



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



GABRIELA SANTANA DE SOUZA

**DENSIDADE DE PLANTAS NO DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE
DO ALGODÃO DE FIBRA COLORIDA**

UBERLÂNDIA – MG

2019

GABRIELA SANTANA DE SOUZA

**DENSIDADE DE PLANTAS NO DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DO
ALGODÃO DE FIBRA COLORIDA**

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

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Larissa Barbosa de Sousa

UBERLÂNDIA – MG

2019

AGRADECIMENTOS

A Deus, sou grata por possibilitar o dom da vida, pelas lutas que passei e por me dar forças para seguir em frente, saúde e sabedoria para conduzir meus estudos e trabalhos durante o período na universidade até aqui, e a possibilidade de me tornar uma pessoa melhor, durante toda a minha trajetória.

Aos meus pais Cleuzio e Enia, pelo amor, compreensão e apoio em todos os momentos de minha vida e por serem meus referenciais. Obrigado também por transmitirem valores e princípios nos quais me baseio e mostrarem o valor da família. A minha irmã Daniela, por termos uma comunhão em todos os momentos alegres e tristes, mas que sempre nos fazem crescer e sermos fortes a cada dia.

Agradeço à Prof.^a Dr.^a Larissa Barbosa de Sousa, pela orientação, por toda dedicação, por estar sempre aconselhando e se preocupando com o meu desenvolvimento profissional e pessoal.

Agradeço ao grande amigo e conselheiro Daniel Bonifácio Oliveira Cardoso, pela atenção em auxiliar nos projetos e principalmente neste trabalho, por todos os conselhos pessoais e profissionais que teve durante a minha trajetória acadêmica.

As minhas amigas Suélen, Melissa, Ana Karinea, Giovana, Bruna, Daniela pela amizade e companheirismo.

Agradeço aos membros do Programa de Melhoramento Genético do Algodoeiro da Universidade Federal de Uberlândia, programa de melhoramento idealizado pelo professor Dr. Júlio César Viglioni Penna, meus sinceros agradecimentos, pois a execução desse trabalho foi possível graças à dedicação de vocês e a todos que já passaram pelo programa e deixaram sua contribuição. Com a formação de amigos que levarei por toda a vida, principalmente Myllena, Lírian, Marley, Vinicius, Maryane, Victor, Daniela, Gabriela Celestino, Larissa, Gabriela Carvalho, Melissa, Thatiane, Patrícia, Izabela, e diversos outros, que nem poderia enumerar.

A todos os professores da Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, por contribuírem para minha formação acadêmica e concederem a oportunidade de adquirir conhecimentos de grande valia.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram com o planejamento, execução e conclusão desse trabalho.

RESUMO

O algodoeiro herbáceo é uma oleaginosa que possui uma notável importância econômica no mundo e no Brasil pela sua produção de fibra natural, além de fornecer alimento animal e matéria prima (sementes) para a produção de óleo. A coloração da fibra é natural, e no decorrer das pesquisas que foram sendo desenvolvidas, adquirindo variedades de cores padrões de algodões coloridos. O objetivo deste trabalho foi avaliar as densidades de semeadura no desenvolvimento em relação ao tempo e na produtividade do algodão de fibra colorida. O experimento foi realizado a campo, em Uberlândia-MG, na Fazenda Experimental Capim Branco, pertencente a Universidade Federal de Uberlândia (UFU), na área do Programa de Melhoramento Genético do Algodoeiro (PROMALG), na safra 2017/2018. Foi avaliado um genótipo de algodão de fibra colorida (UFU-16), nas densidades de 4, 8, 10, 12 e 14 plantas por metro. O experimento foi realizado em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Os fatores considerados foram populações de (40.000; 80.000; 100.000; 120.000; 140.000; plantas por hectare). As unidades experimentais apresentaram 4 metros de largura, 5 metros de comprimento e 4 linhas espaçadas de 1 metro entre linhas, sendo as duas centrais caracterizadas como área útil. Os caracteres morfológicos e agrônômicos avaliados foram: **a)** Teor de Clorofila *a* e *b* (TCA e TCB), **b)** Índice de área foliar (IAF), **c)** Altura da planta (AP), **d)** Diâmetro caulinar (DC), **e)** Número de botões florais (NB), **f)** Número de flores (NF), **g)** Número de Maças (NM), **h)** Número de capulhos (NC), **i)** Produtividade de algodão em caroço (PAC), **j)** Rendimento de pluma (RF). Os dados foram submetidos à análise de variância dos quadrados médios pelo teste de F. As comparações das médias foram realizadas utilizando o teste de Duncan e produtividade e rendimento pelo teste de Tukey, ($p < 0,05$). No desenvolvimento do algodoeiro as densidade influenciaram de maneira semelhante as características avaliadas (AP), (DC), (TCA e TCB) e (IAF), obtendo-se o mesmo padrão estatístico de desenvolvimento entre as plantas avaliadas. Já as características (NB), (NF), (NM) e (NC) apresentaram diferenças estatísticas dentro de cada densidade. A densidade de 12.000 plantas ha^{-1} obteve a menor produção (PAC) e para (RF) os resultados foram semelhantes. Pelos resultados obtidos, as densidades de plantas influenciaram no desenvolvimento e nas características morfológicas do algodoeiro. As diferentes densidades interferiram nos valores de produtividade.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*, adensamento, competição intraespecífica

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. MATERIAL E MÉTODOS	8
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4. CONCLUSÕES	21
REFERÊNCIAS	22

1. INTRODUÇÃO

A cotonicultura ao longo dos últimos anos, tornou-se uma das atividades agrícolas em constante processo evolutivo, sendo de grande importância econômica. O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), pertence à família *Malvacea*, produz a fibra natural mais utilizada no mundo, além do caroço que também possui uma alta procura das esmagadoras, pois serve de matéria prima para ração em animais ruminantes, como farelo e torta e para a alimentação humana, com a produção de óleos e manteigas (COSTA, 2017).

Segundo o ranking ordenado pelo Comitê Consultivo Internacional do Algodão - ICAC o Brasil alcançou a 4ª posição entre os maiores e principais produtores de algodão no mundo, possuindo grande vantagem competitiva e estratégica, devido à sua posição e clima (Companhia Nacional de Abastecimento - ABRAPA, 2019). De acordo com a Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (2019) o Brasil é o segundo maior país exportador da fibra, além de obter as maiores produtividades mundiais de algodão cultivado em sequeiro.

Atualmente, no Brasil, o algodoeiro é uma das principais culturas produzidas com aumento de área plantada de 50,2%, entre 2016 a 2019, passando de 949 mil hectares para 1562 milhões hectares em todo o País (ABRAPA, 2019). Na região Centro-Oeste está concentrada a maior produção de algodão em caroço, apresentando o maior estado produtor, Mato Grosso, que na safra 2018/2019 produziu 1.7 milhões de toneladas de pluma em 1.0 milhão hectares cultivados, seguido pela Bahia com 587 mil toneladas de pluma em 332 mil hectares. Minas Gerais se encontra em quarto lugar na safra 18/19, com uma produção média de 175 mil toneladas de algodão em caroço, 70 mil toneladas de pluma e área cultivada de 41,80 mil ha (CONAB, 2019; ABRAPA, 2019).

Em Minas Gerais, a produção de algodão em caroço apresentou um aumento estimado de 70,2% em todo estado (VALVERDE, 2018). Os principais municípios produtores de algodão estão localizados em Coromandel na região do Alto Paranaíba, São Romão na região do Norte de Minas, Presidente Olegário, São Gonçalo do Abaeté e Unaí na região do Noroeste de Minas (MINAS GERAIS, 2017).

A expansão da cultura do algodão e sua alta na produção, predominantemente de fibra branca, tem atraído o interesse de outros agricultores e consumidores no Brasil e no mundo. Contudo, o algodoeiro produz naturalmente fibra colorida, o que minimiza a quantidade de corantes e processos o que aumentariam os custo de produção e acarretariam no descarte de

resíduos no ambiente, pois alia um grande potencial socioeconômico juntamente com a questão ambiental (CARDOSO, 2009; CARDOSO et al., 2010).

O algodoeiro de fibra naturalmente colorida apresenta um hábito de crescimento indeterminado, ou seja, seu crescimento vegetativo é caracterizado por aparecimento de gemas reprodutivas, florescimento, onde crescimento e maturação de frutos ocorrem simultaneamente (ALVES, 2017). Tanto o línter, quanto a fibra dos algodões tetraploides ocorrem em cores que variam do branco a diversas tonalidades de verde e marrom (DE CARVALHO et al., 2011).

A coloração da fibra é controlada por uma característica genética dominante, levando em consideração o fato de que algumas tonalidades podem ser diretamente influenciadas por fatores ambientais, tais como a luz solar e o tipo de solo (DE CARVALHO et al., 2015). Medidas para intensificar ainda mais a coloração da pluma podem ser tomadas, como evitar o prolongado retardamento da colheita, evitando assim a exposição em excesso da fibra a luz do solar, fator que pode diminuir a intensidade de coloração da fibra.

O crescimento e desenvolvimento do algodoeiro sofrem grande influência por fatores ambientais, dentre estes o stand de plantas na área. A densidade de semeadura pode gerar mudanças nas características morfológicas e fisiológicas da planta (SILVA et al., 2006). A população de plantas e a forma como são dispostas na lavoura influenciam na disponibilidade de água e nutrientes, além da absorção de luz das plantas. Uma alta população pode ocasionar o rápido fechamento do dossel, reduzindo assim a incidência de plantas daninhas e diminuindo a evaporação de água. Já as baixas populações ocasionam plantas mais altas e ramos frutíferos mais longos, dificultando assim a colheita mecanizada (ALVEZ et al., 2017).

Estudos relacionados ao algodoeiro são importantes para melhorar cada vez mais o desenvolvimento dessa cultura no mundo, e para isso é essencial o conhecimento a respeito da época de desenvolvimento de cada estrutura da planta, para que assim, possamos alcançar cada vez mais sucesso no cultivo de algodoeiro, principalmente no Brasil (ROSOLEN, 2007). Portanto para o bom desenvolvimento da cultura é necessário analisar precisamente todos os fatores que podem alterar o comportamento da planta. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as densidades de semeadura no desenvolvimento em relação ao tempo e na produtividade do algodão de fibra colorida.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi executado em condições de campo, em uma área experimental situada na Fazenda Capim Branco, pertencente a Universidade Federal de Uberlândia, localizada no município de Uberlândia, Minas Gerais, cujo as coordenadas geográficas são latitude 18°52'54.2" S, longitude 48°20'32.8" W, com altitude de 805 metros, inserida em uma região de clima temperado com temperatura máxima de 28°C e mínima de 22°C.

A área em que foi instalado o experimento situa-se sobre um Latossolo Vermelho Escuro Distrófico. Antes da implantação do experimento foi feito a amostragem de solo, sendo encaminhada para o laboratório de análises químicas e físicas do solo, para fins de recomendação de calagem e adubação. O preparo do solo foi realizado de forma convencional, fazendo uma subsolagem, uma aração e duas gradagens. O controle de plantas infestantes no pré-plantio foi realizado com a aplicação do herbicida de ação pré-emergência, o Metolaclo-ro de nome comercial Dual Gold na dose de 1,5 L ha⁻¹.

Foi avaliado um genótipo de algodão de fibra colorida proveniente do Programa de Melhoramento Genético do Algodoeiro (PROMALG), **UFU-16**. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completamente casualizados (DBC) com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas no tempo com cinco tratamentos de densidade de (4, 8, 10, 12 e 14) plantas por metro, e oito tratamento no tempo de (50; 65; 80; 95; 110; 125, 140 e 155 DAE).

As parcelas experimentais foram compostas por quatro fileiras de cinco metros de comprimento e com quatro metro de largura, espaçadas em um metro, totalizando uma área total de 400 m². A área útil foi representada pelas suas fileiras centrais de cada parcela com quatro metros de comprimento, excluindo-se as plantas na extremidade das fileiras a cerca de 0,5 m de cada extremidade.

A adubação de plantio foi realizada com 20-70-40 kg ha⁻¹ de nitrogênio(N), fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O) nas formas de ureia, MAP e cloreto de potássio, respectivamente. A adubação de cobertura foi parcelada em duas vezes, aos 22 e aos 44 dias após a emergência (DAE), aplicando-se 45 kg ha⁻¹ de N, na forma de ureia, e 57 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio.

Antes da semeadura, as sementes foram tratadas com inseticida Fipronil, de nome

comercial Standak[®] e a formulação de fungicida sistêmico Carboxina com um fungicida de contato Tiram, de nome comercial Vitvax[®] Thiram 200 SC, ambos utilizados na dose de 450 mL do produto comercial para cada 100 kg de sementes. A semeadura foi realizada manualmente, no final do mês de dezembro, com a finalidade de estabelecer as populações de plantas de acordo com os tratamentos definidos previamente utilizando duas sementes por cova. Posteriormente realizou-se o desbaste aos 22 dias após a emergência (DAE), visando uma população de 80; 160; 200; 240; 280 plantas m².

Em pós-emergência o controle de plantas infestantes foi realizado com os herbicidas Glifosato e Paraquate de nomes comerciais Gliover e Gramoxone 200, ambos em dose de 1,5 L ha⁻¹, e as aplicações feitas em jato dirigido, complementados com capina manual, catação entre plantas e entre linhas, que mantiveram a cultura livre de competições até a colheita.

Para o controle de pragas e doenças foram feitas amostragens periódica, verificando na área, a ocorrência de Pinta-preta (*Alternaria* sp), Mela (*Rhizoctonia solani*) e Mancha de Stemphylium (*Stemphylium solani*) e insetos pragas, com a incidência de Mosca branca (*Bemisia tabaci*), Tripes (*Frankliniella schultzei*), Pulgão (*Aphis gossypii*), Curuquerê (*Alabama argilacea*), Bicudo (*Anthonomus grandis*), Percevejo - manchador (*Dysdercus* spp.), Falsa – medideira (*Pseudopplusia includens*), Brasileirinho (*Diabrotica speciosa*). Para o controle foram feitas aplicações de produtos fitossanitários recomendados para a cultura.

Como forma de controle do crescimento vegetativo das plantas de algodoeiro foi utilizado o bio-regulador de crescimento, tendo como princípio ativo cloreto de Mepiquate, de nome comercial Pix[®] HC, com a finalidade de condicionar um maior pegamento das flores e bom desenvolvimento dos frutos. Para uma maior retenção das partes reprodutivas foram realizadas duas aplicações de solução de ácido bórico, H₃BO₃, na proporção de 2 kg ha⁻¹ por aplicação. Assim o crescimento vegetativo, florescimento, frutificação e maturação dos frutos podem ser observados o ciclo ao longo do tempo, sendo em dias após a emergência (Figura 1).

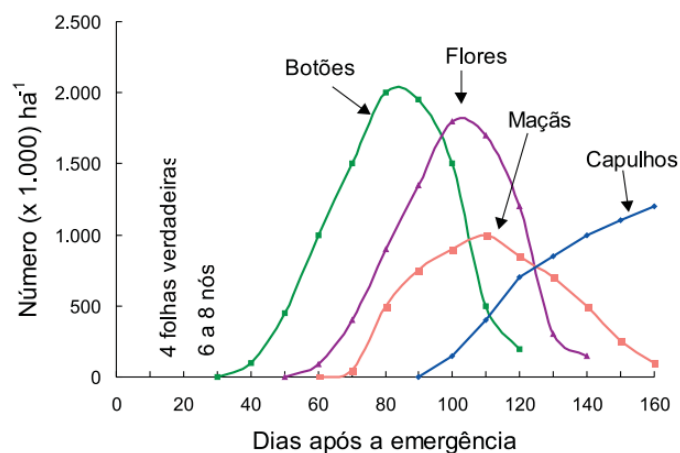


Figura 1. Esquema do ciclo de crescimento do algodoeiro (ROSOLEN, 2007).

Foram avaliadas quinzenalmente o desenvolvimento das plantas até a colheita, realizando-se as seguintes avaliações morfológicas e agrônômicas:

a) Teor de Clorofila *a* e *b* (**TCA** e **TCB**) – determinado em duas folhas do terço médio de cada planta, com o auxílio do aparelho Medidor Eletrônico de Teor de Clorofila (CFL 1030);

b) Índice de área foliar (**IAF**, em cm²) – feita em duas folhas do terço médio de cada planta, mensurando o comprimento da nervura central de cada folha em centímetros com o auxílio de régua graduada. Para se obter a área foliar, as médias do comprimento da nervura central foram submetidas a equação desenvolvida por Fideles Filho et al. (2010): $Y = 0,7254 (X)^{2,08922}$, em que Y corresponde o resultado da área foliar e o X ao comprimento da nervura central da folha de cada folha com uma régua milimetrada;

c) Altura da planta (**AP** em m) – medição das plantas selecionadas de cada parcela, realizada com o auxílio de régua graduada, a partir do solo até a última inserção do entre nó da planta;

d) Diâmetro caulinar (**DC** em mm) – foi obtido com o auxílio de um paquímetro digital, aproximadamente 10 cm acima da superfície do solo;

e) Número de botões florais (**NB**) – quantificação visual do número total de botões de cada planta selecionada da área útil da parcela;

f) Número de flores (**NF**) – quantificação visual do número total de flores de cada planta selecionada da área útil da parcela;

g) Número de Maças (NM) – quantificação visual do número total de maçãs de cada planta selecionada da área útil da parcela;

h) Número de capulhos (NC) – quantificação visual do número total de capulhos de cada planta selecionada da área útil da parcela;

i) Produtividade de algodão em caroço (PAC, kg ha⁻¹) – foi colhido as plumas de algodão em caroço das plantas da área útil de cada parcela sendo posteriormente pesadas em balança digital, e a partir deste peso e da área útil, este valor foi estimado para produtividade em quilogramas de algodão em caroço por hectare; Coleta de capulhos de 30 plantas por parcela, verificando o peso para obter a média de um capulho do genótipo;

j) Rendimento de pluma (%) (RP) – compreende o peso da fibra dividido pelo peso do algodão em caroço, e este valor é multiplicado por 100 para se obter o valor de rendimento de pluma em porcentagem.

Os dados foram submetidos à análise de variância dos quadrados médios pelo teste de F. As comparações das médias foram realizadas utilizando o teste de Duncan e produtividade e rendimento pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade com auxílio do Programa Genes® (CRUZ, 2016).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os dados estatísticos obtidos em altura de planta, diâmetro de caule e teor de clorofila a, mostram que houve diferenças significativas somente no fator tempo, isto indica que ao passar do tempo as plantas estão se desenvolvendo normalmente.

Tabela 1. Quadro de análise de variância e coeficiente percentual da variação experimental para 9 características avaliadas, em 5 densidades de plantas, no cultivo de algodoeiro colorido, no município de Uberlândia, Minas Gerais, safra 2017/2018.

FV	GL	Quadrados Médios								
		AP	DC	IAF	NB	NF	NM	NC	TCA	TCB
Densidades	4	285,20	16,47	1015	118,93**	0,80	170,68*	8,94*	5,00	4,50
Bloco	3	879,60	67,46	2033	13,73	0,53	89,29	5,17	2,20	26,00
Erro a	12	322,20	5,48	847	18,97	0,29	47,87	2,05	11,00	5,70
Tempo	7	5113,50***	319,44***	65797	1741,41	11,02***	1576,48***	423,92***	33690***	5394,10
D*T	28	6,00	0,88	161	24,76***	0,32**	20,88**	3,99***	2,00	1,60
Erro b	105	5,70	19,91	233	8,65	0,14	9,03	1,33	5,00	2,30
Total	159	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C.V. 1 (%)	-	25,12	24,15	33,17	53,19	82,60	69,06	58,14	8,82	15,95
C.V. 2 (%)	-	3,35	46,03	17,39	35,91	56,51	30	46,80	5,61	10,2

(*): significativo pelo Teste F; ($p > 0,05$); FV = Fontes de variação; GL = Graus de liberdade; D*T = Densidade*Tempo; AP = Altura de planta (m); DC = Diâmetro de caule (mm); IAF = Índice de área foliar (cm^2); NB = Número de botões florais; NF = Número de flores; NM = Número de maçãs; NC = Número de capulhos; (TCA e TCB) = Teor de Clorofila a e b; CV = Coeficiente de variação.

Para o caractere de número de botões, foram observadas diferenças significativas para os fatores de densidades e a interação das densidades e o tempo. Para o número de flores, houve diferença significativa com base na análise de variância para os fatores de tempo e a interação da densidade e o tempo, o que revela que o abortamento dos botões florais pode ocorrer naturalmente no decorrer do desenvolvimento produtivo e pelo aumento da população (Tabela 1).

Nos caracteres de número de maçãs e número de capulhos, houve diferença significativa com base na análise de variância, para os fatores de densidades, tempo e a interação das densidades

e o tempo. Isto ocorreu pelo fato de que as densidades de plantas influenciaram na produção final das estruturas produtivas, e para o fator tempo, os estádios iniciais do algodoeiro não há produção das estruturas reprodutivas, conforme na tabela 1. Em contrapartida, para características como índice de área foliar e teor de clorofila *b*, os valores obtidos pelo teste F não foram significativos, revelando que para estas características, o genótipo utilizado não resultou em diferenças acentuadas relacionadas as densidades e o tempo.

Tabela 2. Altura de plantas (AP); Diâmetro de caule (DC); Índice de área foliar (IAF); Teor de Clorofila *a* e *b* (TCA e TCB); submetido a 5 densidades de plantio no cultivo algodoeiro de colorido, no município de Uberlândia, Minas Gerais, safra 2017/2018.

População (ha)	AP (m)	DC (mm)	IAF (cm ²)	TCA	TCB
40.000	68,62a	10,33a	84,60a	38,27a	15,25a
80.000	74,88a	10,12a	96,50a	39,01a	15,28a
100.000	74,52a	10,15a	90,15a	38,52a	14,95a
120.000	69,48a	9,17a	84,91a	38,02a	14,40a
140.000	69,83a	8,70a	82,59a	38,12a	14,68a

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncam, em nível de 1% de probabilidade.

Após a sétima avaliação (aos 140 DAE) foi possível verificar uma redução no número de frutos por planta, redução da altura das plantas, da biomassa foliar e vegetativa e do número de maçãs e capulhos por planta. O arranjo de plantas, quando em densidades altas, também afeta as atividades fisiológicas, como a fotossíntese, que está diretamente ligada ao desenvolvimento da planta de algodoeiro, com isso, conseqüentemente teremos altura menor de planta, menor diâmetro de caule e teor de clorofila também menor, e isto ocorre, devido à limitação de penetração de luz ao longo do dossel vegetal. Por isso, promover um melhor arranjo com densidades menores de plantas torna-se uma estratégia para maximizar a produtividade física e a qualidade da fibra como ocorreu com Lamas e Yamaoka (2012), na implantação da cultura em condições de alta população.

No desenvolvimento do algodoeiro foi observado que a densidade das populações influenciou de maneira semelhante as características avaliadas, obtendo-se o mesmo padrão estatístico de desenvolvimento entre as plantas avaliadas (Tabela 2).

O desenvolvimento do algodoeiro está associado ao efeito do tempo, e as características avaliadas estatisticamente apresentaram resultados semelhantes de forma significativa, foi observado que as densidades populacionais não influenciaram as características de altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), índice de área foliar (IA) e teor de clorofila *a/b* (TCA/TCB).

Analisando cada característica separadamente relacionada as densidades de populações, podemos observar que todas quando relacionadas as populações menores 80.000 plantas ha⁻¹ e acima de 100.000 plantas ha⁻¹ apresentaram valores inferiores as características morfológicas e fisiológicas das demais populações sendo 80.000 e 100.000 plantas ha⁻¹, este dado confirma que a arquitetura das plantas e seu desenvolvimento são influenciados pela densidade populacional, demonstrando que as plantas com populações menores tem uma melhor capacidade de estabelecimento das características morfológicas e fisiológicas, pois as plantas apresentam menor competitividade entre si. Tal efeito é destacado por Lamas & Yamaoka (2012), que afirmam que a densidade de semeadura ideal é aquela que alia a máxima utilização dos recursos ambientais com mínima competição entre as plantas por estes recursos.

Tabela 3. Médias de Altura de plantas (AP); Diâmetro de caule (DC); Índice de área foliar (IAF); Teor de Clorofila *a* e *b* (TCA e TCB); submetido a 8 épocas de avaliação (dias após emergência) no cultivo de algodoeiro colorido, no município de Uberlândia, Minas Gerais, safra 2017/2018.

Dias Após Emergência (DAE)	AP (m)	DC (mm)	IAF (cm ²)	TCA	TCB
50	36,34E	6,98B	102,05D	74,92B	21,88C
65	58,91D	8,37AB	137,33AB	76,87AB	30,49B
80	75,96C	11,77A	116,39CD	78,39A	36,47A
95	78,35B	11,97A	140,53A	76,87AB	30,49B
110	80,53AB	12,62A	124,10BC	0,0C	0,0D
125	79,71AB	12,60A	81,59E	0,0C	0,0D
140	81,33A	11,96A	0F	0,0C	0,0D
155	80,61AB	1,26C	0F	0,0C	0,0D

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha não diferem entre si pelo teste de Duncam, em nível de 1% de probabilidade.

A partir das avaliações realizadas quinzenalmente, totalizando 8 épocas, obtivemos resultados sobre altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), índice de área foliar (IAF) e teores de clorofila *a/b* (TCA/TCB). Observou-se que as plantas de algodoeiro a partir dos 50 DAE até 140 DAE sofrem o chamado desenvolvimento evolutivo natural, estabilizando-o e reduzindo seu desenvolvimento caulinar aos 155 DAE, esse fato pode ser relacionado aos processos fisiológicos, como a fotossíntese, pois o algodoeiro aos primeiros dias de avaliações desenvolveu um maior índice de área foliar, proporcionando aumento das taxas fotossintéticas e acúmulo de reservas, permitindo seu desenvolvimento vegetativo (SILVA et al, 2006). Já para o fator tempo, a maior área foliar está na época de 65 e 95 DAE. Isto indica que acima de 95 DAE ocorre uma redução em área foliar (Tabela 3). De Souza e Silva (1994) observaram em estudo que a fotossíntese e respiração decrescem com a idade das folhas, provocando um declínio da atividade fotossintética em função da idade das folhas, ocasionando uma redução no desenvolvimento morfológicos das plantas.

O desenvolvimento reprodutivo teve início com a produção de botões florais e flores. Aos 50 DAE não houve diferença estatística entre as populações, a partir dos 65 DAE foram observados diferenças estatísticas dentro de cada população e chegando aos 140 e 155 DAE a produção reduziu drasticamente até não ter mais botões florais e flores (Tabela 4 e Tabela 5).

Tabela 4. Média do número de botões florais em diferentes densidades de planta de algodão submetidas a 8 épocas de avaliação (dias após emergência).

População (ha)	Botões Florais							
	50	65	80	95	110	125	140	155
40.000	5,70aC	24,45aAB	30,65aA	21,95aB	5,45aC	1,25aC	0,0aC	0,0aC
80.000	7,70aBC	22,90abA	21,30bA	11,15bB	2,85aCD	0,85aD	0,0aD	0,0aD
100.000	7,40aBC	21,45abcA	23,95bA	11,80bB	1,50aCD	0,80aD	0,20aD	0,0aD
120.000	4,55aB	15,40cA	19,20bA	13,40bA	1,75aB	0,50aB	0,0aB	0,0aB
140.000	5,40aBC	17,70bcA	18,05bA	7,70bB	0,45aC	0,10aC	0,0aC	0,0aC

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna e letras maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Duncan, em nível de 1% de probabilidade.

A partir da avaliação referente a média do número de botões florais (Tabela 4) e média do número de flores (Tabela 5) nas diferentes densidades e nas 8 épocas de avaliações, podemos verificar que ocorreu uma diminuição das duas características avaliadas a partir dos 95 DAE, podendo ser explicada pelo abortamento natural das partes reprodutivas das plantas. Essa queda ou abscisão de

estruturas reprodutivas jovens é um fenômeno natural no algodão, que é acentuado pela ocorrência de condições adversas como tempo nublado, temperaturas muito altas ou baixas, deficiência de nutrientes e crescimento vegetativo muito intenso.

Tabela 5. Média do número de flores em diferentes densidades de planta de algodão submetidas a 8 épocas de avaliação (dias após emergência).

População (ha)	Flores							
	50	65	80	95	110	125	140	155
40.000	0,0aD	0,35aD	2,05aAB	2,5aA	1,60aBC	0,80aCD	0,0aD	0,0aD
80.000	0,0aD	1,00aBC	1,95aA	1,45bcAB	0,75bBCD	0,25aCD	0,0aD	0,0aD
100.000	0,0aB	0,75aB	1,60aA	1,90abA	0,60bB	0,05aB	0,0aB	0,0aB
120.000	0,0aC	0,35aBC	1,30aA	1,80abA	1,15abAB	0,15aC	0,0aC	0,0aC
140.000	0,0aC	0,50aBC	1,75aA	1,05cAB	0,55bBC	0,05aC	0,0aC	0,0aC

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna e letras maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Duncan, em nível de 1% de probabilidade.

A queda de até 60% das estruturas é considerada normal, e é regulada pelo balanço entre açúcares no tecido e teor de etileno. Desta forma, qualquer fator que determine uma queda na fotossíntese, ou um aumento no gasto metabólico, resultará em queda de estruturas reprodutivas, como, por exemplo, auto-sombreamento por crescimento excessivo, muitos dias nublados, temperaturas altas (ROSELEM, 2007)

No presente estudo, as maiores densidades populacionais apresentaram resultados menores referentes à produção média de botões florais e flores, isso se deve ao fato de que populações menores tendem a apresentar melhor desenvolvimento na fase vegetativa, o que aumenta a área foliar, como explicado por Roselem (2007), que afirma o crescimento vegetativo é fundamental para gerar muitas posições frutíferas, ou seja, a produção de botões florais apresenta ligação direta com o crescimento vegetativo das plantas.

Nas avaliações realizadas percebemos que as maiores populações acabam apresentando média de botões florais e flores menor, possivelmente pelo sombreamento causado pelas plantas, dificultando a penetração da luz na copa da planta, provocando reduções importantes na fotossíntese das folhas, também com prejuízos na produtividade (ROSELEM, 2007).

Assim como a produção média de botões florais e flores, a média de produção de maçãs (Tabela 6) também seguiu a linha de resultados positivos em densidades menores, seguindo o padrão de melhor desenvolvimento das plantas devido a melhor penetração de luz na fase

vegetativa destas, e conseqüentemente melhor desenvolvimento na fase reprodutiva. O aumento da densidade de plantas também favorece a queda de botões florais, flores e frutos novos e, com isso, reduz-se o número de capulhos e a produção individual da planta, explicando assim, o fato de que em maiores densidades ocorreu menor produção de botões, flores e maçãs (FERREIRA et al, 2015).

Tabela 6. Média do número de maçãs em diferentes densidades de planta de algodão submetidas a 8 épocas de avaliação (dias após emergência).

População (ha)	Maçãs							
	50	65	80	95	110	125	140	155
40.000	0,0aD	0,30aD	8,95aBC	23,3aA	29,80aA	28,20aA	13,20aB	5,00aCD
80.000	0,0aC	0,30aC	8,70aB	20,95abA	22,45abA	18,20bA	9,50aB	2,10aC
100.000	0,0aBD	0,70aD	9,55aB	18,90abA	21,70bA	17,75bA	8,85aBC	2,55aCD
120.000	0,0aD	0,35aD	5,90aCD	15,70bAB	20,40bA	16,50bAB	10,00aBC	2,30aD
140.000	0,0aC	0,25aBC	6,80aB	14,95bA	15,60bA	13,90bA	6,20aBC	0,95aBC

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna e letras maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Duncan, em nível de 1% de probabilidade.

Diferentemente dos botões florais e flores, não ocorre abortamento ou queda das maçãs de forma natural, por isso, o que difere em relação às características anteriormente avaliadas é que no último dia de avaliação 155 DAE ainda foi possível encontrar uma quantidade pequena, porém significativa de maçãs nas plantas avaliadas (Tabela 7). Isso pode ser explicado pelo fato de que o algodoeiro, após produzir, continua emitindo folhas e estruturas frutíferas que não contribuirão para a produção econômica da lavoura, ao contrário, servirão de alimento para pragas e organismos responsáveis por doenças. Elas também dificultam a colheita, particularmente a mecânica, podendo prejudicar a qualidade da fibra do algodão e danificar as colheitadeiras, então é interessante que se faça o uso de desfolhantes e/ou maturadores (SILVA et al, 2011).

Tabela 7. Média do número de capulhos em diferentes densidades de planta de algodão submetidas a 8 épocas de avaliação (dias após emergência).

População (ha)	Capulhos							
	50	65	80	95	110	125	140	155
40.000	0,0aC	0,0aC	0,0aC	0,0aC	0,0aC	0,35aC	9,90aB	15,85aA
80.000	0,0aC	0,0aC	0,0aC	0,0aC	0,0aC	0,55aC	7,90abB	11,80bcA
100.000	0,0aC	0,0aC	0,0aC	0,0aC	0,10aC	0,70aC	7,30bB	12,25bA
120.000	0,0aC	0,0aC	0,0aC	0,0aC	0,0aC	0,35aC	4,85cB	10,35bcA
140.000	0,0aC	0,0aC	0,0aC	0,0aC	0,0aC	0,15aC	6,15bcB	9,85cA

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna e letras maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Duncan, em nível de 1% de probabilidade.

A partir das avaliações realizadas observou-se que a média de número de capulhos foi maior aos 155 DAE e em densidades populacionais menores, e que nos primeiros dias de avaliações (50; 65; 80; 95 e 100 DAE) não houve produção de capulhos, pois se dá pela própria fenologia da cultura onde o surgimento de capulhos inicia em 90 DAE, observado na (Figura 1).

Silva et al (2011) afirmam em estudos que na planta ocorrem diversos eventos ao mesmo tempo, como crescimento vegetativo, aparecimento de gemas reprodutivas, florescimento, crescimento e maturação dos frutos. É importante que cada um desses eventos ocorra de modo balanceado, para que se obtenha uma produção final de qualidade e quantidade significativa.

Os resultados obtidos neste trabalho e os estudos realizados por Silva et al (2011) demonstram que é importante lembrar que durante boa parte do ciclo do algodoeiro ocorre intensa competição por carboidratos produzidos a partir da fotossíntese, tal competição tem por objetivo a produção de suas estruturas. Portanto, a produção de capulhos está diretamente ligada a queda de estruturas reprodutivas anteriores (abortamento de botões) e quando este fenômeno natural ocorre, tem-se crescimento vegetativo excessivo, que juntamente com densidades populacionais maiores interfere negativamente no desenvolvimento das estruturas reprodutivas, devido ao auto-sombreamento que impede a incidência de luz sobre as plantas dificultando a realização de processos fotossintéticos, com consequente redução da produção final da cultura.

Segundo Beltrão (2005) dos componentes da produção, o mais importante é o número de capulhos por planta. Esta é a fase final de desenvolvimento da cultura onde ocorreu a formação do capulho na fase reprodutiva, dura de 4 a 6 semanas, dependendo da produtividade, suprimento de água, nutrientes e temperatura. É nesta fase também, que se faz a aplicação de desfolhantes/maturadores (SILVA et al, 2011).

Verifica-se que houve diferença significativa para produtividade de algodão em caroço (Tabela 10), e que apresentou um CV de 18,2% de acordo com parâmetros de Garcia (1998), este CV é considerado médio sendo menor a 20%. Portanto, as características de produtividade são de natureza quantitativa e muito influenciadas pelas condições ambientais.

Tabela 10. Resumo da análise de variância e coeficiente percentual da variação em produtividade de algodão em caroço e rendimento de pluma, no município de Uberlândia, Minas Gerais, safra 2017/2018.

FV	GL	Quadrados Médios	
		PAC	RP
Blocos	3	142,02	2,23
Tratamentos	4	497582,39*	12,70 ^{ns}
Resíduos	12	140086,15	3,98
Média		2057,79	30,74
CV (%)		18,19	6,49

(*): significativos a 1 e 5% de probabilidade; respectivamente pelo teste F; ns não-significativo; pelo teste F; FV = Fontes de variação; GL = Graus de liberdade; PAC = Produtividade algodão em caroço; RP = Rendimento de pluma; CV = Coeficiente de variação.

No rendimento de Pluma (RP), não houve diferença significativa nas densidades e apresentou CV de 6,5%, demonstrando baixo CV (menor que 10%), evidenciando uma precisão experimental aceitável segundo Garcia (1998).

Os valores obtidos em produtividade em algodão em caroço para as cinco diferentes densidades de planta estatisticamente não diferem entre si, exceto a densidade de 12.000 plantas ha⁻¹ alcançaram uma melhor produtividade (Tabela 11). O rendimento de pluma seguiu resultados semelhantes aos da produtividade, demonstrando média maior para densidades de plantas maiores, quando comparadas as densidades menores (Tabela 11).

Tabela 11. Resumo das médias de produtividade de algodão em caroço e rendimento de pluma de densidade de planta, no município de Uberlândia, Minas Gerais, safra 2017/2018.

TESTE COMPARATIVO DE MÉDIAS		
População (ha)	PAC	RP
4.000	2206,30 a	31,54a
8.000	2192,86 a	30,79 a
10.000	2186,48 a	29,46 a
12.000	1429,90 b	28,68 a
14.000	2273,39 a	33,22 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Assim como foi dito anteriormente, as altas densidades de plantas favorecem a queda das estruturas reprodutivas do algodoeiro, por isso, a produção por planta é influenciada diretamente por conta da competição e sombreamento das plantas. Porém, se por um lado, a produção por planta é menor, o maior número de plantas por área propicia produtividade semelhante ou superior à obtida em menores densidades de plantas, dependendo das condições de cultivo (FERREIRA et al, 2015). Tal fato foi observado no estudo em questão, onde populações com 14.000 plantas ha⁻¹ apresentaram produtividade superior às populações com 4.000 plantas ha⁻¹.

O algodoeiro é uma planta que apresenta elevada plasticidade fenotípica, adequando-se aos mais variados ambientes tendo, evidentemente, os requerimentos ideais de clima e solo para chegar a produtividades elevadas e à fibra de qualidade (FERRARI et al, 2015).

Ferreira et al (2015) demonstraram em estudos que em espaçamentos entre fileiras inferiores a 0,51 m e com altas populações, foi possível observar a redução do número de capulhos por planta, mas a produtividade não foi alterada em virtude do maior número de plantas por área.

Em arranjos com populações adensadas a produtividade de fibra do algodoeiro aumenta, além de que, quando ocorrem variações em relação as densidades de plantas, ocorre nítido poder de compensação dos componentes de produção do algodoeiro, demonstrando que a produtividade de fibra apresenta melhores resultados nos arranjos de plantas com menores espaçamentos entre linhas quando comparado com espaçamentos convencionais (FERRARI et al, 2015).

4. CONCLUSÕES

As densidades de plantas influenciaram no desenvolvimento nas características morfológicas do algodoeiro.

As diferentes densidades interferiram nos valores de produtividade principalmente na densidade 12.000 plantas ha⁻¹ onde seus valores foram baixos, comparado as demais densidades.

REFERÊNCIAS

ABRAPA. Associação Brasileira de Produtores de Algodão. Estatísticas: **O Algodão no Brasil**. Disponível em: <<http://www.abrapa.com.br/estatisticas/Paginas/Algodao-no-Brasil.aspx>>. Acesso em: 07 jul. 2019.

ALVES, G. S.; Da Silva Alves, G.; De Lima Tartaglia, F.; Rosa, J. C., Ferreira, M. M.; De Carvalho, J. S.; De Albuquerque Alves, W. W.; Crescimento, produtividade e qualidade de fibra de algodão colorido influenciados pela população de plantas. **Ceres**, v. 64, n. 1, 2017.

BELTRÃO, N. E. M.; Fisiologia do Algodoeiro: **Aspectos Fisiológicos na Produção e na Qualidade da Fibra do Algodoeiro** – 1ª Palestra apresentada na Sala Especializada sobre Meio Ambiente e Fisiologia do Algodoeiro, V Congresso Brasileiro de Algodão. 29 de agosto a 01 de setembro, Salvador, Bahia. 2005.

BOGIANI, J. C.; ROSOLEM, C. A.; Resposta de Crescimento, Matéria Seca e Fotossíntese do Algodoeiro pelo Uso de Cloreto de Mepiquat. **Revista Brasileira Ol. Fibro**, v. 15, n. 1, p. 9-16, jan/abr. 2011.

CARDOSO, G. D.; Cardoso, G. D.; Alves, P. L. D. C. A.; De Macêdo Beltrão, N. E.; Do Vale, L. S.; Períodos de interferência das plantas daninhas em algodoeiro de fibra colorida BRS Safira. **Revista Ciência Agronômica (UFC. Impresso)**, v. 41, p. 456-462, 2010.

CARDOSO, G. D. **Períodos de interferência de plantas daninhas em Algodoeiro cultivares BRS safira e BRS verde**. 2009.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária 2018/2019**. Brasília. v.6, p. 1-112, ago. 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 07 Jun. 2019.

COSTA, E. N. Carço de algodão em dietas de vacas lactantes. Itapetinga-BA: **Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia**, 2017.

CRUZ, C. D. Genes Software: extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta**

Scientiarum, Maringá PR/ Brasil, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.

DE CARVALHO, L. P.; Salgado, C. C.; Farias, F. J. C.; Carneiro, V. Q.; Estabilidade e adaptabilidade de genótipos de algodão de fibra colorida quanto aos caracteres de fibra. **Ciência Rural**, v. 45, n. 4, p. 598-605, 2015.

DE CARVALHO, L. P.; DE ANDRADE, F. P.; DA SILVA FILHO, J. L.; Cultivares de algodão colorido no Brasil. **Embrapa Algodão-Nota Técnica/Nota Científica (ALICE)**, 2011.

DE SOUZA, J. G. & SILVA, J. B. V.; Relações entre Fenologia, Fotossíntese e Respiração no Lagodão Seleccionado Quanto a Alto e Baixo Teor de Amidão nas Raízes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. V. 29, n. 5, p. 743-749. Brasília, Maio. 1994.

FERREIRA, A. C. B.; BORIN, A. L. D. C.; BRITO, G. G.; SILVA-FILHO, J. L.; BOGIANI, J. C.; Épocas de semeadura, cultivares e densidades de plantas para algodão adensado em segunda safra. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 4, p. 397-405, out/dez, Goiânia. 2015.

GARCIA, C. H.; Tabelas para classificação do coeficiente de variação. Piracicaba: **IPEF**, 1998. 11p. (Circular Técnica 171).

FERRARI, J. V.; JUNIOR, E. F.; FERRARI, S.; LUQUES, A. P. P. G.; Estado Nutricional e Produtividade em Função de Diferentes Espaçamentos e Aplicação de Reguladores de Crescimento. Semina: **Ciências Agrárias**, v. 35, n. 5, p. 2285-2296, set/out, Londrina. 2014.

LAMAS, F. M. & YAMAOKA, R. S.; Implantação da Cultura – **Manual de Implantação da Lavoura de Algodoeiro – AMPA - IMAmt**. Capítulo 1: Pag. 78-83. 2012.

MINAS GERAIS. **Projeções do agronegócio**. Disponível em: <http://www.agricultura.mg.gov.br/images/Arq_Relatorios/Publicacoes/projecoes_2017_a_2027.pdf> Acesso em: 21 fev. 2019. Publicado em 2017.

ROSOLEM, C. A. Fenologia e ecofisiologia no manejo do algodoeiro. In: FREIRE, E. C.

(Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: Associação Brasileira do Produtores de Algodão, 2007.

SILVA, A. V.; CHIAVEGATO, E. J.; CARVALHO, L. H.; KUBIAK, D. M.; Crescimento e desenvolvimento do algodoeiro em diferentes configurações de semeadura. **Bragantia**, v. 65, n. 1, p. 407-411, 2006.

SILVA, I.P.F.; JUNIOR, J.F.S.; ARALDI, R.; TANAKA, A.A.; GIROTTO, M.; BOSQUÊ, G.G.; LIMA, F.C.C.; Estudo das Fases Fenológicas do Algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **Revista Científica de Agronomia**. Número 20, Periódico Semestral, Dezembro, 20011.

VALVERDE, MICHELLE. Safra é recorde em Minas, com boas projeções para novo ciclo. **Sistema Ocemg**, 12 set. 2018. Disponível em: <<http://www.minasgerais.coop.br/pagina/10613/safra-e-233--recorde-em-minas--com-boas-projee-231-e-245-es-para-novo-ciclo.aspx>>. Acesso em: 21 fev. 2019.