENKINS T. C. Lipid metabolism in the rumen. Symposium: Advances in ruminant lipid metabolism. **Journal of Dairy Science**. 1993; v.79, n.12, p.3851- 3863.

JÚNIOR R. G.; MARTINS C. F.; PEREIRA L. G. R.; CARVALHO M. A. Subprodutos da Agroindústria na Alimentação de Bovinos: caroço de algodão. Embrapa Cerrados, Planaltina; 2008. 33p. INSS 1517-5111.

MACIEL R. P.; NEIVA J. N. M.; ARAUJO V. L.; CUNHA O. F.R.; PAIVA J.; RESTLE J. M. C. Q.; LÔBO R. N. B. Consumo, digestibilidade e desempenho de novilhas leiteiras alimentadas com dietas contendo torta de dendê. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2012; v. 41, n. 3, p. 698-706.

MARTINS A. S.; PRADO I. N.; ZEOULA L. M. et al. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica em novilhas. **Rev. Bras. Zootec**. 2000, v.29, p.269-277.

MEDEIROS S. R.; GOMES R. C.; BUNGENSTAB D. J. **Nutrição de bovinos de corte - fundamentos e aplicações**. Edição (1). Brasília DF: Embrapa; 2015. Lipídios na nutrição de ruminantes; p. 65-76.

MELO A. A. S.; DE ANDRADE FARIA M.; VÉRAS A. S. C, DE ANDRADE LIRA M.; DE LIMA L. E.; PESSOA R. A. S.; AZEVEDO M. Desempenho leiteiro de vacas alimentadas com caroço de algodão em dieta à base de palma forrageira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2006; v. 41, n. 7, p. 1165-1171.

MELO R. R. C.; MOREIRA E. M.; SUSIN A. V. P. Efeitos do caroço de algodão sobre a reprodução de bovinos. **PUBVET**. 2018; v.12, n.10, p.1-8.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Valor Bruto da Produção Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, [internet]. Brasília: **MAPA**; 2019. [citado 01 Fev 2021]. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/vbp-e-estimado-em-r-689-97-bilhoes-para2020/202003VBPelaspeyresagropecuariapdf.pdf>>

MOHAMED O. E.; SATTER L. D.; GRUMMER R. R.; & EHLE F. R. Influence of dietary cottonseed and soybean on milk production and composition. **Journal of Dairy Science**. 1988; v. 71, n. 10, p. 2677-2688.

MOORE J. A.; SWINGLE R. S.; HALE W. H. Effects of whole cottonseed, cottonseed oil or animal fat on digestibility of wheat straw diets by steers. **Journal of Dairy Science**, Champaign; 1986. v.63, n.4, p.1267-1273.

MORETTO E.; FETT R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: Editora Varela, 1998.

MURTA R. M.; VELOSO C. M.; SILVA F. F.; PIRES A. J. V.; ROCHA NETO A. L.; COSTA L. T.; SANTANA JUNIOR H. A. D. Viabilidade econômica do uso de fontes lipídicas na dieta de vacas em lactação. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**. 2013; v.65, n.5, p.1454-1462.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: National Academy of Science. 2001.

PALMQUIST D. L. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. **Journal of Dairy Science**. 1991; v.74, n.4, p.1354-1360.

PASSOS S. M. G. **Algodão**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1977. 421p.

PRIETO J. G.; PETERS E. J.; ROBINSON P. H.; SANTOS J. E. P.; PAREAS J. W.; TAYLOR S. J. Increasing Dietary Levels of Cracked Pima Cottonseed Increase Plasma Gossypol but do not Influence Productive Performance of Lactating Holstein Cows. **Journal of Dairy Science**. 2003; 86:254–267.

RANDEL R. D.; CHASE JR. C. C.; WYSE S. J. Effects of gossypol and cottonseed products on reproduction of mammals. *Journal of Dairy Science*. 1992; v.70, p.1628-1638.

RESENDE F. J. J.; PIRES A. V.; SANTOS F. A. P.; SUSIN I.; & DE SIMAS J. M. C. Teores de caroço de algodão em dietas contendo silagem de milho para vacas em lactação. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. 2002; v. 24, p. 1071-1077.

RIBEIRO F. M.; MACHADO A. S.; SILVA L. O.; GODOY M. M.; JÚNIOR O. L. F.; BUSO W. H. D. Produção e composição do leite e digestibilidade da dieta em vacas mestiças alimentadas com caroço de algodão. **Zootecnia Trop**. 2016; 34 (3): 213-221.

ROCHA D. T.; CARVALHO G. R.; RESENDE J. C. Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária. **Circular Técnica 123**. Embrapa. Juiz de Fora; 2020.

SANTOS J. E. P.; THATCHER W. W.; CHEBEL R. C, ET al. The effect of embryonic death rates in cattle on the efficacy of estrus synchronization programs. **Anim. Reprod. Sci**. 2004; v.82/83, p.513-535.

SANTOS J. E. P.; VILLASENOR M.; ROBINSON P. H.; PETERS E. J.; HOLMBERG C. A. Type of cottonseed and level of gossypol in diets of lactating dairy cows: plasma gossypol, health, and reproductive performance. **Journal of Dairy Science**. 2003; 86(3): 892-905.

SEVERINO L. S.; RODRIGUES S. M. M.; CHITARRA L. G.; FILHO J. L.; CONTINI E.; MOTA M. et al. **Produto: Algodão** - Parte 01: Caracterização e Desafios Tecnológicos. Embrapa. 2019.

SIGNORETTI R. D. Caroço de algodão para vacas leiteiras. **SCOT CONSULTORIA 2010**. [internet]. [citado 04 Jan 2021]. Disponível em: <https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/21728/caroco-de-algodao-para-vacas-leiteiras.htm#:~:text=Quando%20o%20pre%C3%A7o%20de%20mercado,na%20dieta%20de%20vacas%20leiteiras>

SILVA C. A.; PINHEIRO J. W. Girassol na alimentação de Suínos e Aves. In: Leite RMVBC, Brighenti AM, Castro C. Girassol no Brasil. Londrina: **Embrapa Soja**; 2005. 167p.

SILVA J. C.; ALBUQUERQUE M. C.; MENDONÇA E. A. F.; KIM M. E. Desempenho de sementes de algodão após o processamento e armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**. 2006; vol. 28, nº 1, p.79-85.

SMITH N. E.; COLLAR L. S.; BATH D. L.; DUNKLEY W. L.; & FRANKE A. A. Digestibility and effects of whole cottonseed fed to lactating cows. **Journal of Dairy Science**; 1981. v. 64, n. 11, p. 2209-2215.

STANLEY R. W.; COBB E.; MORITA K.; CARPENTER J.; ISHIZUKI J. The effect of feeding whole cottonseed to lactating dairy cattle on milk and fat production. **Hawaii Agr. Exp. Sta. Res.** 1969; v. 177, p. 1.

SULLIVAN H. M.; BERNARD J. K.; AMOS H. E.; JENKINS T. C. Performance of lactating dairy cows fed whole cottonseed with elevated concentrations of free fatty acids in the oil. **Journal of Animal Science**. 2004; v. 87, p. 665–671.

VALADARES FILHO S. C.; LOPES S. A. et al. **CQBAL 4.0**. 2018 [internet]. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Ruminantes. [citado 20 Jan 2021]. Disponível em: www.cqbal.com.br

VALADARES FILHO S. C.; LOPES S. A.; CHIZZOTTI M. L.; et al. Formulação de dietas, predição de desempenho e análise econômica de zebuínos puros e cruzados. [internet]. São Paulo: **BR-CORTE 4.0**; 2020 [citado 03 Abr 2021]. Disponível em: www.brcorte.com.br

VILELA D.; ALVIM M. J.; CAMPOS O. F.; RESENDE J. C. Produção de leite de vacas Holandesas em confinamento ou em pastagem de coast-cross. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG; 1996. v.25, n.6, p.1228-1244.

VILLELA S. D. J.; VALADARES FILHO S. D. C.; SILVA J. D.; LEO M. I.; CECON P. R, & PEREIRA J. C. Caroço de algodão para vacas leiteiras. I. Consumo de nutrientes, produção e composição do leite. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. 1996; v. 25, n. 2, p. 299-308.

WILKS D. L.; COPPOCK C. E.; BROOKS K. N. Effects of differences in starch content of with whole cottonseed or bran on milk casein. **Journal of Dairy Science**, Champaign; 1991. v. 74, n. 4, p. 1314-1320.