

Produção de torta de algodão no Semiárido paraibano

Cotton pie production in the Semi-arid paraibano

Producción de torta de algodón en el Semiárido paraibano

Recebido: 01/03/2026 | Revisado: 10/03/2026 | Aceitado: 11/03/2026 | Publicado: 12/03/2026

Vicente de Paula Queiroga

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1581-0802>

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - CNPA, Brasil

E-mail: vicente.queiroga@embrapa.br

Nouglas Veloso Barbosa Mendes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4873-3206>

C & N Serviços Agroambientais Ltda, Brasil

Agritech Semiárido Agricultura Ltda, Brasil

E-mail: nouglaslsmendes@hotmail.com

Denise de Castro Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5313-7586>

Instituto Centro de Ensino Tecnológico - CENTEC, Brasil

E-mail: dennisedecastro@gmail.com

Resumo

Este trabalho tem por objetivo mostrar as vias que possam aperfeiçoar os procedimentos de preparação dos caroços de algodão com extração do óleo para a produção de torta, destacando em cada etapa dos processos envolvidos entre a chegada dos caroços de algodão na agroindústria até a saída dos produtos finais. Para garantir um incremento na linha de produção de torta de algodão, a empresa Raça Forte da cidade de Patos - PB implantou um processo mecânico automatizado com dois turnos de trabalho (diurno e noturno), visando alcançar uma meta diária de produção de torta de algodão acima de 6 toneladas, suficiente para atender à demanda dos seus compradores de torta de vários estados nordestinos. Além disso, a eficiência do processo de produção de torta de algodão depende da aquisição de alguns equipamentos requeridos nos processos envolvidos dentro do circuito produtivo, principalmente da capacidade do cozinhador e do número e da marca de prensa de esmagamento de caroços de algodão. Também é importante destacar que na usina algodoeira Godefroy, em Santa Cruz de la Sierra, Bolívia tem sido obtida a torta de algodão de elevada qualidade diretamente da amêndoa em comparação as outras duas opções usadas na Paraíba: caroço e farelo, principalmente quando se visa aumentar a percentagem de proteína bruta da torta, é necessário eliminar mecanicamente a casca do caroço antes da prensagem.

Palavras-chave: Torta de caroço de algodão; Caroço de algodão; Prensagem; Semiárido; Alimento animal.

Abstract

This paper aims to show ways to improve the procedures for preparing cottonseeds with oil extraction for the production of cottonseed pie, highlighting each stage of the processes involved between the arrival of the cottonseeds at the agroindustry and the departure of the final products. To ensure an increase in the cottonseed pie production line, the company Raça Forte from the city of Patos - PB implemented an automated mechanical process with two work shifts (day and night), aiming to achieve a daily target of producing over 6 tons of cottonseed pie, enough to meet the demand of its buyers from several northeastern states. In addition, the efficiency of the cottonseed pie production process depends on the acquisition of some equipment required in the processes involved within the production circuit, mainly the capacity of the cooker and the number and brand of cottonseed crushing press. It is also important to highlight that at the Godefroy cotton industry in Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, high-quality cottonseed pie has been obtained directly from the almond compared to the other two options used in Paraíba: seed and bran, especially when the aim is to increase the percentage of crude protein in the pie, it is necessary to mechanically remove the shell from the stone before pressing.

Keywords: Cottonseed pie; Cottonseed; Pressing; Semi-arid; Animal feed.

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo mostrar las formas que pueden mejorar los procedimientos de preparación de pepa de algodón con extracción de aceite para la producción de torta, destacando cada etapa de los procesos involucrados desde la llegada de las pepas de algodón a la agroindustria hasta que salen los productos finales. Para garantizar un incremento en la línea de producción de torta de algodón, la empresa Raça Forte de la ciudad de Patos - PB implementó un proceso mecánico automatizado con dos turnos de trabajo (diurno y nocturno), con el propósito de

alcanzar una meta diaria de producción de torta de algodón de más de 6 toneladas, suficiente para satisfacer la demanda de sus compradores de torta de varios estados del noreste. Además, la eficiencia del proceso de producción de torta de algodón depende de la adquisición de algunos equipos requeridos en los procesos involucrados dentro del circuito de producción, principalmente la capacidad de la olla y el número y marca de la prensa trituradora de pepas de algodón. También es importante destacar que en la fábrica de algodón Godefroy, en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, se ha obtenido torta de algodón de alta calidad directamente de la almendra en comparación con las otras dos opciones utilizadas en Paraíba: pepa y afrecho, especialmente cuando se pretende aumentar el porcentaje de proteína cruda en la torta, es necesario eliminar mecánicamente la cáscara de la pipa antes del prensado.

Palabras clave: Torta de semilla de algodón; Semilla de algodón; Prensado; Semiárido; Alimento animal.

1. Introdução

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é bastante cultivado nas regiões Centro-Oeste e Nordeste do Brasil, sendo o estado da Bahia o segundo maior produtor nacional, entre os estados produtores de pluma e caroço de algodão (Brasil, 2015). Além disso, no beneficiamento da fibra, obtém-se o caroço como principal subproduto, que, por ser rico em óleo, serve de matéria-prima para a indústria de óleos e gorduras. A torta e o farelo, obtidos do processamento do caroço, são utilizados como complementação de rações balanceadas. O caroço de algodão, subproduto do beneficiamento da fibra, constitui importante matéria-prima para a indústria de óleos comestíveis (Gondim-Tomaz et al., 2016). Ou seja, do caroço de algodão se extrai óleo, farelo, linter (fibra curta usada na fabricação de papel moeda), casca, borra e torta de algodão.

Mesmo assim, a cultura do algodoeiro é mais orientada para produção de fibra. De olho no mercado de exportação da commodity pluma, os cotonicultores brasileiros ampliaram em cerca de 65% a área semeada nas últimas quatro safras, o que duplicou a produção não apenas da pluma, mas também do caroço. Consequentemente, os preços domésticos do caroço de algodão estão em patamares tão baixos que o produto tem virado ração para bois em confinamentos do país (Milkpoint, 2019).

Mas, se a pluma tem boa demanda no mercado externo, sobretudo na China, o caroço não tem um mercado que o valorize tanto. Um outro destino natural seria a produção de óleo, por causa da expansão do uso de biodiesel no país, mas, nesse mercado, o produto não tem competitividade. "O óleo de algodão é mais caro que o de soja ou do que a gordura de boi". Segundo a Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil (Aprobio), em Mato Grosso, que lidera a oferta brasileira de soja e algodão, a diferença é de cerca de 5%. Além disso, dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) mostram que, em 2018, apenas 0,9% do biodiesel produzido no país teve como matéria-prima o óleo de algodão, enquanto o de soja respondeu por 70% e o sebo bovino, por 13,3% (Milkpoint, 2019).

Apesar de apresenta a região Nordeste brasileiro duas estações distintas, a estação chuvosa com chuvas que se distribuem de forma irregular durante este período, e a estação seca, no semiárido paraibano é comum a suplementação alimentar com concentrados, sobretudo durante a estiagem, onde a escassez de alimentos se agrava, como forma de assegurar a lactação, reprodução ou o desenvolvimento dos animais. Frente ao desafio de fornecer alimento aos animais no período seco e reduzir custo de produção, a solução dos pecuaristas desta região tem sido a utilização de subprodutos do algodão em substituição aos alimentos à base de soja ou de milho.

Portanto, da obtenção da pluma resulta o caroço, e do processamento deste pela indústria de óleos, são originados subprodutos como a torta de algodão com significativo valor nutritivo (rica em proteína e extrato etéreo), sendo usada na alimentação animal (Paim et al., 2010). Pois, trata-se de uma boa fonte de proteínas, energia, fibras, fósforo e vitamina E para vacas leiteiras. Porém, o valor nutricional da torta de algodão depende do método de extração do óleo, da proporção da casca e do grau de decorticação ou da remoção mecânica da casca (Gadzama, & Diaz, 2020). Essa torta de algodão é adquirida diretamente na unidade processadora de caroço de algodão.

A torta de algodão tem uma degradabilidade ruminal relativamente baixa, mesmo assim, é uma boa fonte de proteína *bypass* ou 'Rumen Escape' para vacas leiteiras. Entretanto, algumas proteínas, como as *bypass*, têm a capacidade de fornecer

aminoácidos específicos no intestino delgado, como lisina e metionina, sem alteração ou degradação pelos microrganismos do rúmen, o que, em alguns casos, podem melhorar na composição do leite, pensando em proteína e gordura. Uma possível limitação do uso dessas fontes de proteínas *bypass*, estão relacionadas principalmente ao custo, que geralmente são superiores em comparação com as proteínas convencionais, o que pode elevar o custo alimentar total das vacas (Rodrigues, & Mendonça, 2024).

Apesar desse alto valor nutricional, a torta de algodão contém gossipol, um composto fenólico que pode causar intoxicações, dano hepático e problemas reprodutivos em animais. Curiosamente, os ruminantes podem desintoxicar o gossipol livre, convertendo-o no rúmen, impedindo a sua absorção pelo sangue. Portanto, a torta de algodão tem se mostrado promissora como substituto de proteína vegetal em dietas para vacas leiteiras (Gadzama, & Diaz, 2020).

De um modo geral, usar torta de algodão no lugar do farelo tem compensado, segundo técnico do IMEA (Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária). Não é de hoje que o algodão tem sido usado na alimentação de animais, mas apenas há pouco tempo algumas questões foram desmistificadas. "Dar o caroço sem nenhum processamento pode mudar o sabor e o odor da carne, que fica mais fibrosa, mais rígida. Isso por causa do gossipol", afirma Rogério Coan (Coan Consultoria). Enquanto a torta de algodão, porém, não apresenta esse problema. "A torta é processada e é retirada parte do óleo (torta gorda), eliminando quase todo o gossipol" durante as etapas de prensagem e de cozimento à temperatura de 100 °C (Milkpoint, 2019).

Assim, Prado e Moreira (2002) recomendam a utilização de caroço de algodão para bovinos em confinamento no nível máximo de 30% de caroço na dieta total. Os mesmos autores salientam que o sabor e o aroma da carne poderiam estar comprometidos com a utilização de altos níveis de caroço na dieta (acima de 30%). Esta alteração poderia estar associada à presença de alguns ácidos graxos característicos do caroço de algodão na carne do animal, o que geraria sabor e odor característicos.

Este trabalho tem por objetivo mostrar as vias que possam aperfeiçoar os procedimentos de preparação dos caroços de algodão com extração do óleo para a produção de torta, destacando em cada etapa dos processos envolvidos entre a chegada dos caroços de algodão na agroindústria até a saída dos produtos finais. Ao mesmo tempo, visa também detalhar os procedimentos de obtenção de torta de algodão de elevada qualidade que é bastante utilizado pelo rebanho bovino de vários Estados da região semiárida, principalmente Paraíba, Pernambuco, Ceará e Rio Grande do Norte.

2. Metodologia

Realizou-se uma pesquisa exploratória de abordagem qualitativa, descritiva, de estudo de caso (Pereira et al., 2018; Risemberg, Wakin & Shitsuka, 2026) com apoio de uma revisão narrativa (Fernandes, Vieira & Castelhana, 2023; Rother, 2007), sobre o processo de produção de torta de algodão (*G. hirsutum*) para o semiárido paraibano. A revisão narrativa constitui temática mais aberta e critérios mais subjetivos, basicamente, é uma análise da literatura publicada em livros, em artigos de revista impressas e/ou eletrônicas, na interpretação e na análise crítica pessoal do autor (Rother, 2007; Cordeiro, et al., 2007). A revisão foi realizada por meio de entrevista das empresas de óleo e torta de algodão da Paraíba e de pesquisas de referências bibliográficas nas diferentes bases de indexação (Portal de periódicos da CAPES, Google acadêmico e Scielo), e, ainda, nas referências dos estudos selecionados para compor este artigo, buscando sempre temas relacionados com a cultura estudada. Os artigos científicos foram buscados por meio da pesquisa das palavras-chave “subproduto do algodão”, “Semiárido brasileiro”, “alimentação animal com torta”, “extração de óleo”, “caroço de algodão”. Reunido o material bibliográfico, foram feitas as leituras para que se chegasse na composição deste artigo.

Para a obtenção dos dados da pesquisa, os técnicos da Embrapa Algodão entrevistaram o dono (engenheiro civil Herbet Ramos) da empresa Raça Forte, sediada no bairro Morada do Sol da cidade de Patos - PB, que representa um empreendimento industrial privado que é um orgulho para toda região de Espinhara, situada na microrregião do Seridó Paraibano, que visa atender as necessidades dos produtores de vaca leiteira e de bovinos de engorda de vários estados do Nordeste brasileiro. Além disso, os técnicos visitaram também as três empresas de Sousa - PB (Duboi - Tatis Indústria e Comércio LTDA, Belo Vale - Indústria e Comércio de Alimentos e Frei Damião - Indústria e Comércio de Rações LTDA); e as duas empresas de Paulista - PB (Torta das Neves e Boa Vista - AF Indústria e Comércio de Rações LTDA).

3. Resultados e Discussão

Na Paraíba, a Raça Forte está posicionada com um volume de produtividade de 6 toneladas\ hora, apesar de existirem cinco empresas do ramo concorrentes com a mesma capacidade de produção de torta, sendo três na cidade de Sousa-PB e duas em Paulista-PB. Durante a visita a tais empresas, ficou constatado que a produção da torta de algodão de qualquer empresa se define principalmente pelo número de prensas e de sua marca, pois no caso da Raça Forte, são utilizadas 4 prensas da marca Macieira (eixo de ferro fundido com capacidade de 1.600 kg de torta hora ou 30 a 32 kg sacos de 50 kg cada) e uma empresa de manutenção e fabricação de máquinas e equipamentos industriais para alimentação animal na cidade de Sousa-PB (eixo de aço com capacidade de 1.800 kg por hora ou 36 a 38 sacos de 50 kg cada) denominada de Máquinas. A maior estratégia de produção da empresa Raça Forte (além de outras empresas paraibanas) se deve a produção de torta de algodão realizada em dois turnos de trabalho:

Fase diurna: O processo diurno equivale em colocar para funcionar toda a linha de produção da torta de algodão, envolvendo as seguintes etapas: recepção de caroços de algodão transportados por carreta, descarga de caroços na moega pela retroescavadeira, trituração de caroços, cozinhador, prensagem nas cinco prensas, caldeira de vapor e embalagem da toram em sacos de rafia. A equipe diurna é formada por 7 a 8 operários.

Fase noturna: O processo noturno equivale às etapas de alimentação até a prensagem, sendo que existe uma via alternativa aonde o subproduto resultante não é conduzido ao setor de embalagem. Então, essa produção de torta, processada na fase noturna, é acumulada em um depósito gigante (capacidade em torno de 80 ton), que está situado ao lado da máquina de embalagem (Figura 1). A equipe noturna é formada por 3 operários.

Figura 1 - Quatro ou cinco depósitos (cada com capacidade de 20 ton) para armazenamento da torta de algodão produzida na fase noturna.



Fonte: Vicente de Paula Queiroga (2025).

Tal inovação executada no processo produtivo pela Raça Forte reduziu bastante o número de operário (sete operários) no turno diurno, além de contar com três funcionários no turno noturno que trabalham até o processo de prensagem com acumulação da torta produzida em um grande depósito, sendo está última embalada em conjunto com a torta da linha de

produção diurna. Vale acrescentar que outras empresas paraibanas também utilizam o sistema de produção denominada de fase noturna.

3.1 Beneficiamento do algodão em rama

O avanço da produção de algodão do agronegócio brasileiro esteve ancorado num novo sistema produtivo, baseado em grandes extensões de áreas e na mecanização do plantio à colheita (Alves et al., 2008). Com isso, a produtividade brasileira alcançou grande salto em 2004, ficando acima 3.300 kg/ha e ultrapassando as médias obtidas pelos principais países produtores, que são China, Estados Unidos, Índia, Paquistão e Uzbequistão (Santos & Kouri, 2007).

O processamento do algodão consiste inicialmente na separação da fibra longa das sementes, processo denominado de descaroçamento, que resulta em caroço com línter, caracterizado por apresentar fibras finas e curtas, que permanecem ligadas ao caroço (Santos et al., 2009; Figura 2). O caroço de algodão pode ser destinado à moagem, no processamento industrial, para a extração do óleo para o consumo humano, gerando assim, os demais subprodutos. O farelo de algodão é obtido quando são utilizados processos químicos (solventes) e físicos (prensagem) para a extração do óleo. Já a torta de algodão é obtida quando é utilizada apenas a prensagem.

Figura 2 - Máquinas descaroçadoras de algodão usadas na separação da fibra das sementes de algodão. Os equipamentos da Embrapa Algodão da marca Piratininga de 90 serras da estação Experimental da Embrapa de Patos, PB.



Fonte: Vicente de Paula Queiroga (2010).

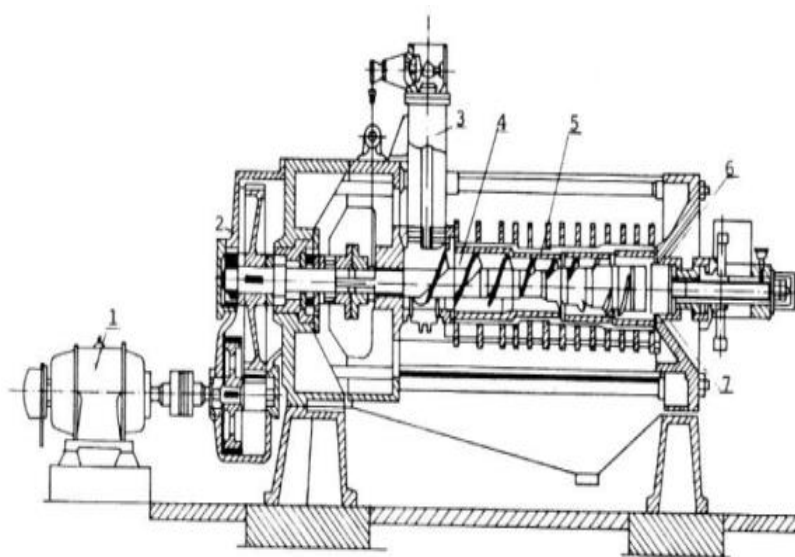
Atualmente, devido a preocupações quanto aos efeitos da utilização do caroço sobre a qualidade da carne e do leite (Milkpoint, 2019), e também devido ao aumento da demanda pela indústria esmagadora, estima-se que apenas 20% do caroço produzido nas algodoeiras sejam vendidos diretamente a confinadores, enquanto 75% são comprados pelas esmagadoras e os outros 5% vão para a indústria de sementes (Abrapa, 2014).

O caroço de algodão com línter possui 23,0% de proteína bruta (PB), 17,8% de extrato etéreo (EE), 47,0% de fibra em detergente neutro (FDN), 39% de fibra em detergente ácido (FDA) e 95% de nutrientes digestíveis totais (NDT) (NRC, 2007), fazendo deste produto um bom suplemento proteico e energético, indicando bom desempenho produtivo de animais alimentados com caroço de algodão (Madruga et al., 2008; Bernardes et al., 2007; Rogers et al., 2002; Kandyliis et al., 1998).

3.2 Produção da torta de caroço de algodão

Os dois métodos genéricos empregados na extração de óleos de algodão são a prensagem mecânica e a extração por solvente, ou ainda, uma combinação de ambos. Algumas matérias-primas, como os caroços (ou amêndoas) moídos de algodão costumam utilizar um cozimento prévio seguida da prensagem contínua visando a obtenção de rendimentos mais elevados. A extração por solvente pode recuperar até 95% do óleo, resultado extremamente favorável, comparado com os 80 a 90% que seriam obtidos via prensagem hidráulica ou prensa-parafuso (expeller; Figura 3). Este segundo processo de extração tem sido mais utilizado no passado pelas usinas algodoeiras do Nordeste (Queiroga et al., 2023).

Figura 3 - Modelo esquemático que compõe a prensa contínua ‘Expeller’: 1- Motor elétrico, 2- Redutor, Entrada da massa da amêndoa triturada condicionada, 4- Rosca helicoidal, 5- Cesto, 6- Cone de saída, 7- saída da torta gorda.



Fonte: Moretto; Fett (1998).

O caroço, o farelo e a torta de algodão destacam-se como substitutos parcial ou total ao farelo de soja, principalmente em regiões onde se tem o cultivo do algodão e/ou agroindústrias de processamento, que na extração do óleo, geram os subprodutos referidos, disponibilizando-os para o mercado local com preço competitivo (Zervoudakis et al., 2010), o que pode contribuir na redução do custo da dieta dos animais (Pina et al., 2006). Os subprodutos do algodão apresentam elevada quantidade de ácidos graxos, o que pode propiciar maior deposição de gordura na carcaça, e por consequência uma carne de melhor qualidade.

De acordo com Gioielli (1996), o óleo de algodão é composto por aproximadamente 30% de ácidos graxos saturados, 50% de ácido linoleico (C18:2) e 20% de ácidos graxos monoinsaturados, caracterizando-se como uma boa fonte de ácidos graxos insaturados. As altas concentrações de ácidos graxos no caroço de algodão, é um importante fator a ser levado em consideração para uso na nutrição de ruminantes, pois possibilitam elevar a densidade energética das dietas sem diminuir os teores de fibra e proteínas, além de elevar a quantidade de ácidos graxos insaturados na dieta.

3.3 Matéria prima: caroço

Os principais procedimentos utilizados na produção de torta de algodão com extração de óleo por prensagem mecânica são:

3.3.1 Recepção

Esta fase coincide com a chegada da carreta transportando entre 50 a 35 toneladas de caroços de algodão na unidade de processamento da empresa Raça Forte, em Patos, PB, provenientes dos campos de algodão do cerrado brasileiro, principalmente da Bahia e do Mato Grosso. Após a prensagem inicial da carreta com caroços de algodão, a mesma é conduzida para o interior de um grande galpão (Figura 4), onde aguarda uma máquina retroescavadeira para auxiliar no descarrego de toda os caroços de algodão sobre o piso liso com capacidade de acumular mais de 100 toneladas de caroços de algodão.

Figura 4 - Descarregamento de caroços de algodão da carroceria da carreta por meio de uma máquina retroescavadeira no galpão da empresa Raça Forte da cidade de Patos, PB.



Fonte: Vicente de Paula Queiroga (2024) e MF Rural (2019).

No caso das três empresas de torta de algodão de Sousa-PB, elas são dotadas de vários armazéns para o armazenamento de caroços de algodão adquiridos das algodoeiras do cerrado brasileiro (Figura 5). Essa estratégia de acumulação empregada pelas esmagadoras paraibanas permite que as mesmas estoquem esse produto em grande escala no período de maior oferta do mercado e com menor preço.

Figura 5 - A empresa de torta Duboi de Sousa - PB possui 6 armazéns de estocagem de caroços de algodão. Cada armazém pode receber 35 carretas de caroços de algodão com 50 toneladas, sendo o total de 1.750 toneladas. No geral para os 6 armazéns, a capacidade de estocagem é de 10.500 toneladas.



Foto: Vicente de Paula Queiroga (2025).

3.3.2 Descarregamento de caroços de algodão na moega

Os caroços, que estão posicionados na parte superior do piso liso na Empresa Raça Forte, são movimentados pela ação mecânica da lâmina da retroescavadeira para cair na rampa de abastecimento da tolva, a qual está posicionada na parte inferior do piso (Figura 6). Nas outras empresas paraibanas, a tolva é alimentada pela ação de uma máquina carregadora (concha). Esta tolva está conectada a um sistema de rosca-sem-fim ligeiramente inclinada, de modo a conduzir a matéria-prima (caroços de algodão) e facilitar no abastecimento do moinho ou equipamento de trituração.

Figura 6 - Descarregamento de caroços de algodão na empresa Raça Forte ocorre desde o piso liso posicionado na parte superior, em que se encontra a retroescavadeira, para descarregá-los no depósito grande (tolva) posicionado na parte inferior do piso, onde está um operário de camisa vermelha.



Fotos: Vicente de Paula Queiroga (2024).

Para inovar o setor de descarga de caroços de algodão numa empresa de produção de torta, a mesma teria que adquirir um tombador de descarga para carreta e instalá-lo no interior do galpão (Figura 7). Este tipo de descarga permite economizar tempo no momento da descarga de caroço de algodão de cima da carreta em comparação ao trabalho do manobrista com a retroescavadeira da Figura 4 ou quando o descarrego da carreta é feito manualmente por mais de 3 operários da empresa Boa Vista de Paulista-PB para produção de rações (torta de algodão).

Figura 7 - Tombador de descarga da carreta.



Fonte: PoliarMetl (2024).

3.3.3 Trituração de caroços de algodão

À medida que o moinho é alimentado pelo sistema de rosca-sem-fim, os caroços vão sofrer uma trituração para facilitar a eliminação de óleo e para obter uma torta de qualidade com menos óleo (Figura 8). Em seguida, os caroços triturados vão sendo descarregados numa segunda rosca-sem-fim, através de um elevador inclinado, e transportadas para abastecer pela parte superior os cozinhadores, sendo cada um de 3 tempos. A temperatura usada no cozinhador é de 100 °C, cujo vapor quente é fornecido por uma caldeira de 500 litros de água. A capacidade do moinho de 6 ton por hora.

Figura 8 - Rosca-sem-fim de alimentação de caroços no moinho triturador (A) e triturador de caroços de algodão em atividade (B), pertencente a empresa Raça Forte da cidade de Patos-PB.



Fonte: Vicente de Paula Queiroga (2024).

3.3.4 Cozinhador e prensagem

Fazendo parte do pré-tratamento da matéria-prima no processo de extração do óleo, os caroços triturados são submetidos à temperatura de até 100°C num aparelho apropriado chamado de condicionador ou cozinhador (staker) instalado ao lado da prensa mecânica de pressão contínua ou expeller. Este sistema de aquecimento é provido de pratos, cujo vapor quente circula entre as paredes laterais e na parte inferior do cozinhador com triplo estágio. No seu interior, as amêndoas trituradas vão descendo de prato em prato, perdem umidade e são aquecidas para reduzir a viscosidade e facilitar o seu esmagamento sob pressão efetuado pelas cinco prensas mecânicas contínuas do tipo expellers (Figura 9), sendo 4 máquinas de marca Macieira feitas em eixo de ferro fundido e uma máquina feita, em eixo em aço, por um mecânico de Sousa-PB.

Figura 9 - Detalhe dos cozinhadores (3 estágios) com as duas prensas tipo expeller de caroços triturados de algodão, equipamentos pertencentes a Empresa Raça Forte da cidade de Patos-PB.



Fonte: Vicente de Paula Queiroga (2025).

Para inovar o setor de prensagem de caroços de algodão numa empresa de produção de torta, vale destacar a máquina turca que consegue fazer 100 toneladas por dia com uma prensa, coisa que não é alcançada por uma máquina nacional. Então a empresa Cortezia da Lucas do Rio Verde, MT importou as máquinas de grandes capacidades da Turquia (Figura 10). Mas para atender a sua alta demanda (mais de 10 toneladas por hora) é necessário instalar na esmagadora um sistema de moinho duplo (Figura 11).

Figura 10 - Máquina turca (prensa gigante com cozinhador de 6 estágios) para extração de óleo de algodão e de produção de torta.



Fonte: Anúncios livres (2020).

Figura 11 - Sistema duplo de moinho (cor amarela) capaz de atender a demanda da prensa gigante com cozinhador de 6 estágios.



Foto: Vicente de Paula Queiroga (2025).

3.3.5 Extração do óleo na prensa

Vale salientar que o óleo se encontra na forma de glóbulos e está presente nas células das amêndoas de algodão. Para que seja possível extrair o óleo é necessário que haja uma ruptura da membrana das células o que irá provocar a saída dos glóbulos. Tal ruptura no caso da prensa mecânica é dada pelo esmagamento das amêndoas sob pressão contínua por meio de eixo helicoidal, girando a matéria prima dentro de um cilindro tubular para ser comprimida no final do eixo. Além disso, o cilindro é dotado de orifícios de saída de óleo em suas paredes laterais. No caso da empresa Raça Forte, a sua prensa mecânica contínua tem alcançado rendimento industrial apenas de 10% de óleo com os caroços triturados de algodão.

O óleo extraído da prensa é conduzido por um tubo inclinado para a parte externa do galpão, onde é acumulado em um depósito de alvenaria denominado de decantador, sendo compartilhado em duas partes: a primeira parte do tanque decantador de partículas sólidas e a segunda parte recebe apenas o excesso de óleo limpo transbordado do primeiro tanque para o segundo, que é depois bombeado para três tanques de armazenamento de aço inoxidável (Figura 12).

Figura 12 - Tanques de armazenamento do óleo de algodão pertencentes a Empresa Raça Forte da cidade de Patos-PB.



Foto: Vicente de Paula Queiroga (2024).

3.3.6 Embalagem e costura da sacaria (50 kg)

Uma vez submetido ao processo de prensagem, então o produto passa a ser chamado de pasta de torta de caroço de algodão ou torta moída ou farela, efetuado por um equipamento de embalagem (Figura 13). Na Empresa Raça forte, ela é conduzida por um sistema de rosca para o setor da máquina embaladora que requer o envolvimento de três operários. O primeiro operário é quem opera a máquina moderna de embalagem para realizar o enchimento de sacos de ráfia com torta (Figura 14). O segundo operário faz a operação de costurar os sacos de ráfia por meio de uma máquina de costura mecânica (Figura 15). Finalmente, o terceiro faz o carregamento manual de cada saco de torta lacrado para a formação de um lote de sacos ao lado (empilhamento; Figuras 16 e 17). Esta operação é ininterrupta por conta da elevada produção da empresa, pois metade da produção diária de torta é fornecida pelo depósito de torta acumulado no turno da noite por três operários para as seguintes etapas: descarga de caroços na moega de alimentação das prensas e caldeira de vapor.

Figura 13 - Equipamento de embalagem de torta passando por duas vias: pasta de torta de algodão se produz pela canaleta inferior (sem passar no moinho) após retirar uma chapa metálica (seta verde). Quando a chapa metálica está fechando tal abertura, a torta em pasta passa diretamente por um moinho na canaleta superior (seta vermelha) para produzir a torta moída ou farelo (A) e detalhe da chapa metálica, seta vermelha(B).



Fonte: Vicente de Paula Queiroga (2025).

Figura 14 - Processo de enchimento do saco de rafia por meio de balança digital pertencente a empresa Raça Forte de Patos, PB, onde o operário calibra digitalmente o peso de 50 kg (só faz um registro de digitalização para a balança ficar trabalhando o dia inteiro) e quando o depósito superior alcança tal peso, abre-se automaticamente uma comporta abaixo para despejar o volume acumulado de torta na sacaria. Uma vez enchido o saco com a torta, o operário aciona um botão ao lado da balança para desprender o saco com 50 kg de torta no piso.



Fonte: Vicente de Paula Queiroga (2025).

Figura 15 - Operação de costurar os sacos de rafia por meio de uma máquina de costura mecânica da Empresa Duboi em Sousa-PB.



Fonte: Vicente de Paula Queiroga (2025).

Figura 16 - Elevador de sacos de torta para auxiliar o operário no seu trabalho de transporte manual durante a operação de empilhamento dos sacos de torta de algodão.



Fonte: Vicente de Paula Queiroga (2025).

Figura 17 - Saco de rafia com pasta de torta de algodão. Sacarias das empresas Raça Forte de Patos-PB, Belo Vale e Frei Damião de Sousa-PB. Cada saco de torta de algodão pesa 50 kg.



Fonte: Projebio.com.br (2023) e Vicente de Paula Queiroga (2025).

Na empresa Raça Forte, o setor de embalagem quando entra em operação é abastecido simultaneamente pela torta produzida na fase diurna e na fase noturna, devido a agregação da produção de torta acumulada no grande depósito. Esta operação noturna equivale as etapas de alimentação da tolva até a prensagem, sendo que existe uma via alternativa para acumular a torta produzida em um grande depósito, situado ao lado da máquina embaladora.

Somente na fase diurna, essa torta acumulada pela noite retorna, por um outro sistema de rosca alternativo, para se juntar ao sistema de rosca da linha principal, de modo que aumenta em dobro o volume de torta para abastecer o setor de embalagem. Este setor requer a habilidade de uma equipe de 3 operários.

3.4 Matéria prima: farelo com extração do óleo por solvente

A indústria de extração de óleo com solvente desenvolveu uma tecnologia que permite abastecer o exaustor com torta gorda de algodão, ou seja, a partir da prensa mecânica tal material é transportado por uma rosca-sem-fim para alimentar uma moega. Através de um elevador de canecas, a torta é novamente transportada por um sistema de rosca-sem-fim que irá conectar separadamente com a boca de alimentação na parte superior, em forma de funil, de cada exaustor (Figura 18). Vale salientar que antes do processo químico de extração de óleo, a torta de algodão passa essencialmente por 4 etapas: alimentação da moega, triturador, cozinhador e prensagem (Queiroga et al., 2016).

Figura 18 - Rosca-sem-fim distribui a torta gorda em cada boca do funil na parte superior da plataforma (A) e na parte inferior da plataforma, cada exaustor é abastecido com torta de algodão por meio desses funis (B). Usina de Jaguaribe, CE.



Fonte: Vicente de Paula Queiroga (2015).

No Extrator (Figura 19), coloca-se a mistura de torta de algodão e solvente, na proporção de 14 tambores de 200 L de hexano para 1200 kg de torta, que passa por um processo de aquecimento numa temperatura que varia entre 55 e 65 °C, gerando um composto de óleo, água resultante da perda de umidade da torta e bagaços de casca. O solvente, água e óleo seguem para a próxima etapa do destilador, através do bombeamento de um motor elétrico. Os resíduos que ficam nos extratores são chamados, na indústria, de borra (farelo). Essa borra pode ser utilizada como adubo para a atividade agrícola ou na alimentação animal (Queiroga et al., 2016).

Figura 19 - Conjunto de extratores da indústria de extração de óleo de algodão. Usina de Jaguaribe, CE.



Fonte: Vicente de Paula Queiroga (2015).

O Destilador é responsável pela separação da mistura de solvente e água do óleo aquecido (Figura 20A). O solvente e a água evaporam pelo processo de aquecimento para o condensador, ficando o óleo de algodão retido no fundo desse tanque. No Condensador (Figura 20B), com o uso da água fria da piscina ou caixa d'água, a mistura de solvente e água, é resfriada,

voltando ao estado líquido. A água que passou pelo condensador retorna aquecida à piscina e esfria naturalmente para ser reaproveitada. Depois do condensador, a mistura de água e solvente é separada por diferença de densidade no Separador (Figura 20C), sendo que este sistema opera com o nível de 60% de água. Enquanto, o solvente retorna por gravidade para o Tanque Original para ser reaproveitado (Figura 20D). Segundo o técnico de produção, ao longo de todo o trajeto do solvente, há perdas na ordem de 5% (Carvalho, 2005).

Figura 20 - A-Mediante aquecimento no destilador, processa a separação do óleo de algodão do solvente e água; B-A mistura do solvente e água (vapor) retorna ao seu estado líquido no condensador; C-A mistura de água e solvente é separada por diferença de densidade no tanque separador, sendo mantido um nível de 60% de água no seu interior; D-Tanque original para armazenar o solvente (hexano) usado no processo industrial de extração de óleo da torta de algodão. Usina de Jaguaribe, CE.



Fonte: Vicente de Paula Queiroga (2015).

3.5 Matéria prima: amêndoa

Antes da extração do óleo, as sementes de algodão passam por deslintadores mecânicos (Figura 21), para a eliminação parcial do línter. Com base no número de cortes processados no deslinteramento da semente, o línter é chamado de primeiro corte, de segundo corte e de terceiro corte. O de primeiro corte, que apresenta fibras mais longas, é usado para a fabricação de algodão hidrófilo (absorvente) e tecidos cirúrgicos. O línter de segundo corte é usado para a fabricação de celulose, bem como o línter de terceiro corte. O uso do línter permite a produção da celulose química de elevado conteúdo de β -celulose, de alta viscosidade. No final do processo, cerca de 21% do produto original são removidos, pois contêm resíduos de casca de sementes e outras impurezas. Em geral, em média, pode-se obter cerca de 50 kg de línter por tonelada de sementes (Beltrão, 2000).

Figura 21 - Deslintador mecânico de sementes de algodão herbáceo que consegue eliminar parcialmente o linter. Usina algodoeira Godefroy em Santa Cruz de la Sierra, Bolívia.



Fonte: Alejandro Godefroy (2017).

Dependendo da cultivar, os caroços de algodão podem apresentar os valores de teor de óleo variando entre 14 - 26% (Beltrão, 2000). Mas, quando se utiliza a máquina descascadora de caroço de algodão de alta capacidade de produção é possível remover a sua casca (Figura 22), visando assim a extração do óleo diretamente de sua amêndoa para produção de uma torta de algodão de elevada qualidade. Portanto, a casca deve ser eliminada no descascador antes da prensagem de extração do óleo para evita a retenção de óleo na torta junto com a casca (Queiroga et al., 2023).

Figura 22 - Descascador usado para obtenção de amêndoas pela eliminação da casca ou tegumento de sementes de algodão da usina algodoeira Godefroy em Santa Cruz de la Sierra, Bolívia.



Fonte: Alejandro Godefroy (2017).

Uma vez obtidas as amêndoas na máquina de descascar, na parte inferior desta descascadora fica uma esteira de furos inclinada que transporta por gravidade as amêndoas até o final de sua extensão, para então alimentar uma rosca sem fim conectada à outra moega de alimentação da máquina trituradora. A seguir, as demais etapas da linha de produção da torta de amêndoas de algodão são similares aquelas usadas para os caroços de algodão com casca (Queiroza et al., 2023).

A amêndoa que é separada da casca conta com equivalentes de 0 a 40% de proteínas e de 35 a 40% de lipídios. Enquanto a casca tem em média 8,7% de água, 2,6% de cinza, 3,5% de proteína bruta, mais de 45% de carboidratos e, somente, em torno de 1% de lipídeos (Beltrão, 2000). Além disso, a casca tem de 3 a 8% de linter e fibras com tamanho inferior a 3 mm. É altamente digestível e pode ser usada pura ou misturada com outros produtos na composição de rações, não necessitando de moagem, tendo de 44 a 48% de fibra bruta. Essa casca pode ainda ser usada como adubo e combustível.

A casca de algodão compreende a camada externa do caroço de algodão com algum linter aderido (Figura 23), separado durante o beneficiamento, visando à produção de óleo. Este subproduto apresenta alto teor de fibra, o que o torna pouco atraente na alimentação de monogástricos e interessante como alimento volumoso alternativo para ruminantes (Chizzotti et al., 2005; Magalhães et al., 2005). A composição da casca do algodão é muito variável, pois a eficiência da extração da pluma e da retirada da casca não é constante, levando a diferentes proporções entre linter e amêndoa. A composição média da casca de algodão é de 4,2% de PB, 2,93% de EE, 61,70% de FDA, 77,68% de FDN e 42% de NDT, conforme descrito pelo NRC (2007).

Figura 23 - As diferentes partes que compõem o caroço de algodão.



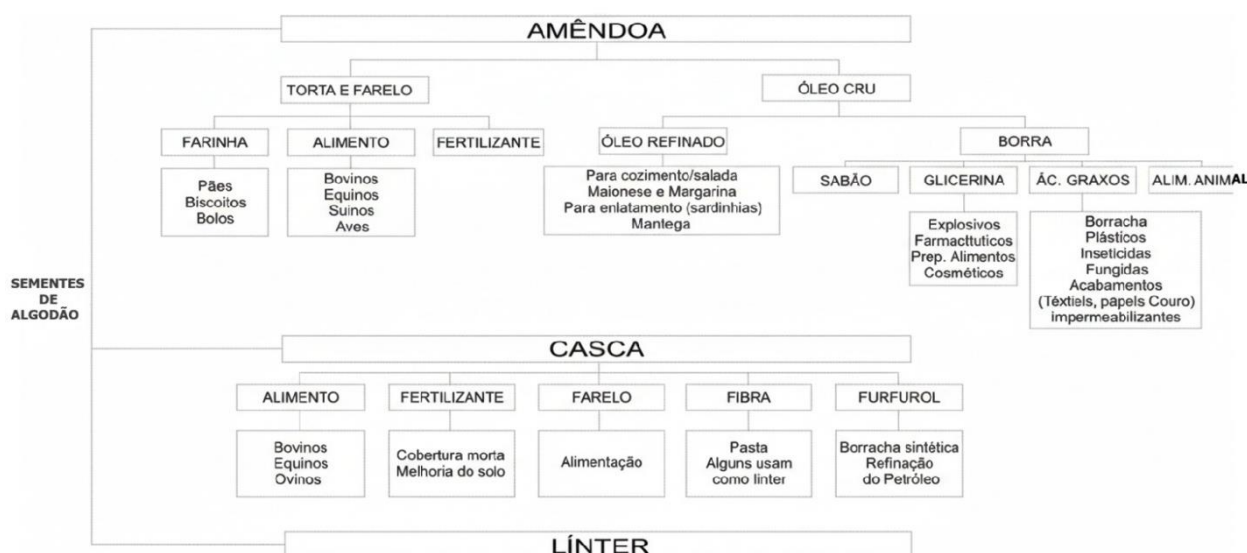
Fonte: Jean Louis Belot (2015).

Existem dois tipos comerciais do caroço de algodão: alto línter ou caroço de algodão branco, e baixo línter ou caroço de algodão preto (Rogério et al., 2003; Zhang et al., 2007). Segundo a FAO (1992), as fibras do caroço de algodão branco (algodão herbáceo) cobrem toda a superfície do caroço e são muito difíceis de remover, já o caroço com baixo línter (algodão arbóreo) caracteriza-se por apresentar menos fibra (50 a 100 g/kg a menos) e maiores teores de extrato etéreo e proteína bruta, proporcionalmente.

3.6 Composição química da torta de algodão

É importante destacar que a semente de algodão (Figura 24) apresenta em média a seguinte composição: 12,5% de línter, 15,2% de óleo bruto, 46,7% de torta (resíduo da extração do óleo), 20,7% de casca e 4,9% de resíduos, produzidos no processo industrial (Beltrão, 2000).

Figura 24 - Fluxograma de produtos do algodão e sua utilização.



Fonte: Arquivo da Embrapa Algodão (2010).

O material resultante do caroço prensado é denominado de torta de algodão e pode ser usado como tal ou processado (moído, peletizado) para uso pelos animais. Com a extração do óleo pode ser feita por prensagem do caroço ou com a utilização de solventes, podem ser produzidos dois tipos de tortas ou de farelos. O farelo de algodão produzido por extração

mecânica do óleo (prensagem) tem menores teores de proteínas e de característica mais energética, devido ao óleo residual (cerca de 5%). O farelo de algodão resultante da extração do óleo com solventes tem menor teor de óleo residual (máximo 2%) e relativamente maior teor proteico e menor densidade energética (Araújo et al., 2003 (Quadro 1).

Quadro 1 - Composição química média da torta de algodão produzida após dois métodos de extração de óleo.

Torta de algodão		
Substância	Extração mecânica	Extração por solvente
Matéria seca (%)	92,3	89,1
Proteína bruta (%)	46,1	47,6
Extrato etéreo (%)	4,6	2,2
Fibra bruta (%)	11,4	11,2
Cinzas (%)	7,2	7,5
Fibra em detergente ácido (%)	18,1	17,3
Fibra em detergente neutro (%)	32,3	24,5
Minerais (macro e micro)		
Cálcio (%)	0,21	0,22
Magnésio (%)	0,65	0,66
Fósforo (%)	1,14	1,20
Potássio (%)	1,68	1,72
Sódio (%)	0,007	0,14
Enxofre (%)	0,43	0,44
Cobre (mg/kg)	10,9	12,5
Ferro (mg/kg)	106	126
Manganês (mg/kg)	18,7	20,1
Molibdênio (mg/kg)	2,4	2,5
Zinco (mg/kg)	62,8	63,7

Fonte: Cottonseed Feed Products Guide (1998), citado por Araújo et al. (2003).

Nas características bromatológicas determinadas por NRC (2007), o caroço de algodão com linter possui 23,0% de proteína bruta (PB), 17,8% de extrato etéreo (EE), 47,0% de fibra em detergente neutro (FDN), 39% de fibra em detergente ácido (FDA) e 95% de nutrientes digestíveis totais (NDT).

O valor nutricional do farelo de algodão pode variar de acordo com a adição de maior ou menor teor de casca, por isso, no mercado, tem-se o farelo de algodão com diferentes teores de proteína bruta, sendo mais comuns os farelos com 30% de PB e 44% de PB. O farelo com 44% de PB apresenta: 1,8% de EE, 23% de FDN e 77% de NDT (NRC, 2007).

As limitações ao uso dos subprodutos do algodão são decorrentes principalmente da presença do gossipol. Este é um aldeído polifenólico, de cor amarelada, que pode estar na forma livre ou ligada a aminoácidos. No caroço intacto, o gossipol se apresenta na forma livre, mas no farelo ele está principalmente ligado às proteínas, em função do processamento do caroço para a retirada do óleo.

No algodão, além de gossipol existem ao menos outros quinze compostos fenólicos, porém sem muita importância toxicológica, pelas baixas concentrações. Há duas formas isoméricas nas quais o gossipol pode ser encontrado: (+)-gossipol ou conjugado, considerado fisiologicamente inativo; e (-)-gossipol (não conjugado), isômero que apresenta importância toxicológica (Cheeke, 1998; Soto-Blanco, 2008; Gadelha et al., 2014). Sabe-se ainda que, há variação na proporção entre estas duas formas nos diferentes cultivares, sendo tal variação determinada geneticamente. Os fatores que influenciam os níveis de gossipol no co-produto, são a genética (espécie), pluviosidade e temperatura no ambiente de cultivo e método de processamento adotado na obtenção do óleo, não sofrendo influência do armazenamento (Cheeke, 1998; Soto-Blanco, 2008).

Para melhor qualidade do óleo de sementes de algodão, a indústria procura manter a toxina nos resíduos, o que se consegue através de processamento térmico, que faz o gossipol se ligar a aminoácidos, como a lisina e arginina (por reação de Mailard), o que impede sua absorção na corrente sanguínea. Além de vapor e calor, que resulta em 0,1-0,2% teor de gossipol

livre (GL) restante, a extrusão também é eficaz, reduzindo em 71-78% as concentrações de GL, sem afetar a digestibilidade da proteína. De acordo com “National Cottonseed Products Association” (Calhoun et al., 1995) nos Estados Unidos mais de 97% dos co-produtos do algodão são obtidos através de descascamento parcial e processamento com solvente, sendo também a forma mais comum na Europa (Alexander et al., 2008).

Quanto à absorção, distribuição, biotransformação e eliminação do gossipol, há consideráveis diferenças entre as espécies animais. Gossipol livre é facilmente absorvido, enquanto o gossipol ligado é liberado e absorvido de uma forma ainda não bem elucidada. O gossipol é biotransformado no fígado por oxidação/ redução, hidrólise e reações de glucuronidação, sendo principalmente excretado nas fezes. O (+)-gossipol tem uma meia-vida muito longa (>100 h), enquanto que (-)-gossipol é mais rapidamente removido, 30-48 h, podendo cair para 24 h quando coadministrado com ferro. O gossipol é transferido para os tecidos comestíveis, incluindo músculos e vísceras de ruminantes, aves e peixes, bem como para ovos e, provavelmente para o leite da matriz. No entanto, há muito pouca informação quantitativa sobre as taxas de transferência. Não há informação de identificação da biodisponibilidade de gossipol (incluindo gossipol ligado) em produtos alimentares de origem animal (Alexander et al., 2008).

A legislação da União Europeia (EU) dispõe de uma lista de compostos indesejáveis na alimentação animal e dos respectivos teores máximos permitidos em diferentes produtos alimentares, inclusive o gossipol (Quadro 2).

Quadro 2 - Níveis máximos de gossipol livre permitidos pela legislação da UE em diferentes alimentos de uso animal.

Substância indesejável	Produtos destinados à alimentação animal	Teor máximo em mg/kg em relação a um alimento com 12% de umidade
Gossipol livre	Algodão	5.000
	Torta de algodão e Farelo de algodão	1.200
	Alimento completo para bovinos, ovinos e caprinos	500
	Alimento completo para aves (exceto poedeiras)	100
	Alimento completo para coelhos e suínos (exceto leitões)	60

Fonte: Comissão Europeia para segurança alimentar – EFSA – Adaptado de Alexandre et al., 2008.

Com base na Quadro 2, o caroço de algodão “*in natura*” não deve ser utilizado como alimento para animais monogástricos, principalmente aves e suínos, pois é tóxico, devido à presença do gossipol (complexo de substâncias - pelo menos 15% são de natureza fenólica, alcalóide) que ocorre nas sementes e em outras partes da planta do algodão, nas glândulas internas. Seu teor varia entre 0,5 e 1,0%, formado por aldeídos e terpenos, biossintetizado por plantas do gênero *Gossypium* da família Malvaceae, de baixo peso molecular, apresenta características muito ácidas e reage com bases fortes (Bell, 1967; Carvalho, 1996; Shaver & Lukefahr, 1969). Na semente, o gossipol fica localizado internamente na amêndoa, nas partes escuras (Figuras 25).

Figura 25 - Corte transversal do caroço de algodão, com as glândulas internas de gossipol (A) e (B) e sem glândulas (C).



Fonte: EMBRAPA (2008) e Cotimes (2004).

Dentre outros fatores que influenciam a presença de gossipol na planta estão as condições climáticas, havendo correlação positiva com a pluviosidade e negativa com a temperatura e variação genética entre as espécies de algodão, sendo que *G. barbadense* apresenta maior concentração do que *G. hirsutum* (Cheeke, 1998; Soto-Blanco, 2008; Gadelha et al., 2011). De acordo com Alexander et al. (2008), na República Tcheca e França, o teor de gossipol livre pode variar de cerca de 2000 a 8400 mg/kg no caroço de algodão. No óleo de algodão refinado não se encontra gossipol livre, já o gossipol total pode variar de 0 a 900 mg/kg.

Nos resíduos, o teor de gossipol livre varia de 0,1 a 0,5%, quando é feita a extração do óleo por solventes, podendo alcançar menor concentração de gossipol livre em farelo, quando se realiza extrusão (expeller) ou expansão antes da extração (cozimento). Nos processos mecânicos de extração, mas que envolvem pressão e tratamento térmico, ocorre redução para cerca de 0,05% (Cheeke, 1998; Gadelha et al., 2011).

Para Alexander et al. (2008), o teor de gossipol livre na torta algodão varia de 129 a 6900 mg/kg do alimento, sendo influenciado pelo uso de solvente, retirada da casca das sementes e prensagem.

4. Considerações Finais

Na década de 1970, a maioria das áreas de produção da região Nordeste, em especial na região Semiárida, que corresponde a mais de 70% do total do Nordeste, predominava na cotonicultura o pequeno produtor, que utilizava a mão-de-obra familiar, com elevada importância social e econômica, para centenas de municípios zoneados para o cultivo do algodão. Também naquela época havia uma integração entre Lavoura-Pecuária em quase todo estabelecimento agrícola, que plantavam os algodoeiros arbóreo e herbáceo. Vale acrescentar que na referida região existiam várias unidades de extração de óleo de algodão e a produção de torta do caroço prensado usada na alimentação animal durante o período de verão.

Por meio das políticas públicas, com sua programação técnica implementadas por organizações públicas, tais como: Emater, unidades de pesquisa, UF entre outras, é possível promover o soerguimento da cultura do algodão no semiárido, de forma que venha gerar empregos e renda no meio rural. Caso venha acontecer esse fortalecimento do algodoeiro na região, ainda existem algumas usinas algodoeiras que poderão ser ativadas, principalmente nas cidades paraibanas de Patos, Sousa e Cajazeiras, as quais poderão adquirir a produção dos agricultores. Além disso, esse novo cenário em atividade poderá contribuir significativamente na redução do preço da torta de algodão (saco de 50 kg por 95 reais), uma vez que o seu preço elevado atual se deve ao transporte de caroços de algodão (frete) provenientes da região do cerrado (Bahia e Mato Grosso) para abastecer as unidades processadoras de torta da Paraíba.

Por outro lado, há autores que sinalizam que os subprodutos do algodão são importantes ingredientes para serem utilizados

na alimentação animal. Eles são capazes de fornecer desde fontes proteicas (caroço e farelo de algodão), fonte de fibra (caroço e casca de algodão) até fonte de ácidos graxos insaturados (caroço de algodão e amêndoas).

Para alcançar sucesso no empreendimento de produção de torta é necessário melhorar o marketing do produto (qualidade da ração) pelo fato da semente de algodão possui características proteicas adequadas, que possibilita o seu uso na alimentação animal. Ou seja, como qualquer outro ingrediente, é importante conhecer as particularidades dos subprodutos do algodão para que possam ser utilizados na alimentação animal da forma mais correta possível.

Por outro lado, conforme o depoimento de um pequeno agropecuarista de Sousa-PB, um saco de torta de algodão (95 kg) é fornecido para a alimentação de 3 vacas lactantes na sua propriedade, durante o período de cinco dias (10 kg de torta por dia distribuída para os 3 animais). Ele utiliza a seguinte ração diária: mistura de torta de algodão + farelo de milho + capim como volumoso ou palma forrageira.

Referências

- ABRAPA—Associação Brasileira de Produtores de Algodão (2014). Recuperado de <http://www.abrapa.com.br>.
- Alexander, J., Benford, D., Cockburn, A., Cravedi, J-P, Dogliotti, E., Di Domenico, A., ... Verger, P. (2008). Gossypol as undesirable substance in animal feed. *The EFSA Journal*, 7(1), 1-55. doi.org/10.2903/j.efsa.2009.908.
- Alves, L. R. A., Barros, G. S. C., & Bacchi, M. R. P. (2008). Produção e exportação de algodão: efeitos de choques de oferta e de demanda. *Revista Brasileira de Economia*, 62(4), 381-405. doi.org/10.1590/S0034-71402008000400002.
- Araújo, A. E., Silva, C. A. D., & Freire, E. C. (2003). *Cultura do algodão herbáceo na agricultura familiar*. Embrapa Algodão. Recuperado de <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar/>.
- Bell, A. A. (1967). Formation of gossypol in infected or chemically irritated tissues of *Gossypium* species. *Phytopathology*, 57(1), 759-764. doi.org/10.1590/S0006-87051995000100005.
- Beltrão, N. E. M. (2000). O que fazer com a semente de algodão? *Revista Cultivar*, 2(17), 38-39.
- Bernardes, E. B., Coelho, S. G., Carvalho, A. U., Oliveira, H. N., Reis, R. B., Saturnino, H. M., Silva, C. A., & Costa, T. C. (2007). Efeito da substituição do feno de Tifton 85 pelo caroço de algodão como fonte de fibra na dieta de bezerras. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 59(4), 955-964. doi.org/10.1590/S0102-09352007000400022.
- Brasil - Companhia Nacional de Abastecimento. (2015). *Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Safra 2014/15, 2(9) - Nono levantamento*. Brasília, DF: Conab. Recuperado de http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_11_09_00_38_boletim_graos_junho_2015.pdf.
- Calhoun, M. C., Kuhlmann, S. W., & Baldwin, B. C., Jr. (1995). Cotton feed product composition and gossypol availability and toxicity. In *Proceedings of the National Invitational Symposium on Alternative Feeds for Dairy and Beef Cattle*, (pp 125-145). St. Louis, MO.
- Carvalho, F. P. A. (2005). *Eco-eficiência na produção de pó e cera de carnaúba no município de Campo Maior (PI)* (Dissertação de mestrado) Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, Brasil.
- Carvalho, P. P. (1996). *Manual do algodoeiro Lisboa*. Lisboa: Instituto de Investigação Científica Tropical.
- Cheeke, P. R. (1998). *Natural Toxicants in Feeds, Forages, and Poisonous Plants* (2a ed.). Danville: Interstate Publishers.
- Chizzotti, M. L., Valadares, S. C., Fº, Leão, M. I., Valadares, R. F. D., Chizzotti, F. H. M., Magalhães, & K. A., Marcondes, M. I. (2005). Casca de algodão em substituição parcial à silagem de capim-elefante para novilhos. 1. Consumo, degradabilidade e digestibilidade total e parcial. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(6), 2092-2102. doi.org/10.1590/S1516-35982005000600035.
- Cordeiro, A. M., Oliveira, G. M. D., Rentería, J. M., & Guimarães, C. A. (2007). Revisão sistemática: uma revisão narrativa. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, 34(6), 428-431. doi.org/10.1590/S0100-69912007000600012.
- Fernandes, J. M. B., Vieira, L. T., & Castelhana, M. V. C. (2023). Revisão narrativa enquanto metodologia científica significativa: reflexões técnicas-formativas. *Revista Educacional da Sucesso*, 13(2), 45-60.
- Food and Agricultural Organization United Nations (FAO). (1992). *Tropical feeds*. Oxford Computer Journals. Recuperado de <http://http://www.fao.org/publications>.
- Gadelha, I. C. N., Rangel, A. H. N., Silva, A. R., & Soto-Blanco, B. (2011). Efeitos do gossypol na reprodução animal. *Acta Veterinaria Brasilica*, 5(2), 129-135.
- Gadelha, I. C. N., Fonseca, N., Oloris, S. C. S., & Soto-Blanco, B. (2014). Gossypol toxicity from cottonseed products. *The Scientific World Journal*. (2014). 1-11.

- Gadzama, I. U., & Diaz, F. (2020). *Torta de semillas de algodón como fuente de proteína by-pass para vacas lecheras*. 3p. Recuperado de <https://dellait.com/es/torta-de-semillas-de-algodon-como-fuente-de-proteina-by-pass/>.
- Gioielli, L. A. (1996). Óleos e gorduras vegetais: composição e tecnologia. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 5(2), 211- 232. doi.org/10.1590/S0102-695X1996000200008.
- Gondim-Tomaz, R. M. A., Erismann, N. M., Cia, E., Kondo, J. I., Fuzatto, M. G., & Carvalho, C. R. L. (2016). Teor de óleo e composição de ácidos graxos em sementes de diferentes genótipos de algodoeiro. *Brazilian Journal of Food Technology*, 19(1), 1-8. doi.org/10.1590/1981-6723.7115.
- Kandyliis, K., Nikokyris, P. N., & Deligiannis, K. (1998). Performance of Growing.Fattening Lambs Fed Whole Cotton Seed. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78(2), 281-289.
- Madruza, M. S., Vieira, T. R. L., Cunha, M. G. G., Pereira Filho, J. M., Queiroga, R. C. R. E., & Sousa, W. H. (2008). Efeito de dietas com níveis crescentes de caroço de algodão integral sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(8), 1496-1502. doi:10.1590/S1516-35982008000800023.
- Magalhães, K. A., Filho, S. C. V., Valadares R. F. D., Paixão M. L., Pina D. S., Paulino P. V. R., Marcondes, M. I. M., Araújo A. M., & Porto M. O. (2005). Produção de proteína microbiana, concentração plasmática de ureia e excreções de ureia em novilhos alimentados com diferentes níveis de ureia ou casca de algodão. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(4), 1400-1407. doi.org/10.1590/S1516-35982005000400038.
- MilkPoint. (2019). *Devido ao seu preço baixo, caroço de algodão passa a ser opção favorável para bovinocultores*. 4p. Recuperado de <https://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/giro-noticias/29042019-as-05h00-barato-caroco-de-algodao-vira-racao-para-bois-213757/>.
- National Research Council (NRC). (2007). *Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids*. Washington, D.C.: National Academic Press, 362p.
- Paim, T. P., Louvandini, H., McManus, M. C., & Abdalla, L. A. (2010). Uso de subprodutos do algodão na nutrição de ruminantes. *Ciências Veterinárias nos Trópicos*. 13(1/2/3), 24-37.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [Free book]. Santa Maria: Editora da UFSM. <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/15824>
- Pina, D. S., Valadares Filho, S. C., Valadares, R. F. D., Campos, J. M. S., Detmann, E., Marcondes, M. I., ... Teixeira, R. M. A. (2006). Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de proteína. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(4), 1543-1551. doi.org/10.1590/S1516-35982006000500037.
- Prado, I. N., & Moreira, F. B. (2002). *Suplementação de bovinos no pasto e alimentos alternativos usados na bovinocultura*. Maringá: Eduem, 162p.
- Queiroga, V. P., Barbosa, C. R. C., Firmino, P. T., Almeida, F. A. C., & Albuquerque, E. M. B. (2016). *Oitica: Exploração Agrônômica e Aproveitamento Energético*. Campina Grande: AREPB, 175p.
- Queiroga, V. P., Mendes, N. V. B., & Lima, D. C. (2023). Tecnologia para produção do óleo de algodão. *Research, Society and Development*, 12(3), e29412340843. doi:10.33448/rsd-v12i3.40843.
- Risemberg, R. I. C., Waikin, M., & Shitsuka, R. (2026). *A importância da metodologia científica no desenvolvimento de artigos científicos. e-Acadêmica*, 7(1), e0171675. doi.org/10.52076/eacad-v7i1.675
- Rodrigues, G.; & Mendonça, L. (2024). *Uso de proteína Bypass em dietas de vacas leiteiras: veja as principais características*. 5p. Recuperado de <https://rehagro.com.br/blog/uso-de-proteina-bypass-em-dietas-de-vacas-leiteiras/>.
- Rogério, M. C. P., Borges, I., Santiago, G. S., & Teixeira, D. A. B. (2003). Uso do caroço de algodão na alimentação de ruminantes. *Arquivo de Ciência Veterinária e Zoologia*, 6(1), 85-90.
- Rogers, G. M., Poore, M. H., & Paschal, J. C. (2002). Feeding cotton products to cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 18(2), 267-294. doi:10.1016/s0749-0720(02)00020-8.
- Rother, E. T. (2007). Revisão sistemática X revisão narrativa. *Acta Paul. Enferm.*, 20(2), 5-6. doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001.
- Santos, I. C. S., Wanderley Júnior, J. S. A., Santos, F. N., Silva, M. N. B., & Gonzaga, L. A. (2009). Beneficiamento de algodão orgânico no agreste paraibano. *Anais do Congresso Brasileiro do Algodão*, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 7.
- Santos, R. F., & Kouri, J. (2007). O Brasil no mercado mundial do algodão. *Anais Congresso Brasileiro do Algodão*, Uberlândia, MG, Brasil, 6.
- Shaver, T. N., & Lukefahr, M. J. (1969). Effect of flavonoid pigments and gossypol on growth and development of the bollworm, tobacco budworm, and pink bollworm. *Journal of Economic Entomology*, 62(3), 643-646. doi.org/10.1093/jee/62.3.643.
- Soto-Blanco, B. (2008). Gossipol e fatores anti-nutricionais da soja. In: Spinosa H. S., Górniak S. L., Palermo Neto, J. (Eds.). *Toxicologia Aplicada à Veterinária* (pp. 531-545). São Paulo: Manole.
- Zervoudakis, J. T., Leonel, F. P., Cabral, L. S., Hatamoto-Zervoudakis, L. K., Alves, A. F., Cosentino, P. N., ... Carvalho, D. M. G. (2010). Substituição do farelo de soja por farelo de algodão alta energia em dietas para vacas leiteiras: composição do leite e custo de produção. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 11(1), 150-159.
- Zhang, W. J., Xu, G. R., Pan, X. L., Yan, X. H., & Wang, Y. B. (2007). Advances in gossypol toxicity and processing effects of whole cottonseed in dairy cows feeding. *Livestock Science*, 111(1), 1-9. doi:10.1016/j.livsci.2007.03.006