

GOSSIPOL E ÁCIDOS GRAXOS CICLOPROPENÓIDES: ATÉ ONDE AFETAM A SAÚDE ANIMAL?

Barbara de Moraes Lourenço^{1*}
João Fernando Ferreira Sucupira¹
Natália Botazzari¹
Amanda de Freitas Pena²
Suelen Tulio de Córdova Gobetti³

RESUMO

Os problemas provocados pelo uso de subprodutos derivados do algodão são atribuídos ao gossipol e aos ácidos graxos ciclopropenóides. Os ácidos graxos ciclopropenóides são encontrados no óleo contido nas sementes, causando diminuição da fertilidade em touros, já o gossipol, pode ser tóxico para suínos e aves. A planta do algodão produz um pigmento tóxico, um aldeído polifenólico (gossipol), que é considerado um terpeno incomum, sendo tóxico ao animal quando está na forma livre, predominante no caroço, pois o ferro forma complexos com o gossipol e estes complexos não são absorvidos pelo organismo, mas dificilmente existem sementes que contenham somente gossipol ou um simples derivado. Os ácidos graxos ciclopropenos também influenciam o desempenho dos animais por alterar o metabolismo de lipídios e a integridade da membrana celular, porém não são tóxicos para ruminantes.

109

Palavras-chave: Ácidos. Algodão. Fertilidade. Gossipol.

ABSTRACT

The problems caused by the use of derivatives of cotton by-products are assigned the gossypol and fatty acids cyclopropenoides. The cyclopropenoides fatty acids are found in the oil contained in the seeds, causing decreased fertility in bulls, already gossypol, can be toxic to pigs and poultry. The cotton plant produces a toxic pigment, an aldehyde polyphenolic (gossypol), which is considered an unusual terpene, being toxic to the animal when it is in free form, predominantly in lump, because the iron forms complexes with gossypol and these complexes are not absorbed by the body, but there are hardly any seeds that contain only gossypol or a simple derivative. The cyclopropene fatty acids also influence the performance of animals by altering the lipid metabolism and integrity of the cell membrane, but are non-toxic to ruminants.

Keywords: Acids. Cotton. Fertility. Gossypol.

¹ Acadêmicos do Curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário Filadélfia. Email: barbara_mlourenco@hotmail.com (*) autora para correspondência

² Médica Veterinária, Mestre e Docente do Curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário Filadélfia.

³ Médica Veterinária, Doutora e Coordenadora do Curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário Filadélfia.

1 INTRODUÇÃO

O algodão é conhecido pelo homem desde os tempos remotos e sua domesticação ocorreu na Arábia há mais de 4,000 anos. No Brasil, já era utilizado pelos índios antes mesmo da colonização. Eles o utilizavam para confecção de redes e mantos, na alimentação e até usavam suas folhas para cura de feridas. A primeira utilização do algodão industrialmente no Brasil ocorreu em 1760, na região do Nordeste e teve seu primeiro grande produtor no Maranhão.

Atualmente, a cultura do algodão é uma das mais importantes do Brasil e do mundo, sendo destinada para a indústria têxtil, obtenção do óleo vegetal e também na alimentação animal, onde pode ser encontrada de três formas diferentes: caroço, farelo e torta de algodão.

Na área de alimentação animal, o algodão tem sido estudado pela toxicidade causada em monogástricos e a relação com a redução da fertilidade de ruminantes. Estes problemas provocados pelo uso de subprodutos derivados do algodão são atribuídos ao gossipol e aos ácidos graxos ciclopropenóides.

Sendo assim, o estudo destes subprodutos é de importância para saber como manejar o alimento, pois cada animal possui uma quantidade máxima recomendada. Extrapolando esta quantidade, a toxicidade poderia levar a danos no coração e no fígado, e conseqüentemente, levaria o animal à morte.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gossipol e ácidos graxos ciclopropenóides

Os ácidos graxos ciclopropenóides são encontrados no óleo contido nas sementes (caroço de algodão). Estas causam diminuição da fertilidade em touros, provocado pela: alterações sobre a cauda dos espermatozóides; aumento do diâmetro do lúmen dos túbulos seminíferos; diminuição de camadas celulares e epitélio seminífero; e do tamanho das células de Sertoli (GOES; SILVA; SOUZA, 2013).

Já o gossipol pode ser tóxico para suínos e aves. Os sintomas incluem dispnéia, diminuição da taxa de crescimento, anemia e anorexia, danos causados, principalmente, no fígado e no coração (GOES; SILVA; SOUZA, 2013).

O gossipol é um pigmento polifenólico de cor amarela, tóxico, antioxidante e antipolimerizante, produzido em glândulas localizadas nas raízes, folhas, caule e sementes do algodão, tendo a fórmula $C_{30}H_{28}O_8$ (RANDELI et al., 1992; SANTOS, 1997).

No processamento das sementes, as glândulas se rompem e liberam o gossipol, assim, a concentração de gossipol nos derivados de algodão é em função do grau de extração do óleo e do método utilizado (MARSÍGLIO, 2015).

Esta substância é considerada um terpeno incomum, isolado da planta e das sementes do algodão (família Malvaceae), sendo tóxico ao animal quando está na forma livre. Os monogástricos apresentam elevado grau de sensibilidade a esta substância, enquanto os ruminantes, devido à detoxificação ruminal, são mais tolerantes (BARBOSA; GATTÁS, 2004).

O gossipol pode interagir com membranas biológicas, promovendo a formação de espécies reativas de oxigênio. Alguns sinais de toxicidade foram relacionados com a formação de ERO (espécie reativa de oxigênio) e uma diminuição das concentrações de antioxidantes, já que em altas doses, estudos relataram que o gossipol reduz a atividade de sistemas enzimáticos e na cadeia de transporte de elétrons mitocondrial desconecta os processos de respiração e fosforilação oxidativa tendo efeito desacoplador (KOVACIC, 2003).

Estudos têm mostrado que o gossipol é um composto altamente reativo, que se liga rapidamente a diferentes substâncias, incluindo minerais e aminoácidos. Dentre os minerais aos quais ocorre a ligação, o principal é o ferro, dando origem ao complexo gossipol-ferro. Como o ferro presente neste complexo não pode ser utilizado desenvolve-se uma deficiência deste metal, afetando principalmente a eritropoiese, podendo produzir anemia. Ao combinar-se com proteínas e aminoácidos, indisponibiliza-os, causando anormalidades nas organelas celulares, interferindo nos processos bioquímicos e inibindo a atividade de várias enzimas (BUTOLO, 2002; SOTO-BLANCO, 2008).

Alguns sinais de toxicidade do gossipol foram relacionados a uma diminuição das concentrações de antioxidantes e aumento na formação pró-oxidantes, já que ele pode interagir com membranas biológicas promovendo a formação de espécies reativas de oxigênio (KOVACIC, 2003).

2.2 Remoção do gossipol de produtos do algodão

O gossipol era removido do farelo com uma mistura de hexano, acetona e água (44:53:5), mas não usasse mais este processo. Atualmente sabe-se que o uso de sais de ferro diminui a toxidez do gossipol de algodão, sendo o sulfato ferroso (FeSO_4) o mais usado. O FeSO_4 reage com o gossipol formando um complexo ferro-gossipol, o qual diminui acentuadamente a toxidez do gossipol. Adição de FeSO_4 na relação molar de 4 partes de FeSO_4 para 1 de gossipol em dietas de poedeiras, aumentou a tolerância a descoloração de gema para um nível de 0,015% de gossipol. O uso de 1 parte de sulfato ferroso para uma parte do gossipol aumenta a tolerância dos frangos de corte para 0,04% de gossipol na dieta (AZEVEDO, 2011).

Grande parte do gossipol é removido durante a manufatura da torta de sementes de algodão na fase de cozimento, no entanto, ainda assim podem ser encontradas as formas “livres” e “conjugadas” do gossipol (MARSÍGLIO, 2015).

Recomenda-se adicionar sulfato de ferro, óxido ou hidróxido de cálcio a dietas contendo caroço de algodão, para neutralizar os efeitos do gossipol (EMBRAPA, 2003).

Medidas como a extração através de solvente, cozimento, autoclavagem, peletização, assim como a adição de sais de ferro e cálcio, têm-se mostrado eficiente na redução do GL no farelo de algodão. O cozimento do farelo de algodão a 100°C durante 10 minutos em calor úmido reduz em 44% o nível de gossipol livre (JARQUIN et al., 1996).

Alguns estudos mostram a possibilidade de utilizar-se o farelo de algodão na nutrição de aves e suínos através da inclusão de maiores níveis de proteína, de sulfato de ferro, ou de lisina sintética, pois essas substâncias seriam capazes de reduzir o teor de gossipol livre. Nas fases finais de criação de suínos e em aves de postura e de corte, o farelo de algodão pode substituir parte do farelo de soja, chegando a uma inclusão de até 5% na ração, desde que se tenha controle rigoroso do nível de gossipol atingido nas rações (GOES; SILVA; SOUZA, 2013).

Outro processamento que contribui para diminuir o potencial de toxicidade do gossipol é a peletização, pois o calor úmido provoca modificação em suas propriedades (MARSÍGLIO, 2015).

2.3 Gossipol para ruminantes

2.3.1 Gossipol para bovinos

Para os ruminantes o alcalóide não causa prejuízos, pois possuem capacidade de detoxificação deste, sendo essa capacidade dada pela ligação de proteínas solúveis dentro do rúmen ao gossipol livre, tornando-os menos susceptíveis a intoxicações, já que o gossipol ligado à proteína é fisiologicamente inativo (MORENO; BOAVENTURA NETO, 2010).

As pesquisas mostram que uma vaca pode ser alimentada com até 24 g de gossipol por dia sem problemas. Em touros o limite máximo é de 30 mg gossipol total por kg de peso vivo (PEDROSO, 2006).

Ainda em reprodutores, pode haver redução da libido, que está relacionada à redução dos níveis de testosterona, hormônio luteinizante e hormônio folículoestimulante. Consumindo dietas com presença de gossipol, os reprodutores podem ainda tornar-se estéreis, no entanto, esse efeito pode ou não ser reversível com a interrupção da dieta, variando de acordo com o tempo de ingestão desta substância (EL-SHARAKY et al., 2010).

Bovinos adultos podem tolerar quantidades muito maiores de gossipol livre, mas a toxicidade tem sido relatada com níveis de 800 ppm alimentado por um longo período de tempo. O efeito tóxico do gossipol nos ruminantes parece ser cumulativo (MORGAN, 1989).

Touros jovens foram submetidos à dieta contendo gossipol que resultou em aumento do lúmen dos túbulos seminíferos, redução da espessura e do número de células da parede dos túbulos seminíferos e redução do diâmetro das células de Sertoli. Observaram também maior percentagem de espermatozóides anormais submetidos a dietas com gossipol, caracterizando degeneração testicular (ARSHAMI; RUTTLE, 1988).

Os efeitos do gossipol no macho bovino são dose e tempo dependentes. Arshami e Ruttle (1988) relataram túbulos seminíferos com lúmen largo, diminuição da espessura da parede e redução do número da camada de células do epitélio germinativo testicular em machos bovinos jovens, submetidos a uma dieta contendo 0,69% de GL durante 2 meses. Posteriormente, os mesmos animais foram alimentados por 2 meses com uma dieta livre de Gp e uma melhora nas

características histológicas mencionadas anteriormente foi observada. Isto indica que os efeitos na fertilidade induzidos pelo Gp nos machos bovinos são reversíveis, pelo menos em parte (ARSHAMI e RUTTLE, 1988). O período usado para avaliar os efeitos positivos da dieta livre de Gp é de 6 a 8 semanas, que corresponde ao período necessário para produção de espermatozoides maduros a partir de células primordiais (ARSHAMI; RUTTLE, 1988).

Touros jovens da raça Brahman alimentados com dieta contendo 2,72 kg de farelo de algodão apresentaram menor ($P < 0,01$) percentagem de espermatozoides normais que os submetidos à dieta isenta de gossipol (CHENOWETH et al., 1994).

Os sinais de intoxicação do gossipol incluem dispnéia, diminuição da taxa de crescimento e anorexia. Em fêmeas ruminantes estudos *in vitro* há um comprometimento no desenvolvimento de embriões e produção de progesterona por células luteínicas, mas *in vivo* no que se refere à fertilidade, ciclicidade e morfologia de ovários não houve efeitos do gossipol devido à capacidade de detoxificação (SANTOS 1997).

A ingestão de quantidades excessivas de gossipol aumenta a sua concentração plasmática e não só reduz a taxa de concepção em vacas de leite, mas também aumenta a perda de prenhez após os 45 dias de gestação (Santos et al., 2003). Além disso, embriões provenientes de novilhas alimentadas com gossipol reduzem a taxa de prenhez quando transferidos para vacas em lactação (GALVÃO et al., 2006).

Arieli (1998), determinou que, para bovinos machos em crescimento, o fornecimento de até 200 mg/ kg de GL foi seguro, 400 mg/kg de GL foi tóxico e com 800 mg/kg de GL, observaram a ocorrência de algumas mortes. Entretanto, Rogers et al. (2002) recomendaram níveis máximos de GL na dieta total de 200 ppm para pré-ruminantes, 900 ppm para bovinos em crescimento, 600 ppm para touros jovens em desenvolvimento, 900 ppm para touros adultos, e 1200 ppm para vacas adultas (PAIM et al., 2010).

A ação deletéria sobre os espermotózooides é devido ao bloqueio na produção e liberação e utilização do ATP nestas células (UENO et al., 1988). Além disto, também inibe o influxo de cálcio e as atividades das enzimas Mg-ATPase e CaMg-ATPase nas membranas plasmáticas dos espermatozoides (BREIBAR et al., 1984). Ainda, espermatozoides anormais são formados nos animais expostos ao gossipol em decorrência de anormalidades ultra-estruturais na membrana nuclear,

no retículo endoplasmático e nas mitocôndrias (HAFFER, 1983; ARSHAMI; RUTTLE, 1988; CHENOWETH et al., 2000; ROMUALDO; KLINEFELTER, 2002).

Muitos estudos têm demonstrado que o gossipol afeta *in vitro* e *in vivo* a qualidade e o desenvolvimento do embrião (LIN et al., 1994b; RANDEL et al., 1996; BROCAS et al., 1997; SANTOS et al., 2003; VELASQUEZ-PEREIRA et al., 2003; VILLASENÓR et al., 2008). Portanto, possui propriedades contraceptivas em fêmeas, pois novilhas alimentadas com gossipol possuíam menos blastômeros e o tempo de desenvolvimento destes era mais prolongado (LIN et al., 1985).

Vacas intoxicadas apresentam taquipnéia e anemia caracterizada por redução na concentração de hemoglobina, aumento na concentração de proteínas plasmáticas totais e na fragilidade eritrocitária; ocasionalmente ocorrem mortes. Os achados patológicos incluem edema pulmonar e abomasal, presença de líquido amarelado nas cavidades torácica e peritoneal, fígado com aspecto denominado noz-moscada e fibras cardíacas degeneradas e hipertróficas. Vacas da raça Jersey, que são as mais sensíveis à intoxicação pelo cobre, apresentam um significativo aumento nesta sensibilidade quando são alimentadas com farelo de algodão, por causa da lesão hepática (KERR, 1989; CHEEKE, 1998; SOTO-BLANCO, 2008).

Para bezerros e cordeiros com menos de quatro meses de idade não é recomendado o fornecimento superior a 100ppm de gossipol livre. Quanto mais velho o animal, mais gossipol é capaz de tolerar, no entanto, 400-600 ppm é tóxico para jovens ruminantes. Bezerros acima de quatro meses de idade toleram até 200 mg/kg (MORGAN, 1989).

2.3.2 Gossipol para ovinos

Em cordeiros machos que receberam cerca de 20 mg/kg PV/dia de GL durante 54 dias, foi observado acúmulo de GL (em maior quantidade) no fígado, nos rins e no coração (NIKOKYRIS et al., 1999), determinando uma marcante elevação da atividade da enzima lactato desidrogenase e um aumento na concentração de uréia plasmática, o que pode indicar uma possível intoxicação por gossipol (PAIM et al., 2010).

Foi relatado a ocorrência de uma alta prevalência de mastite (94% do rebanho) por *Staphylococcus*, em um rebanho ovino alimentado com 25% de farelo de algodão na dieta por um período de 2 anos, que foi relacionada como possível

fator de favorecimento ao desenvolvimento da doença. Possivelmente, o Gp tenha um efeito depressor do sistema imunológico por inibir a enzima lipoxigenase. Aliada aos achados, a presença de gossipol no leite de todo rebanho comprovou a absorção intestinal do Gp e o possível efeito sistêmico (FTHENAKIS et al., 2004).

2.4 Gossipol para monogástricos (suínos, aves e equinos)

De maneira geral, nos animais monogástrico o gossipol combina com o grupamento epsilon amino da lisina e produz um composto estável que é eliminado nas fezes, diminuindo a digestibilidade da proteína e a disponibilidade da lisina. Seus efeitos são mais acentuados nos animais mais jovens e os suínos são mais sensíveis do que as aves. Quantidade de gossipol acima de 0,001% em dietas de galinhas podeiras, pode provocar descoloração da gema de ovos armazenados. Níveis acima de 0,02% de gossipol afeta a produção de ovos. O frango de corte tem seu crescimento afetado com níveis acima de 0,015% (AZEVEDO, 2011).

Para suínos o nível máximo de gossipol livre no farelo de algodão sugerido por Ezequiel (2002) é de 400 ppm. Os valores de concentração do gossipol livre na dieta total que provocam toxicidade são de aproximadamente 100 ppm (TANKSLEY JR., 1992). Com a adição de 12% de Farelo de algodão contendo 330 ppm de gossipol livre, a ração contém 40 ppm de gossipol livre. Assim, a inclusão de até 12% de farelo de algodão (36% de PB) em rações balanceadas para leitões (15 a 30 kg) não prejudica o desempenho desses animais (MOREIRA et al., 2006).

As aves normalmente toleram níveis mais elevados de gossipol (200 ppm) quando comparadas aos suínos. No entanto, no caso de poedeiras um outro efeito indesejável pode ocorrer, quando níveis acima de 30 ppm estão presentes nas rações: uma descoloração da clara e da gema do ovo que assume uma coloração marrom esverdeada causada pelo próprio gossipol livre. Há ainda um outro problema; caso o farelo de algodão apresente altos teores de óleo residual. Ácidos graxos ciclopropenóides presentes no óleo podem contribuir para a descoloração da clara e da gema e ainda alterar a permeabilidade da membrana vitelínica, permitindo que o ferro presente na gema chegue até a clara causando uma coloração rosada da mesma (BARBOSA; GATTÁS, 2004).

A forma “livre” é considerada tóxica, reduzindo a capacidade de transporte de oxigênio do sangue, resultando em respiração mais curta e edema pulmonar. Os

sintomas de intoxicação são: anorexia, dispnéia, fraqueza, deficiência reprodutiva, edema cardíaco agudo, alterações nos glóbulos vermelhos e morte (MARSÍGLIO, 2015).

Gossipol > 0,001% = descoloração da gema.

Gossipol > 0,02% = afeta a produção de ovos;

Gossipol > 0,015% = afeta o crescimento em frangos de corte (BEZERRA, 2009).

Os ácidos graxos ciclopênóides provocam a deposição de ácido esteárico e ácido palmítico na gordura do ovo e na carne de aves. Estes ácidos também são conhecidos por ser carcinogênico como a aflatoxina (MARSÍGLIO, 2015).

Para eqüinos, a quantidade média recomendada é de 100 a 200g por 100 kg de PV ou 10 a 20% das misturas (SOUZA; CARDENHA, 2011).

Como o gossipol é encontrado no algodão, é um alimento não utilizado pela maioria dos criadores de equinos. O pigmento gossipol reage com a proteína do algodão (lisina) para reduzir o apetite e a digestibilidade protéica (FRAPE, 2008). O pigmento também reage com o ferro dietético, precipitando-o nos intestinos (RODRIGUES; RODRIGUES, 2009).

Pesquisas realizadas nos EUA mostraram que rações contendo níveis de gossipol de 0,1% na MS, fornecidas a machos durante dois meses, provocaram azoospermia ou alteraram a morfologia espermática (DEXTRU, 2011).

1.5 Produtos de origem animal

Conhecendo os mecanismos de ação do gossipol é possível imaginarmos que o gossipol possa realmente interferir na qualidade de carne dos animais. Primeiro, a reação com proteínas e formação de moléculas estáveis indicam que o gossipol poderia se ligar as proteínas do músculo esquelético. Segundo, a sua ação de inibição sobre enzimas desidrogenases, que são enzimas envolvidas no metabolismo energético das células e, portanto, altamente envolvidas no metabolismo muscular e na conversão de músculo em carne (PAIM, 2011).

Reforça a ideia de que o gossipol possa ser o causador da alteração de sabor, pois a principal indicação é de que o problema tem ocorrido em animais de confinamento, no qual, em geral, as dietas possuem elevada quantidade de grãos, o

que leva a uma maior taxa de passagem, e, portanto, maior absorção de gossipol (PAIM, 2011).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O algodão é por sua vez um alimento rico em nutrientes e uma ótima escolha para criadores de animais, principalmente em confinamentos. Mas deve-se ter ciência que o algodão possui fatores antinutricionais, que acabam por colocar a saúde do animal em risco, tanto em animais monogástricos, quanto em animais ruminantes que acabam por ter uma tolerância maior.

Dessa forma o manejo adequado, tanto nutricional para saber a quantidade adequada de algodão ministrado na dieta, quanto o cuidado diário com o animal, acabam por influenciar no resultado final. Para animais de abate, acaba influenciando na qualidade da carne, e para animais de companhia, atletas, o cuidado vem maior ainda, pela questão da saúde e o fato de sempre quisermos maior longevidade ao animal.

118

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE GIROLANDO. **Utilização do farelo de algodão de alta energia na alimentação de vacas leiteiras**. Disponível em: <http://www.girolando.com.br/index.php?paginasSite/tecnico,45>. Acesso em: 17 ago. 2016.

AZEVÊDO, J. **Fatores antinutricionais**. Disponível em: <https://sites.google.com/site/nutricaoanimaluesc/home/extra/segundo-credito/05---fatores-antinutricionais>. Acesso em: 17 ago. 2016

BARBOSA, F. A. **Alimentos na nutrição de bovinos**. Disponível em : http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_nutricao_bovinos.htm. Acesso em: 18 ago. 2016.

BARBOSA, F. F.; GATTÁS, G. **Farelo de algodão na alimentação de suínos e aves**. Disponível em: http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/015V1N3P147_156_NOV2004.pdf. Acesso em: 17 ago. 2016

BELTRÃO, N. E. M. **O que fazer com a semente de algodão?** Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/artigos/o-que-fazer-com-a-semente-de-algodao>. Acesso em: 18 ago. 2016.

BEZERRA, K. M. **Fatores antinutricionais presentes nos alimentos.** Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAyZsAF/fatores-antinutricionais-presentes-nos-alimentos>. Acesso em: 18 ago. 2016

CUNHA, M. S.; BONATO, D. V.; TAIRA, A. R. **Degeneração testicular em machos: dos animais ao homem.** Disponível em: publicacoes.unifran.br/index.php/investigacao/article/download/912/778. Acesso em 18 ago. 2016.

DEXTRU, S. S. **Caroço de Algodão na Alimentação Bovina.** Disponível em: <http://www.gestaonocampo.com.br/biblioteca/caroco-de-algodao-na-alimentacao-bovina/>. Acesso em: 16 ago. 2016

GADELHA, I. C. N.; RANGEL, A. H. N.; SILVA, A. R.; SOTO-BLANCO, B. **Efeitos do gossipol na reprodução animal.** Disponível em: <http://revistas.bvs-vet.org.br/avb/article/viewFile/7419/7651>. Acesso em: 16 ago. 2016

MARCELINO, R. A. **Uso de caroço de algodão na alimentação de bovinos leiteiros.** Disponível em: <http://www.3rlab.com.br/uso-de-caroco-de-algodao-na-alimentacao-de-bovinos-leiteiros/>. Acesso em: 17 ago. 2016.

MARSÍGLIO, B. N. **Utilização de farelo de algodão na nutrição animal x gossipol.** Disponível em: <http://iepec.com/utilizacao-de-farelo-de-algodao-na-nutricao-animal-x-gossipol/>. Acesso em: 16 ago. 2016.

119

MORENO, G.; BOAVENTURA NETO, O. **Uso do caroço e farelo de algodão na alimentação de ovinos e caprinos.** Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/ovinos-e-caprinos/uso-do-caroco-e-farelo-de-algodao-na-alimentacao-de-ovinos-e-caprinos-61352n.aspx>. Acesso em: 17 ago. 2016

PEDROSO, A. **Caroço de algodão e gossipol - qual o tamanho do problema?** Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/ovinos-e-caprinos/caroco-de-algodao-e-gossipol-qual-o-tamanho-doproblema31983n.aspx>. Acesso em: 18 ago. 2016.

PAIM, T. P. **Relação entre caroço de algodão e alterações organolépticas na carne.** Disponível em: <https://www.scotconsultoria.com.br/imprimir/noticias/22083>. Acesso em: 16 ago. 2016.

PAIM, T. P.; LOUVANDINI, H.; McMANUS, C. M.; ABDALLA, A. L. **Uso de subprodutos de algodão na nutrição de ruminantes.** Disponível em: http://www.rcvt.org.br/volume13/Volume%2013_%202010%20de%2024%20a%2037%20_Uso%20de%20Subprodutos.pdf. Acesso em: 18 ago. 2016.

RODRIGUES, P.; RODRIGUES, S. **Plantas Tóxicas.** Disponível em: <http://docslide.com.br/documents/plantas-toxicas-559799fc7a604.html>. Acesso em: 18 ago. 2016.

SANTANA, A. T. **Mecanismos da infertilidade causada por gossipol em ratos e efeito protetor da vitamina E.** Disponível em:
<http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/115848/000809887.pdf?sequence=1>. Acesso em: 18 ago. 2016.

SANTOS, M. D.; PORTILHO, F. P.; RUAS, J.R. M.; FREITAS, S. H.; COSTA, D. S.; SIMÕES, M. J. **Morfologia testicular e qualidade espermática de touros da raça Nelore, submetidos à dieta contendo gossipol.** Disponível em:
http://www.uff.br/rbcv/site/app/webroot/files/Artigo/155/arquivo_07.pdf. Acesso em: 16 ago. 2016

SOUZA, A.; CARDENA, D. **Nutrição de eqüinos.** Disponível em:
<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAeq2gAl/nutricao-equinos>. Acesso em: 18 ago. 2016.

TOSI, H.; TOLEDO, L. A.; LEÃO, J.; CROCCI, A.; BOMBARDA, A.; VIEIRA, J.; SANTOS, G. **Avaliação de diferentes fontes protéicas para eqüinos em crescimento.** Disponível em: <file:///C:/Users/USER/Downloads/16484-71726-2-PB.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2016.