



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**



**LÍRIAN FRANÇA OLIVEIRA**

**A AUSÊNCIA DE GOSSIPOL (*GLANDLESS*) AFETA A PRODUTIVIDADE E  
RENDIMENTO DO ALGODOEIRO?**

**UBERLÂNDIA – MG**

**2020**

**LÍRIAN FRANÇA OLIVEIRA**

**A AUSÊNCIA DE GOSSIPOL (*GLANDLESS*) AFETA A PRODUTIVIDADE E  
RENDIMENTO DO ALGODOEIRO?**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Agronomia, da Universidade Federal de  
Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro  
Agrônomo.

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Larissa Barbosa de  
Sousa

**Coorientador:** M.e Daniel Bonifácio Oliveira  
Cardoso

**UBERLÂNDIA – MG**

**2020**

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, pelo dom da vida e todas as bênçãos concedidas para que pudesse concretizar mais uma etapa.

Aos meus pais Enio e Luciene, os quais me deram a oportunidade de desempenhar diversas atividades extracurriculares que contribuíram para o meu processo de desenvolvimento pessoal. Obrigada por sempre estarem ao meu lado me dando todo apoio, seja emocional, financeiro, me incentivarem nos estudos e por serem estas pessoas exemplares, que juntas são minha base e inspiração para ser uma pessoa melhor e bem sucedida profissionalmente.

Agradeço à Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Larissa Barbosa de Sousa, pela orientação e dedicação empregada no desenvolvimento do trabalho. Obrigada por todas as mensagens de incentivo, sermões e momentos reflexivos, que me ajudaram a seguir determinada em busca dos meus objetivos.

Agradeço ao Me. Daniel Bonifácio Oliveira Cardoso pela coorientação e todo apoio dado desde a instalação do experimento em campo até a escrita do trabalho de conclusão de curso. Obrigada pela sua amizade sincera, conselhos, paciência, honestidade e por acreditar em mim.

Agradeço aos membros do Programa de Melhoramento Genético do Algodoeiro da Universidade Federal de Uberlândia, que foram primordiais para a execução deste trabalho, pois sem a colaboração e empenho de cada um não seria possível a condução do experimento, o qual demandou muito esforço.

## RESUMO

O caroço de algodão é rico em óleo (18% - 25%) e proteína bruta (20 - 25%), por isso é muito utilizado como suplementação protéica na pecuária, além de facilitar a formulação de dietas de menor custo; na produção de óleo comestível e biodiesel. Porém mesmo com tamanha possibilidade de uso, o caroço de algodão não é tão rentável e valorizado como a fibra e possui suas limitações de uso em dietas destinadas a ruminantes, devido à presença de gossipol (fator antinutricional), o qual também é responsável por aumentar o custo de refino e descoloração do óleo de algodão. Neste sentido, o experimento objetivou avaliar se a ausência de gossipol afeta no desenvolvimento e produtividade de algodoeiro de fibra branca e colorida. O experimento foi conduzido em uma área experimental localizada na Fazenda Capim Branco, no município de Uberlândia, Minas Gerais, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia (UFU), na safra 2018/2019. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completamente casualizados (DBC) com quatro repetições. As parcelas experimentais foram compostas por quatro linhas de quatro metros de comprimento, espaçadas a 90 centímetros. Foram escolhidas aleatoriamente cinco plantas da área útil por parcela, a fim de realizar as avaliações dos caracteres: altura da parte aérea; diâmetro do caule; área foliar; número de botões florais, flores, maçãs e nós; peso de 30 capulhos; produtividade de algodão em caroço e rendimento de fibra de sete genótipos, sendo seis (H, P, SG, 8, 10 e 13) provenientes do Programa de Melhoramento Genético de algodoeiro da UFU (PROMALG) e um genótipo comercial da empresa Bayer (FM980). Os dados foram submetidos à análise de variância (Teste F) e ao teste comparativo de médias de Tukey ( $p < 0,05$ ) pelo programa GENES. O genótipo sem gossipol (SG) se mostrou superior ao FM980 e ao H, quanto ao índice de área foliar (IAF). E ainda sim, mesmo com médias inferiores de número de flores e maçãs, quando comparado com os genótipos P e H, obteve igual produtividade de algodão em caroço, possivelmente por apresentar a maior média de peso de 30 capulhos. Portanto, a ausência do gossipol interferiu no desenvolvimento do algodoeiro e refletiu diretamente na produtividade.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum*, caroço de algodão, *glandless*

## SUMÁRIO

<b><u>1. INTRODUÇÃO</u></b> .....	6
<b><u>2. REVISÃO DE LITERATURA</u></b> .....	8
<b><u>2.1 O ALGODOEIRO</u></b> .....	8
<b><u>2.2 A MORFOLOGIA DO ALGODOEIRO</u></b> .....	9
<b><u>2.3 GOSSIPOL</u></b> .....	10
<b><u>2.4 MELHORAMENTO DO ALGODOEIRO</u></b> .....	12
<b><u>3. MATERIAL E MÉTODOS</u></b> .....	14
<b><u>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</u></b> .....	17
<b><u>5. CONCLUSÕES</u></b> .....	21
<b><u>REFERÊNCIAS</u></b> .....	22

## 1. INTRODUÇÃO

O algodão é um produto de extrema importância para o Brasil, o qual é o quarto produtor mundial e o segundo exportador mundial (ABRAPA, 2019). Este é comercializado na forma de pluma, o qual tem seu preço cotado em arrobas, a partir da bolsa de Chicago.

A pluma é o principal produto econômico do algodoeiro, a qual proporciona uma alta lucratividade ao produtor rural quando apresenta uma boa qualidade de fibra, que é mensurada a partir de características como: comprimento, uniformidade, índice micronaire, maturidade, finura, resistência à ruptura (tenacidade), alongamento, calorimetria (reflectância, grau de amarelo, cargas) e contaminantes (RESENDE et al., 2014)

O caroço de algodão, obtido nas máquinas algodoeiras, após a retirada da pluma, é rico em óleo (18% - 25%) e proteína bruta (20 - 25%), por isso é muito utilizado como suplementação protéica na pecuária, além de facilitar a formulação de dietas de menor custo (CRANSTON et al., 2006); na produção de óleo comestível e biodiesel.

No processo de extração do óleo, há a formação de alguns subprodutos primários, como o linter, a casca e a amêndoa; os secundários, como a farinha integral, o óleo bruto, torta e farelo; os terciários, que são o óleo refinado, borra e farinha desengordurada (AMIPA, 2019).

Porém mesmo com tamanha possibilidade de uso, o caroço de algodão não é tão rentável e valorizado como a fibra e possui suas limitações de uso em dietas destinadas a ruminantes. São elas: alto teor de lipídios, que pode ocasionar alteração na fermentação ruminal, devido à supressão das atividades de bactérias celulolíticas e metanogênicas (VAN SOEST, 1994); e a presença de gossipol (fator antinutricional).

O gossipol é um aldeído polifenólico encontrado na forma livre (tóxico) ou ligado a proteínas, nas glândulas de pigmentos das sementes, caules, ou folhas do algodoeiro (SOUZA, 2008, NASCIMENTO, 2009).

As glândulas de gossipol são pequenos pontos de coloração escura vistos a olho nu, que conferem resistência às plantas contra muitos patógenos e insetos praga (CARVALHO, 1996, SHAVER, 1969). De acordo com Coutinho (2002) o gossipol causa infertilidade aos insetos pragas, reduzindo a proliferação de predadores no algodoeiro.

Todos os animais, incluindo os seres humanos, são sensíveis ao gossipol, mas os monogástricos e pré- ruminantes parecem ser mais afetados. Os ruminantes são mais resistentes,

devido a ligação deste composto polifenólico com proteínas solúveis no rúmen (VIANA, 2011).

A toxicidade desde aleloquímico em ruminantes, primeiramente afeta o coração e o fígado, e posteriormente o trato reprodutivo, o abomaso e os rins (MORGAN, 2012). Em ruminantes jovens, os quais são mais sensíveis a este composto, irá provocar sinais de toxidez como: baixa produção e perda econômica. Caso apresentem altos níveis de intoxicação, estes podem morrer, devido a danos no coração e fígado. Contudo, os animais adultos não apresentam sinais clínicos específicos, porém, sofrem com a queda na produção, infertilidade, diarreia e perda econômica (PUSCHNER, 2002).

Por isso a determinação do gossipol presente no alimento é de extrema importância para estabelecer a quantidade de caroço de algodão que pode estar presente na ração (VIANA, 2011).

Segundo Jenkins (1966) o uso de cultivares de algodão sem glândulas de gossipol beneficiaria as indústrias de farelo e óleo de algodão, tornando o primeiro de uso ilimitado e diminuindo custos de refino e descoloração do segundo. Portanto, se fosse desenvolvida uma cultivar sem este composto, que seja tão produtiva, de alto rendimento e qualidade de fibra, quanto as cultivares comerciais, seria ideal, tanto para a industrial têxtil, quanto para as demais segmentações que fazem uso dos subprodutos do algodoeiro. Em vista disso, o objetivo do trabalho foi avaliar se a ausência de gossipol afeta no desenvolvimento e produtividade de algodoeiro de fibra branca e colorida.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O ALGODOEIRO

O algodoeiro é uma das fontes de fibra vegetal mais cultivado e utilizado pelo homem. Consiste em uma das principais culturas cultivadas no Brasil e tem grande importância econômica, devido a sua ampla diversidade de aplicações (JERÔNIMO et al., 2014).

Em razão da fibra do algodão ser constituída quase que totalmente de celulose, ela suporta altas temperaturas na passagem do ferro; é resistente, principalmente quando está molhada; utilizada para manter o conforto térmico do corpo em tempos frios, entretanto é fresca no verão (CARVALHO, 1996).

A partir da fibra as fábricas de afiação confeccionam os fios, os quais são utilizados pelas indústrias têxteis para a produção de diversos artefatos como: linha para costura, inúmeros tecidos; toalhas; lençóis, tecido de colchões; estofos de móveis e bancos de automóveis. Já as fibras curtas são utilizadas para fabricação de algodão hidrófilo para enfermagem e as fibras de menor qualidade fazem-se feltros; cobertores; tapetes; enchimentos de almofadas e chapas para radiografias (CARVALHO, 1996).

A semente é utilizada para fins alimentares e industrial, em função de possuir 18 a 25% de óleo e 20 a 25% de proteína bruta. O óleo extraído é submetido ao processo de refinamento, que permite o seu uso em saladas, no preparo de comidas, fabricação de margarinas e sabões (SANTOS; BARROS, 2004).

O bagaço é aproveitado para alimentação animal (fonte barata de proteína) e o tegumento, para produzir plásticos e borracha sintética. O linter (fibras curtas que ficam aderidas a semente depois da extração da fibra) também é utilizado na indústria química de plásticos, fabricação de raio e explosivos (CARVALHO, 1996).

Além de tantas utilidades, o cultivo de algodão emprega muitos trabalhadores, principalmente no setor têxtil. Este é um dos segmentos da cadeia produtiva do algodão, a qual divide-se em produção, processamento da fibra, fiação, tecelagem, confecção e consumo (CASTRO; LIMA; CRISTO, 2002).

Atualmente, o número de funcionários deve ter sofrido uma redução, devido à automatização da cotonicultura, porém ainda sim contribui bastante para geração de empregos. Este é um dos segmentos da cadeia produtiva do algodão, a qual divide-se em produção,



processamento da fibra, fiação, tecelagem, confecção e consumo (CASTRO; LIMA; CRISTO, 2002).

No cenário mundial, o Brasil é o quinto maior produtor e em sua última safra, de 2018/2019 a área plantada foi de 1.590,3 mil hectares, a qual teve um acréscimo de 35,4% em relação à safra anterior em razão de fatores como: clima favorável, taxa de câmbio, redução dos níveis de estoques internacionais, evolução dos preços nas principais praças produtoras e o bom ritmo das exportações. Tal incremento foi devido ao aumento de área em Mato Grosso e na Bahia, que juntos contribuem com mais de 88% da área estimada para a cotonicultura em 2018/19 (CONAB, 2019).

A safra de 2018/2019 obteve a produção de 2.663,8 mil toneladas de pluma, refletindo em um aumento de 32,8% sobre 2.005,8 mil toneladas, que foi a quantidade produzida na safra anterior. Também houve um acréscimo da produtividade de 1,9% (CONAB, 2019).

## 2.2 A MORFOLOGIA DO ALGODOEIRO

O algodoeiro é uma planta dicotiledônea, anual ou perene, pertencente à família das Malváceas e ao gênero *Gossypium*, cujas espécies catalogadas até o momento chegam a cinquenta e dois. Porém, destas, apenas quatro espécies são cultivadas comercialmente, sendo duas alotetraploides (*Gossypium hirsutum* L. e *G. barbadense* L.) e duas diplóides (*G. arboreum* L. e *G. herbaceum* L.) (BACHELIER & GOURLOT, 2018). O *Gossypium hirsutum* L. é a espécie mais cultivada em todo mundo, responsável por 90% da produção mundial de fibra e o *G. barbadense* L., por 8% da produção mundial (PENNA, 2005; ZHANG, 2008).

A planta de algodoeiro possui porte subarbustivo e crescimento indeterminado. Seu sistema radicular é do tipo pivotante, a qual pode alcançar 2,5 m de profundidade, havendo maior acúmulo entre 30 cm a 50 cm de profundidade (BORÉM; FREIRE, 2014).

O caule é responsável por sustentar os ramos vegetativos (monopodiais) e os reprodutivos (simpodiais), Além de transportar a seiva bruta via xilema e a seiva elaborada via floema. As ramificações simpodiais estão dispostas em ziguezague e possuem crescimento determinado ou definido, já os ramos monopodiais têm crescimento indeterminado, assim como o eixo principal da planta. Estes podem ramificar e dar origem a um ramo frutífero ou vegetativo. Ao observar o caule é possível notar tricomas e glândulas internas, local em que é armazenado o composto polifenólico, gossipol, cuja função é defender a planta de pragas e doenças (BORÉM; FREIRE, 2014).

O algodoeiro possui três tipos de folhas, sendo elas: cotiledonares, prófilos e verdadeiras (macrófilos). As folhas verdadeiras são simples e incompletas (ausência de bainha), e são classificadas em reprodutivas ou vegetativas. Esta última, quando comparada com a reprodutiva é mais longeva e de maior tamanho, garantindo a nutrição dos dois primeiros frutos de cada ramo frutífero (BORÉM; FREIRE, 2014).

As flores do algodoeiro são hermafroditas, de tonalidades que variam do branco a creme. Contudo, quando seus fitocromos ficam excitados, devido à radiação solar, tornam-se violáceas. A flor da planta de algodão é isolada, peduncular e com padrão de aparecimento em espiral. O sistema reprodutivo desta planta é considerado misto (intermediário), pois realiza autofecundação, na ausência de polinizadores. Entretanto, pode ocorrer uma taxa de polinização cruzada superior a 50%, se houver agentes polinizadores na área (BORÉM; FREIRE, 2014).

O fruto quando jovem é chamado de maçã e posteriormente a sua abertura adquire a denominação de capulho, no qual em cada lóculo possui 6 a 8 sementes. A epiderme da semente é lignificada e algumas de suas células se diferenciam em fibra, que quando são curtas são chamadas de linter. Sob este está localizado o tegumento (escuro), o qual forma a casca, que é dura e impermeável, devido a lignina. A semente também possui núcleo, endosperma e o embrião (constituído de caulículo, radículo e 2 cotilédones), que irá formar a amêndoa. Nos cotilédones estão presentes substâncias protéicas, óleo e glândulas de pigmentos, onde nestas também encontram-se aderidos o gossipol (BORÉM; FREIRE, 2014).

### **2.3 GOSSIPOL**

O gossipol (pigmento) é sintetizado em glândulas, as quais são pequenas pontuações esféricas de coloração escura, visíveis a olho nú, encontradas sobre os cotilédones, folhas, estípulas, sépalas, caule, ramos, frutos e na amêndoa da semente (CARVALHO, 1996).

Trata-se de um composto polifenólico de fórmula  $C_{30}H_{28}O_8$ , o qual é antioxidante, antipolimerizante (SANTOS, 1997) e contém dois pigmentos (amarelo e vermelho), sendo o de cor amarelada tóxico e o vermelho, pigmento corante, confere uma coloração acastanhada ao óleo da semente (CARVALHO, 1996).

No processamento das sementes, as glândulas de gossipol eclodem e liberam este composto, que estará presente na constituição dos derivados desde produto (caroço). No entanto a sua concentração irá depender do grau de extração, juntamente com o método empregado

(MARSÍGLIO, 2015). Posterior a extração do óleo, este é refinado (neutralização, desodorização, e branquiamento) devido à presença de gossipol e corantes, para que seja permitido o seu consumo (CARVALHO, 1996).

A amêndoa por ser rica em proteínas (20 a 25%) também poderia ser utilizada na fabricação de farinha para a alimentação humana. Contudo, a presença de gossipol impede o seu uso em razão de sua toxicidade (CARVALHO, 1996). Tal efeito tóxico ocorre apenas quando o gossipol está em sua forma livre, sendo capaz de formar espécies reativas de oxigênio, em decorrência de sua interação com membranas. Em grandes concentrações diminui a atividade de sistemas enzimáticos e na cadeia de transporte de elétrons mitocondrial desacopla os processos de respiração e fosforilação oxidativa (KOVACIC, 2003).

Já o bagaço de sementes de algodão é fornecido aos ruminantes adultos como fonte protéica, dado o seu baixo custo e por apenas estes animais suportarem doses elevadas de gossipol (CARVALHO, 1996), porém sofrem com a queda na produção, infertilidade, diarreia e perda econômica (PUSCHNER, 2002).

Os monogástricos são muito sensíveis a este composto polifenólico, ao contrário dos ruminantes que toleram, pois as bactérias do rúmen realizam a detoxificação de toxinas vegetais e/ou micotoxina. (BARBOSA; GATTÁS, 2004).

Porém, nas plantas, o gossipol é responsável por conferir certa resistência às pragas (sobretudo gafanhotos e lagartas) e às doenças causadas por fungos (CARVALHO, 1996), pois assim como os aldeídos-terpenos atuam como inibidores de proteinases (IPs) (MEISNER, 1978), que ao serem ingeridos pelos insetos herbívoros interferem no processo de degradação de proteínas no intestino médio (mesêntero). Desde modo os inibidores de proteinases são considerados anti-metabólicos, pois levam a uma deficiência protéica nos insetos, prejudicando o crescimento, desenvolvimento e reprodução (SILVA FILHO, 2000).

Portanto em plantas sem glândulas de gossipol será necessário um maior controle fitossanitário, visto que o algodão terá baixa toxicidade nos tecidos (LUKEFAHR, 1966; SINGH, 1972).

## **2.4 MELHORAMENTO DO ALGODOEIRO**

Em Arizona observou-se pela primeira vez um material sem glândulas de gossipol (glandless), cuja característica surgiu em decorrência de uma mutação na progênie do cruzamento

da variedade Hopi Moencopi com uma Acala. Este é um caráter qualitativo e existem seis fatores genéticos que controlam a presença de glândulas em diversas partes da planta, sendo os mais importantes Gl2 e Gl3 e suas formas recessivas: gl2 e gl3 (CARVALHO, 1996).

Posteriormente a descoberta do algodoeiro mutante, surgiram vários programas de melhoramento genético nos Estados Unidos da América, África e Ásia, os quais almejavam transferir tal característica para variedades comerciais com a finalidade de produzir caroço de algodão sem gossipol (MCMICHAEL, 1959; MCMICHAEL, 1960; MIRAVALLE; HYER, 1962; LUCAS; JIVIDEN, 1987). Porém tais variedades de algodão não obtiveram sucesso comercial, pois em condições de campo, as plantas sem glândulas eram extremamente suscetíveis ao ataque de diversos insetos-pragas, já que careciam de terpenóides protetores (BOTTGER et al., 1964; JENKINS et al., 1966).

Através da tecnologia antisense foi realizado inúmeras tentativas nesta última década a fim de eliminar o gossipol da semente do algodão, contudo resultou em uma pequena redução do composto (MARTIN et al., 2003; BENEDICT et al., 2004).

Existem alguns métodos que utilizam um promotor específico de semente em conjunto com a tecnologia de silenciamento de RNA de interferência (RNAi) para reduzir seletivamente o gossipol na semente sem afetar os níveis deste composto e terpenóides na folhagem e outros tecidos da planta (folhas, brácteas, brotos, maçãs e raízes), pois estas substâncias fornecem resistência a certas pragas e doenças (SUNILKUMAR; RATHORE; CAMPBELL, 2006) .

Já existem linhagens de algodoeiro sem glândulas de gossipol que apresentaram um bom desempenho, como por exemplo o G 4926 e G 4611, pertencentes a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), os quais se destacaram por apresentar ótima qualidade de fibra, sendo passível de serem submetidas ao melhoramento de outras características agronômicas (PENNA; TORRES, 1994).

Portanto a característica *glandless* tem um imenso potencial a ser explorado ainda, e para isto as instituições de pesquisa possuem a difícil tarefa de produzir uma cultivar que seja competitiva comercialmente em termos de produtividade e qualidade de fibra, a fim de se tornar viável a sua produção pelo produtor. Alcançado tal objetivo haveria o incremento no preço do caroço de algodão, resultando em maior lucratividade para o produtor, além de ser benéfico para as indústrias de nutrição.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma área experimental localizada na Fazenda Capim Branco (18°52'S; 48°20'W e 805m de altitude), pertencente à Universidade Federal de Uberlândia-UFU, no município de Uberlândia, Minas Gerais, na safra 2018/2019.

A área em que foi realizado o experimento situa-se sobre Latossolo Vermelho escuro, de textura argilosa. Antes de sua implantação, coletou-se uma amostra composta de solo, a qual foi levada para o laboratório LABAS e LAMAS da UFU, onde foram feitas análises químicas e físicas, respectivamente, para fins de recomendação de calagem e adubação.

O preparo do solo foi feito de forma convencional, com uma aração e duas gradagens. Em seguida, de acordo com as necessidades do solo foi realizada a calagem e gessagem, assim como a adubação, porém esta só foi feita depois de ter nivelado e sulcado a área. A adubação de plantio procedeu-se conforme a recomendação do 5º Aproximação para a cultura do algodoeiro, a qual consiste em fornecer 20-80-40 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e potássio (K<sub>2</sub>O). As fontes utilizadas foram: ureia, MAP (Fosfato Monoamônico) e cloreto de potássio, respectivamente.

Antes da semeadura, as sementes foram tratadas com os produtos de nome comercial: Sombrero, um inseticida, que age por meio do contato e ingestão, cujo ingrediente ativo é o imidacloprido; e o Vitavax Thiram 200 SC, um fungicida com modo de ação sistêmico e de contato, cujos ingredientes ativos são a caboxina e o tiran. Ambos utilizados na dose de 500 mL do produto comercial para cada 100 Kg de sementes. A semeadura foi realizada manualmente no dia 21 de dezembro de 2018 e procedeu-se com o posicionamento de 8 sementes por metro linear (espaçamento de 12,5 cm entre planta) a dois centímetros de profundidade.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completamente casualizados (DBC) com quatro repetições. As parcelas experimentais foram compostas por quatro linhas de quatro metros de comprimento, espaçadas a 90 centímetros. Contudo, a área útil da parcela foi constituída somente pelas duas linhas centrais, desprezando 50 centímetros de cada extremidade.

O controle de plantas infestantes de pré-semeadura foi realizado com a aplicação do herbicida de nome comercial Dual Gold na dose de 1,5 litros por hectare, cujo ingrediente ativo é o metolacoloro, de ação pré-emergência.

A adubação de cobertura foi realizada em dois parcelamentos, entre 20-25 e aos 40-45 dias após a emergência (DAE), em que consistiu na aplicação de 120 Kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de ureia, e 80 Kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na forma de cloreto de potássio. Em relação a pragas e doenças foi feito monitoramento diário e quando verificado na área uma alta taxa de infestação, foram realizadas aplicações com produtos fitossanitários recomendados para a cultura.

Para o controle do crescimento vegetativo das plantas de algodoeiro foi utilizado o bio-regulador de crescimento de nome comercial Pix, cujo ingrediente ativo é o cloreto de mepiquat, com a finalidade de condicionar um maior pegamento e desenvolvimento das flores. As aplicações eram feitas quando as plantas apresentavam distância entre nó superior a 2,5 cm, característica indicativa de maior direcionamento de fotoassimilados para o desenvolvimento vegetativo.

Como forma de proporcionar uma maior retenção das partes reprodutivas do algodoeiro, ou seja, diminuir a taxa de abortamento foi aplicado uma solução de ácido bórico, (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) na proporção de 2 kg ha<sup>-1</sup>, porém para evitar problemas com fitotoxidez foi parcelado em 5 aplicações (ou seja: 400 g ha<sup>-1</sup> por aplicação).

Foram avaliados sete genótipos, sendo um comercial de fibra branca da empresa Bayer (FM 980) e seis do Programa de Melhoramento Genético do Algodoeiro da Universidade Federal de Uberlândia (PROMALG/ UFU) identificadas como: H, P, SG, 8, 10 e 13. Os genótipos codificados por letra, ou seja, H, P, SG produzem fibras brancas e os de identificação numérica produzem fibras coloridas.

Foram escolhidas aleatoriamente cinco plantas da área útil por parcela, a fim de realizar as avaliações dos caracteres: altura da parte aérea; diâmetro do caule; índice de área foliar; número de botões florais, flores, maçãs e nós reprodutivos; altura de inserção do 1º nó reprodutivo; peso de 30 capulhos; produtividade de algodão em caroço e rendimento de fibra.

A primeira avaliação foi realizada quando 50% das plantas da área útil de cada parcela apresentavam pelo menos 1 botão floral aberto (florescimento pleno). Foram avaliados a altura da parte aérea; diâmetro de caule aos 10 cm, através de um paquímetro; índice de área foliar, o qual foi calculado a partir da equação  $Y = 0,7254 \times (X)^{2,08922}$ , sendo Y o valor do índice de área foliar (em cm<sup>2</sup>) e X o valor do comprimento do limbo foliar (em cm) aferido com a régua no sentido longitudinal; também foi feito a contagem do número de botões florais, flores, maçãs e nós, das cinco plantas escolhidas aleatoriamente por parcela.

A segunda avaliação foi realizada quando as plantas da área útil de cada parcela

apresentavam 80% dos capulhos abertos. Foram avaliados novamente a altura da parte aérea, diâmetro do caule e número de maçãs; além de analisar outras variáveis importantes como: número de capulhos, nós, altura de inserção do 1º nó reprodutivo.

Posteriormente, foram colhidos 30 capulhos de plantas escolhidas aleatoriamente na área útil de cada parcela, a fim de obter a média do peso de capulho. Por fim, colheu-se todo o algodão em caroço da área útil de cada parcela, o qual foi beneficiado em seguida, para estimar a produtividade de algodão em caroço (kg ha<sup>-1</sup>) e o rendimento de pluma (%), que é mensurado a partir da razão entre peso de pluma e o peso de algodão em caroço, multiplicado por cem.

Os dados foram submetidos à análise de variância (Teste F) e ao teste comparativo de médias de Tukey (p<0,05) pelo programa GENES (CRUZ, 2016).

**Tabela 1:** Características vegetativas e reprodutivas avaliadas na safra 2018/2019

Características Morfológicas	Período de Avaliação
Índice de área foliar (IAF)	Florescimento Pleno
Número de Flores (NF)	
Número de maçãs (NM)	
Número de botões (NB)	
Número de nós (NN)	
Altura de parte aérea (ALT)	
Diamêtro de caule (DC)	
Número de maçãs (NM2)	80% dos capulhos abertos
Número de capulhos (NC)	
Número de nós (NN2)	
Altura de parte aérea (ALT2)	
Altura de inserção do 1º nó reprodutivo (ALTN)	
Diamêtro de caule (DC2)	
Peso médio de 30 capulhos (P30C)	
Rendimento de Fibra (RF)	
Produtividade de algodão em caroço (PC)	

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram detectadas diferenças significativas pelo teste F para as características: índice de área foliar, número de flores, número de maçãs, número de nós, rendimento de fibra e peso de 30 capulhos, que indica a existência de divergência genética entre os genótipos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resumo do quadro de análise de variância e coeficiente percentual da variação experimental para 6 características avaliadas em 7 genótipos de algodoeiro, semeados, no município de Uberlândia, Minas Gerais, safra 2018/2019.

FV	GL	Quadrados Médios					
		IAF	NF	NM	NN2	RF	P30C
Bloco	3	149,61	0,04	2,28	8,53	1,37	0,00
Genótipos	6	1628,61 *	1,30 **	1,84 **	3,92 *	87,20 **	0,00 **
Resíduo	18	501,45	0,31	0,45	1,31	1,06	0,00
Média		159,77	1,44	1,35	19,64	35,75	0,18

(\*\*): significativo pelo Teste F; (p>0,01); (\*): significativo pelo Teste F; (p>0,05); FV = Fontes de variação; GL = Graus de liberdade; IAF = Índice de área foliar (cm<sup>2</sup>); NF = Número de flores; NM = Número de maçãs; NN2 = Número de nós contabilizados na 2ª avaliação; RF = Rendimento de fibra (%); P30C = Peso de 30 capulhos (kg).

Para as demais características avaliadas, tais como: altura de plantas, diâmetro de caule, número de botões, número de maçãs, número de capulhos, número de nós, altura de inserção do 1º nó e produtividade de algodão em caroço não foi observada variabilidade genética (Tabela 3).

**Tabela 3.** Resumo do quadro de análise de variância e coeficiente percentual da variação experimental para 10 características avaliadas em 7 genótipos de algodoeiro, semeados, no município de Uberlândia, Minas Gerais, safra 2018/2019.

FV	GL	Quadrados Médios									
		ALT	DC	NB	NN	ALT2	DC2	ALTN	NM2	NC	PC
Bloco	3	320,36	8,49	176,34	0,55	728,16	3,41	12,23	0,56	26,63	1986719,17
Genótipos	6	95,76 ns	1,53 ns	138,74 ns	0,75 ns	55,59 ns	2,33 ns	14,43 ns	3,25 ns	10,49 ns	1085162,68 ns
Resíduo	18	70,57	2,35	78,05	0,61	76,64	3,92	14,46	1,98	15,45	857611,56
Média		84,47	13,84	22,36	12,60	120,91	16,86	21,15	1,71	18,22	4577,04



(ns): não significativo; FV = Fontes de variação; GL = Graus de liberdade; ALT = Altura de planta (cm); DC = Diâmetro de caule (mm); NB = Número de botões florais; NN = Número de nós; ALT2 = Altura de planta (cm); DC2 = Diâmetro de caule (mm); ALTN = altura de inserção do 1º nó reprodutivo (cm); NM2 = Número de maçã; NC = Número de capulhos; PC = Produtividade de algodão em caroço (kg ha<sup>-1</sup>).

Na tabela 3 o genótipo sem gossipol (SG) se mostrou superior ao FM980 (comercial) e ao H, quanto ao índice de área foliar (IAF), possivelmente devido ao maior direcionamento de fotoassimilados para o desenvolvimento foliar, já que não apresenta gasto energético com a produção de gossipol; ou devido a fator genético. Porém, não diferiu dos genótipos 8, 13, P e 10, quanto a característica índice de área foliar, medida no florescimento pleno (> 50% das plantas com flores).

**Tabela 4.** Médias das características morfológicas dos genótipos de algodoeiro, semeados no município de Uberlândia, Minas Gerais, safra 2018/2019.

Genótipo	IAF (cm <sup>2</sup> )	NF	NM	NN2	RF (%)	P30C (g)
SG	197,94 a	1,75 a	1,20 ab	18,30 a	35,87 bc	8,33 a
8	168,78 ab	1,40 ab	1,50 ab	19,35 a	32,26 de	5,66 b
13	161,71 ab	1,60 a	1,65 ab	20,95 a	30,31 e	5,33 b
P	159,00 ab	1,75 a	1,94 a	19,05 a	35,09 bc	5,66 b
10	151,50 ab	1,25 ab	0,85 ab	18,90 a	34,65 cd	5,33 b
FM980	143,62 b	0,29 b	0,17 b	20,45 a	45,01 a	5,00 b
H	135,86 b	2,05 a	2,15 a	20,50 a	37,06 b	6,33 b

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. IAF = Índice de área foliar (cm<sup>2</sup>); NF = Número de flores; NM = Número de maçãs; NN2 = Número de nós; RF = Rendimento de fibra (%); P30C = Peso médio de 30 capulhos (g).

De acordo com Wandelli e Marques Filho (1999) o índice de área foliar é resultado da resposta da planta a diversos fatores bióticos e abióticos como: as condições químicas, físicas e biológicas do solo; ao clima (temperatura, umidade e radiação), à herbivoria e competição. Contudo, neste trabalho, verificou-se que o ataque de pragas no genótipo SG (*glandless*) provavelmente não comprometeu o índice de área foliar, apesar de ser o esperado, tendo em visto que o gossipol confere ao algodoeiro um certo grau de resistência a herbivoria.

A produtividade é decorrente de inúmeros fatores como temperatura, luminosidade, disponibilidade de água, fertilidade do solo e tratos culturais, os quais podem interferir de maneira positiva ou negativa sobre a quantidade de botões florais, flores, maçãs (frutos jovens) e capulhos

(fruto abertos), que são estruturas cruciais para obtenção de uma boa produtividade. O número de nós também é uma característica importante, tendo em vista que um maior número de ramos possibilita que o algodoeiro produza mais estruturas reprodutivas. Ao analisar os dados na tabela 3 nota-se que o número de nós não diferiu entre os genótipos, portanto era esperado semelhantes números de flores e maçãs, porém tais componentes de produção diferiram.

Também foi possível observar que os genótipos P e H obtiveram as maiores médias de número de flores (1.75 e 2.05, respectivamente) e maçãs (1.94 e 2.15, respectivamente) (Tabela 4), contudo não refletiram em maiores produtividades (Tabela 5). No entanto o genótipo sem gossipol mesmo com médias de número de flores e maçãs inferiores (Tabela 4), obteve produtividade de algodão em caroço igual a P e H (Tabela 5), possivelmente por apresentar a maior média de peso de 30 capulhos (Tabela 4). Uma possível explicação é que a planta direcionou este excedente energético para maturação e desenvolvimento dos frutos.

**Tabela 5.** Médias das características morfológicas dos genótipos de algodoeiro, semeados no município de Uberlândia, Minas Gerais, safra 2018/2019.

Genótipo	ALT (cm)	DC (mm)	NB	NN	ALT2 (cm)	ALTN (cm)	DC2 (mm)	NM2	NC2	PC (kg ha <sup>-1</sup> )
SG	86,3 a	14,48 a	19,6 a	12,2 a	126,15 a	20,9 a	17,13 a	1,2 a	16,55 a	4980,42 a
8	88,08 a	13,66 a	21,8 a	13,05 a	123,25 a	21,35 a	15,78 a	1,55 a	19,8 a	4740,81
13	86,56 a	14,31 a	25,75 a	12,55 a	121,0 a	22,45 a	17,45 a	2,6 a	17,85 a	3700,92 a
P	89,49 a	14,20 a	20,44 a	12,60 a	119,97 a	23,68 a	17,75 a	0,54 a	17,56 a	5264,67 a
10	77,08 a	13,91 a	32,46 a	13,2 a	115,65 a	17,9 a	16,08 a	2,2 a	20,7 a	4176,29 a
FM980	78,04 a	12,63 a	13,29 a	11,98 a	123,4 a	19,7 a	17,42 a	2,95 a	18,7 a	4452,19 a
H	85,79 a	13,67 a	23,2 a	12,65 a	116,95 a	22,05 a	16,42 a	0,9 a	16,35 a	4724,02 a

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. ALT = Altura de planta medida na 1º avaliação (cm); DC = Diâmetro de caule (mm); NB = Número de botões florais; NN = Número de nós; ALT2 = Altura de planta medida na 2º avaliação (cm); DC2 = Diâmetro de caule medido na 2º avaliação (mm); ALTN = altura de inserção do 1º nó reprodutivo medida na 2º avaliação (cm); NM2 = Número de maçãs contabilizadas na 2º avaliação; NC2 = Número de capulhos contabilizados na 2º avaliação; PC = Produtividade de algodão em caroço (kg ha<sup>-1</sup>);

Ao comparar os valores de produtividade de algodão em caroço encontrados, os quais variaram de 3700.91 a 5264.67 kg ha<sup>-1</sup>, nota-se que os genótipos SG, 8, FM980, H e P obtiveram

maiores médias em relação à produtividade nacional, a qual foi de aproximadamente de 4.316 kg ha<sup>-1</sup> na safra de 2018/2019 (CONAB, 2020).

Ao observarmos as médias do peso de 30 capulhos notamos o genótipo SG foi superior (Tabela 4), possivelmente por ter direcionado uma maior quantidade de fotoassimilados para os capulhos, já que não apresenta gasto energético com a produção de gossipol, contribuído assim por aumentar o peso dos capulhos e conseqüentemente a produtividade, como podemos visualizar na tabela 5. Apesar da estatística não detectar diferença.

Em relação ao caractere rendimento de fibra (RF), o qual se refere à porcentagem de fibras existentes em relação à produtividade de algodão em caroço, o genótipo comercial FM980 se mostrou superior aos demais, apresentando uma porcentagem de 45.01%. Contudo os valores de RF para os genótipos SG (35,87%), P (35,87%) e H (37,06) são aceitáveis, pois a maioria dos programas de melhoramento genético do algodoeiro visam rendimento de fibra próximos a maiores que 40%. Ao atentar para o genótipo sem gossipol (SG), nota-se que não apresentou um rendimento de fibra tão bom quanto ao FM980, ficando evidente que este genótipo ainda precisa ser melhorado, mesmo apresentando alta média de produtividade.

O alto rendimento de fibra é uma característica muito importante e almejada pelos programas de melhoramento genético, pelo alto valor agregado, em média 3,5 vezes maior que o pago pela arroba do algodão em caroço (COUTINHO et al., 2015). Tornando a principal característica de interesse sendo responsável por aproximadamente 90% do custo de produção (BÉLOT; MARQUIÉ, 2006)

## 5. CONCLUSÕES

A ausência do gossipol interferiu no desenvolvimento do algodoeiro e refletiu diretamente na produtividade. Portanto possui um potencial produtivo promissor, contudo ainda necessita ser melhorado o seu rendimento de fibra.

## REFERÊNCIAS

ABRAPA – Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. **Ranking mundial da produção de pluma - Safra 2019/20**. Disponível em: < <https://www.abrapa.com.br/Paginas/Dados/Ranking.aspx>>. Acesso em: 11 Nov. 2019.

ABRAPA – Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. **Ranking mundial de exportação - Safra 2019/20**. Disponível em: < <https://www.abrapa.com.br/Paginas/Dados/Ranking.aspx>>. Acesso em: 11 Nov. 2019.

AMIPA- **Associação Mineira dos produtores de algodão**. Disponível em: <<https://amipa.com.br/sobre-o-algodao/produto>> Acesso em: 23 de fevereiro de 2019

BACHELIER, Bruno; GOURLOT, Jean-Paul. A fibra de algodão: origem, estrutura, composição e caracterização. 2018. Disponível em: < [https://imamt.org.br/wp-content/uploads/2018/03/manual\\_qualidade\\_parte2.pdf](https://imamt.org.br/wp-content/uploads/2018/03/manual_qualidade_parte2.pdf) > Acesso em: 10 de dezembro de 2019

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](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/015V1N3P147_156_NOV2004.pdf). Acesso em: 17 ago. 2016.

BÉLOT, J. L.; MARQUIÉ, C. Novos usos podem aumentar importância do caroço. In: **Revista Visão Agrícola**, v. 6, p.112-114, 2006.

BOTTGER, G.T., E.T. SHEEHAN & M.J. LUKEFAHR. 1964. Relation of gossypol content of cotton plants to insect resistance. **J. Econ. Entomol.** 57: 283-285.

CARVALHO, P.P. Manual do algodoeiro. Lisboa: **Instituto de Investigação Científica Tropical**, 1996. 282p.

CASTRO, A. M.; LIMA, S. M.; CRISTO, C. M. Cadeia Produtiva: marco conceitual para aprimorar a prospecção tecnológica. In: **Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica**, 12, 2002, Salvador / BA, 2002.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Safra 2018/19**. Brasília, v. 6, n.7, abril 2019. Disponível em: < <file:///C:/Users/USER/Downloads/BoletinsZGraosZZmaioZ-ZresumoZZ2019.pdf> >. Acesso em: 02 Jun. 2019.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Safra 2018/19**. Brasília, v. 6, n.8, p. 1-69, maio 2019. Disponível em: < <file:///C:/Users/USER/Downloads/BoletinsZGraosZZmaioZ-ZresumoZZ2019.pdf> >. Acesso em: 02 Jun. 2019.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Safra 2019/20**. Brasília, v. 7, n.9, p. 1-69, junho 2020. Disponível em: < [file:///C:/Users/Admin/Downloads/GraosZjunhoZcompleto%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Admin/Downloads/GraosZjunhoZcompleto%20(1).pdf)>. Acesso em: 20 Out. 2020.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária 2017/2018**. Brasília. V.5, p.1-112, set. 2017. Disponível em: <[https://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_09\\_06\\_09\\_30\\_08\\_perspectivas\\_da\\_agropecuaria\\_bx.pdf](https://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_06_09_30_08_perspectivas_da_agropecuaria_bx.pdf)>. Acesso em: 10 Dez. 2018.

COUTINHO, E.M. Gossypol: a contraceptive for men. **Contraception**, v.65, p.259-263, 2002.

COUTINHO, C. R.; ANDRADE, J. A. S.; PEGORARO, R. F. Produtividade e qualidade de fibra de cultivares de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) na região do semiárido mineiro. **Revista Essentia**. Sobral, v. 16, n. 2, p. 62-68, jan/jun. 2015.

CRANSTON, J. J.; RIVERA, J. D.; GALYEAN, M. L. et al. Effects of feeding whole cottonseed and cottonseed products on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, V. 84, n. 8, p.2186-2199, 2006.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: diversidade genética**. Viçosa: UFV, 278p, 2016.

JENKINS, J. N., MAXWELL. F. G., LAFEVER, H. N. The comparative preference of insects for glanded and glandless cottons. **Journal of Economic Entomology**, Madison, v. 59, n. 2, p. 352-356, 1966.

JERÔNIMO, Jeane F. *et al.* Qualidade da semente e fibra de algodão na caracterização do descaroçador de 25 serras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 6, p. 664-671, 31 jan. 2014. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/994151/1/v18n06a15.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2020.

KOVACIC, P. 2003. Mechanism of drug toxic actions of gossypol: Focus on reactive oxygen species and electron transfer. **Curr. Med. Chem.** 10:2711-2718.

LUCAS E. W. & JIVIDEN G.M. 1987. Glandless cottonseed: A review of the first 25 years of processing and utilization research. **J. Am. Oil Chem. Soc.** 64: 839–854.

LUKEFAHR, M.J.; NOBLE, L.W.; HOGHTALING, J.E. Growth and infestations of bollworms and other insects on glanded and glandless strains of cotton. **Journal of Economic Entomology**, v.59, n.4, p.817-820, 1966.

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.2019.

MARTIN G.S., JINGGAO L., CHAUNCEY R.B. STIPANOVIC R.D., MAGILL C.W. (2003) **Reduced levels of cadinane sesquiter-penoids in cotton plants expressing antisense (+)- $\delta$ -cadinene synthase**, **Phytochemistry**. P. 31-38, 2003.

MCMICHAEL, S.C. 1959. Hopi. Cotton, a source of cotton seed free of gossypol pigment. **Agron. J.** 51: 630.

MCMICHAEL, S.C. 1960. Combined effects of glandless genes gl2 and gl3 on pigment glands in the cotton plant. **Agron. J.** 52: 385–386.

MEISNER, J.; et al. Gossypol inhibits protease and amylase activity of *Spodoptera littoralis* larvae. **Annals of the Entomological Society of America**, v.71, n.1, p.5-8, 1978.

MIRAVALLE R.J. & HYER A.H. 1962. Identification of the Gl2 gl2 Gl3 gl3 genotype in breeding for glandless cottonseed. **Crop Sci.** 2: 395–397.

MORGAN, S. **Gossypol Toxicity in Livestock**. VTMD-9116 Oklahoma Cooperative Extension Fact Sheets are also available on our website at: <http://osufacts.okstate.edu>. Acesso em fevereiro de 2019.

NACIMENTO, C.L.M.M. Valor nutricional e energético do farelo de algodão de alta energia em rações para suínos. 2009. 64f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia)- Pós graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

PENNA, J. C. V. Melhoramento do algodão. In: BORÉM, A. (Ed). Melhoramento de espécies cultivadas. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2005, p. 15-53.

PENNA, J. C. V.; AUGUSTA T. G. Avaliação do comportamento agrônômico de algodoeiro anual sem glândulas cultivares e linhagens nas condições do triângulo mineiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, p.1541-1546, out. 1994. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/105179/1/pab08out94.pdf>>. Acesso em: 7 jul. 2019.

PUSCHNER, B. Mycotoxins. *Vet. Clin. North Am., Small Anim. Pract.*, 32: 409-419, 2002.

RESENDE, M. A. V. de et al. Divergência genética e índice de seleção via BLUP em acessos de algodoeiro para características tecnológicas da fibra. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, n.3, p.334-340, 2014.

SANTOS, R. F.; BARROS, M. A. L. Algodão: coleção 500 perguntas, 500 repostas. Embrapa Algodão, Brasília, 265p., 2004. Disponível em: < <https://mais500p500r.sct.embrapa.br/view/pdfs/90000001-ebook-pdf.pdf> > Acesso em: 12 dez. 2020.

SHAVER, T.N.; LUKEFAHR, M.J. Effect of flavonoid pigments and gossypol on growth and development of the bollworm, tobacco budworm, and pink bollworm. **Journal of Economic Entomology**, v.62, n.3, p.643-646, 1969.

SILVA FILHO, M.C.; FALCO, M.C. Interação plantainseto. **Biotecnologia: Ciência & Desenvolvimento**, v.2, n.12, p.38-42, 2000.

SINGH, I.D.; WEAVER, J.B. Growth and infestation of boll weevils on normal-glanded, glandless, and high-gossypol strains of cotton. **Journal of Economic Entomology**, v.65, p.821-824, 1972.

SOUZA, A.A.A. Características físico-químicas e sensoriais da carne de bovinos Nelore (*Bos taurus indicus*) alimentados com diferentes fontes de lipídios e de selênio. 2008. 71f. **Dissertação** (Mestrado em Medicina Veterinária) – Curso de Pós-graduação, Universidade de São Paulo.

SUNILKUMAR, GANESAN et al. Algodão de engenharia para uso em nutrição humana por redução específica de tecidos de gossypol tóxico. **Anais da Academia Nacional de Ciências**, v. 103, n. 48, p. 18054-18059, 2006.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: **Cornell University**, 1994. 528p.

VIANA, Pauline Galvão. Desempenho e avaliação da carcaça de ovinos santa inês suplementados com caroço de algodão e seus co- produtos. 2011. 40 f. **Dissertação** (Mestrado) - Curso de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

WANDELLI, Elisa V.; MARQUES FILHO, Arí de O. Medidas de radiação solar e índice de área foliar em coberturas vegetais. **Acta Amazônica**, v. 29, n. 1, p. 57-57, 1999.

ZHANG, H-B; LI, Y.; WANG, B.; CHEE, P. W. Recent advances in cotton genomics. **International Journal of Plant Genomics**, Cairo, v. 2008, p. 1, 2008. Disponível em: < <http://www.hindawi.com/GetArticle.aspx?doi=10.1155/2008/742304>>. Acesso em: 19 jun. 2019.