

**“SPEED BREEDING” NA CULTURA DO ALGODÃO COM MICRODOSES DE  
FINISH® EM FASE VEGETATIVA**

Por

**WARLEY GOMES DE SOUZA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos.

Rio Verde – GO

Fevereiro - 2025

**“SPEED BREEDING” NA CULTURA DO ALGODÃO COM MICRODOSES DE  
FINISH® EM FASE VEGETATIVA**

Por

**WARLEY GOMES DE SOUZA**

Orientador, Prof. Dr. Pablo Diego Silva Cabral – IF Goiano Campus Rio Verde - GO

Coorientador, Prof. Dr. Aurélio Rubio Neto – IF Goiano Campus Rio Verde – GO

Rio Verde – GO

Fevereiro – 2025

## DEDICATÓRIA

A Deus, Nossa Senhora das Graças, a quem eu sou devoto, minha namorada, família, amigos que me incentivaram. Só tenho a agradecer por ter vocês na minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e Nossa Senhora das Graças, pela sabedoria e por todas as graças recebidas em minha vida, dando-me sempre saúde e coragem para seguir em frente.

A minha namorada por todo apoio e compreensão, sempre.

Aos meus familiares, pelo enorme apoio que me foi concedido desde o primeiro dia do mestrado até a realização deste trabalho.

A meu orientador, Pablo Diego Silva Cabral, pela ajuda, incentivo, dedicação e ensinamentos que nunca serão esquecidos.

A todos da equipe do Cotton Breeding e Trait Development BASF – Trindade-GO, que contribuíram de alguma maneira desde a implantação do ensaio até a colheita.

A todos os mestres e doutores, que ao longo desse Mestrado contribuíram direto ou indiretamente para minha formação.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
2.1	A CULTURA DO ALGODOEIRO .....	10
2.2	HISTÓRICO DO ALGODÃO NO BRASIL E O AVANÇO NO CERRADO .....	11
2.3	MELHORAMENTO DO ALGODÃO .....	12
2.4	SPEED BREEDING (SB).....	14
2.5	REGULADORES DE CRESCIMENTO .....	17
2.6	FINISH®.....	18
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
3.1	AMBIENTE DE CULTIVO .....	21
3.2	PODA .....	22
3.3	CARACTERES AVALIADOS .....	23
3.3.1	<i>Número de dias para o aparecimento dos botões florais (NDABF):</i> .....	23
3.3.2	<i>Número de dias para o aparecimento da flor (NDAF):</i> .....	23
3.3.3	<i>Número de dias para o aparecimento do primeiro capulho (NDAPC) .....</i>	23
3.3.4	<i>Número de capulhos (NC):</i> .....	23
3.3.5	<i>Número de sementes (NS)</i> .....	23
3.3.6	<i>Peso de sementes (PS):</i> .....	23
3.4	ANÁLISE DE DADOS; .....	24
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>36</b>

# “SPEED BREEDING” NA CULTURA DO ALGODÃO COM MICRODOSES DE FINISH® EM FASE VEGETATIVA

Por

WARLEY GOMES DE SOUZA

(Sob Orientação do Professor Dr. Pablo Diego Silva Cabral – IF Goiano, Campus Rio Verde)

## RESUMO

O algodão é uma commodity agrícola com grande importância mundial, pois é a maior fonte de fibras naturais. Isso é devido, em parte, aos programas de melhoramento genético da cultura. Porém, o desenvolvimento de novas cultivares exige longos períodos e é um processo vagaroso, principalmente na fase de avanço de gerações, em que há o avanço da homozigose, não sendo necessário nesse momento uma planta com grande produção e sim uma que produza sementes mais rápido. Logo, é de grande valia a criação de protocolos que possam acelerar esse desenvolvimento. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação do produto químico Finish® (etefom + cyclanilide), a fim de testar se resulta na aceleração de ciclo do algodoeiro. O experimento foi conduzido na estação de pesquisa da Basf em Trindade, GO. Foi utilizado o delineamento inteiramente ao acaso (DIC) em esquema fatorial 5x3, com cinco micro doses de produto, e três cultivares de diferentes ciclos (precoce, médio e tardio), com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de quatro micro doses de Finish® (D1: 50 ml ha<sup>-1</sup>, D2: 100 ml ha<sup>-1</sup>, D3: 200 ml ha<sup>-1</sup> e D4: 400 ml ha<sup>-1</sup>) e o controle (D0: sem aplicação de Finish®), aplicados em estágio V6. A dose cheia do Finish® para o algodoeiro é de 1,5 L ha<sup>-1</sup>. As variáveis avaliadas foram: número de dias para o aparecimento do primeiro botão floral, número de dias para o aparecimento da flor, número de dias para o aparecimento do primeiro capulho, número de sementes colhidas, peso das sementes colhidas e número de capulhos finais colhidos. A aplicação do produto não antecipou o aparecimento do primeiro botão floral, da primeira flor e do primeiro capulho e influenciou negativamente a quantidade de sementes, o peso das sementes e a produção de capulhos.

**Palavras – Chave:** Aceleração, ciclo, melhoramento, estresse abiótico e florescimento.

“SPEED BREEDING” IN COTTON CROP WITH MICRODOSES OF FINISH®  
VEGETATIVE PHASE

By

WARLEY GOMES DE SOUZA

(Under the guidance of Prof. Dr. Pablo Diego Silva Cabral – IF Goiano, Campus Rio Verde)

ABSTRACT

Cotton is an agricultural commodity of major global importance, as it is the largest source of natural fibers. This is partly due to the crop's genetic improvement programs. However, the development of new cultivars requires long periods and is a slow process, especially in the generational advancement phase, where homozygosity progresses. At this stage, the goal is not a high-yielding plant but rather one that produces seeds faster. Thus, establishing protocols to accelerate this development is highly valuable. This study aimed to evaluate the effect of applying the chemical product Finish® (ethephon + cyclanilide) to test whether it speeds up the cotton plant's cycle. The experiment was conducted at the BASF research station in Trindade, GO, Brazil. A completely randomized design (CRD) was used in a 5x3 factorial scheme, with five microdoses of the product and three different cycles (early, medium, and late) of cultivars, with four replications. The treatments consisted of four microdoses of Finish® (D1: 50 mL ha<sup>-1</sup>, D2: 100 mL ha<sup>-1</sup>, D3: 200 mL ha<sup>-1</sup>, and D4: 400 mL ha<sup>-1</sup>) and a control (D0: no Finish® application), applied at V6 stage. The full Finish® dose for cotton is 1.5 L ha<sup>-1</sup>. The evaluated variables were number of days until the first floral bud appearance, number of days until the first flower appearance, number of days until the first boll appearance, number of seeds harvested, weight of seeds harvested, and number of final bolls harvested. The product application did not accelerate the appearance of the first floral bud, the first flower, or the first boll and negatively affected seed quantity, seed weight, and boll production.

**Keywords:** Acceleration, cycle, breeding, abiotic stress and flowering.

## 1 INTRODUÇÃO

O algodão é de extrema importância na agricultura brasileira e mundial, sendo a maior fonte de fibras naturais. Os principais países produtores são China, Índia, Brasil, Estados Unidos e Paquistão, com produção de 5,99, 5,7, 3,17, 2,63, 1,46 milhões de toneladas de pluma, respectivamente, sendo apenas esses países responsáveis por 77% da produção mundial (USDA 2023)

Na comercialização internacional do algodão em plumas, Estados Unidos e Brasil estão na ponta. Essa colocação brasileira é pelas boas condições climáticas do país, ao elevado nível tecnológico que incorpora a cada ano ao setor agrícola e às pesquisas com melhoramento genético, alinhado à aplicação de técnicas de produção, ocasionando aumento de produtividade com menor área e maior produção por hectare (Nascimento & Silva 2010).

Na produção de pluma, o algodoeiro está sujeito à ação de diversos fatores abióticos, aos quais a planta é extremamente sensível, como estresse hídrico, temperatura e luminosidade. Estes fatores podem desencadear diversas respostas fisiológicas na planta, das quais se destaca a temperatura, que influencia diretamente no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. Como exemplo: a temperatura noturna se alta, tende a diminuir a viabilidade dos grãos de pólen, acarretando a queda das estruturas reprodutivas. O estresse hídrico é outro fator climático que pode dificultar a produtividade agrícola no mundo, limitando diversas funções da planta, como por exemplo a transferência de carboidratos para o capulho, ocasionando queda de produção. Similarmente, a diminuição de luminosidade, como em dias nublados, pode acarretar abortamento de estruturas reprodutivas (Echer 2014).

A planta também expressa uma resposta com os fatores abióticos sofridos através da aplicação de produtos químicos, como por exemplo a utilização dos reguladores de crescimento no controle da altura da planta, nas fases de crescimento e maturação, e o etefom + cyclanilide (Finish®) na antecipação e a uniformização da maturação e a abertura das maçãs (Nepomuceno 2022, Bassini 2014). Existem atualmente técnicas com produtos químicos que objetivam equalizar a maturação dos frutos, a deiscência e a desfolha das plantas, aumentando a precocidade e contribuindo para diminuir a incidência de pragas; são técnicas que “aceleram” o ciclo do algodoeiro na fase final da cultura, em que já foram demandados diversos dias até chegar nesse período (Bassini 2014).

O conhecimento dos efeitos isolados desses estresses abióticos, como sensibilidade a luz, estresse hídrico e mudança no comportamento da planta através da aplicação de produtos químicos, permite elaborar estratégias de aceleração de ciclo, que são demandadas pelos programas de melhoramento genético.

O processo de melhoramento do algodão, do início até chegar ao cultivar comercial, possui duração variável de acordo com o método adotado. O processo mais simples, que envolve a hibridação biparental, logo após a seleção genealógica, tem duração média de oito anos para lançamento de um novo cultivar; este período pode ser reduzido com técnicas de aceleração de etapas, obtendo mais ciclos no ano. Por outro lado, processos mais complexos como os que envolvem cruzamentos múltiplos seleção recorrente seguida de seleção genealógica, chegam a durar 15 anos para a obtenção de um cultivar estável (Beltrão & Araújo 2004).

O melhoramento genético vem sendo a principal ferramenta para o aumento da produtividade de forma sustentável, metodologia que já era usada desde os tempos dos primeiros agricultores, que selecionavam as sementes visualmente mais bonitas e vistosas. Desenvolvendo-se ao longo dos anos com uma gama de novas tecnologias e conhecimentos científicos (Borém *et al.*, 2021).

Há, no entanto, uma pressão para obtenção de resultados rápidos, intensificando as pesquisas com “Speed Breeding”, metodologia que encurta o ciclo de reprodução das culturas, com avanço de geração em menor espaço de tempo e, conseqüentemente, levando à obtenção de cultivares em menor tempo (Ghosh *et al.*, 2018).

Todavia, ainda é escassa a produção de outras técnicas de aceleração de ciclo, principalmente para o algodoeiro, uma planta com ciclo de longa duração quando comparado a outras cultura anuais produzidas no Brasil.

Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da aplicação do produto químico etefom + cyclanilide (Finish®) aplicado em microdoses e em ambiente controlado, na fase vegetativa do algodoeiro, em três ciclos de maturação diferentes, com o propósito de avaliar os efeitos sobre a antecipação em número de dias da produção de botões florais, flores, capulhos, e sobre o número de capulhos, produção de sementes e peso das sementes.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A cultura do Algodoeiro

O algodoeiro é uma planta da família das malváceas, cuja espécie é *Gossypium hirsutum* L. Ela é cultivada mundialmente e possui inúmeras espécies distribuídas pelo mundo tendo as mais comuns origens na África Central e Ásia Central. Há relatos e documentos antigos da utilização milenar dos tecidos de algodão; no Paquistão, no sítio de Mohenjo-Daro, por exemplo, foram encontrados vestígios de tecidos e cordões de algodão de 2700 a.C. (Leraye *et al.*, 2010; Bélot & Vilela 2020).

Existem a cerca de 40 espécies arbustivas da planta, nativas das regiões subtropicais e tropicais. O algodoeiro é uma planta arbustiva, amplamente cultivada no mundo, em primeiro lugar pela fibra e em segundo lugar pelas sementes (Pedroso & Devechio 2021).

Em relação ao clima, o algodoeiro requer calor e umidade no solo para completar o ciclo vegetativo, devendo as fases finais coincidirem com o período seco, para possibilitar a perfeita secagem e deiscência do fruto; necessita de temperatura para a germinação entre 25 e 30°C, crescimento 27 e 32°C, florescimento 30°C, desenvolvimento e maturação dos capulhos 27 a 32°C. Os cultivares de algodão atualmente são divididos em três ciclos: ciclo precoce de até 160 dias, médio de 160 a 180 dias e tardio mais de 180 dias (Richetti *et al.* 2017).

O cultivo do algodoeiro é importante por possibilitar a geração de emprego e renda para grandes e pequenos cotonicultores. Possui, ainda, grande importância socioeconômica para o Brasil, é a cultura com maior fonte natural de fibras (Severino *et al.*, 2019).

O PIB da cadeia produtiva do algodão no Brasil é a cerca de US\$ 74,11 bilhões, considerando as vendas de produtos de confecção; tal cadeia gera emprego e renda para 1,2 milhão de trabalhadores. O produto colhido é formado por 40% de fibra e 60% de caroço. Enquanto a fibra é vendida para a indústria têxtil, do caroço é extraído o óleo, que é destinado à produção de biodiesel e o farelo, encaminhado à produção de ração animal (Alcantara *et al.* 2021).

Na safra 2022/23, de acordo com a Conab (2024), a produção brasileira de pluma foi de 3,17 mil toneladas em 1,66 milhões de hectares. Já a safra 2023/24 teve aumento com produção de 3,66 mil toneladas em 1,99 milhões de hectares (Conab 2024).

O algodoeiro vem se destacando como uma das principais *comodities* brasileiras, devido aos avanços tecnológicos empregados na cultura, combinando o esforço dos produtores, técnicos e pesquisadores às instituições públicas e empresas privadas na geração e transferência de novas tecnologias, aperfeiçoando os sistemas de produção e melhoramento genético. (Azevedo *et al.* 2017).

## **2.2 Histórico do algodão no Brasil e o avanço no Cerrado**

No Brasil, o algodão já era cultivado pelos nativos quando chegaram os colonizadores, que promoveram o plantio nas capitânicas hereditárias. Na segunda metade do século 17, o algodão chegou a desenvolver-se consideravelmente no estado do Maranhão, tornando-se o principal produto de exportação da capitania. A grande mudança só veio no século 18, com a Revolução Industrial e o desenvolvimento de novas máquinas com produção em grande escala de fiação, provocando a expansão da tecelagem e do mercado mundial de fios e tecidos e tornando o algodão uma cultura comercial. No início do século 19, o Brasil já era reconhecido como exportador de pluma. No início do século 20, a produção nacional de tecidos já era maior que a importação (Berger *et al.* 2019, Ampa 2024).

Entre os séculos 19 e 20 houve o maior crescimento e desenvolvimento do algodoeiro, assim como os maiores desafios para a cultura no Brasil. No fim dos anos de 1960, o Brasil era o quinto maior exportador da fibra no mundo. Até a década de 1980, a produção e a indústria têxtil sofreram altos e baixos, mas o saldo sempre foi positivo. Ainda nessa década, os produtores enfrentaram dois problemas que quase dizimaram a cotonicultura nacional: o primeiro foi a entrada do bicudo-do-algodoeiro, que infestou e arrasou lavouras inteiras no Nordeste, e o segundo foi a falta de crédito rural e instabilidade econômica do país (Berger *et al.* 2019).

Após a introdução do bicudo-do-algodoeiro no Brasil na década de 1980, mais especificamente no nordeste brasileiro, a praga dissipou muito rápido e assolou os produtores e instituições de pesquisa, que não estavam preparados para um inimigo proveniente de um ecossistema estrangeiro, este cenário levou ao fechamento de várias estações experimentais no Brasil e propiciou o início das pesquisas no cerrado brasileiro. Nessa época, o melhoramento

de algodão teve o início no estado de Goiás, impulsionando também o Mato Grosso, que era grande produtor no cerrado e buscava novas alternativas agropecuárias (Neto & Freire 2013).

As regiões que abrangem o Bioma Cerrado tomaram força na produção de algodão, principalmente pela adaptabilidade ao clima e ao solo, sobretudo por se tratarem muitas vezes de extensas áreas planas e não irrigadas. A produção de algodão tornou-se uma das atividades agrícolas importantes para o agronegócio brasileiro, devido à adaptação a ambientes semiáridos e a tolerância ao estresse salino. Esse avanço para o cerrado brasileiro resgatou o país da condição de importador, para a de exportador de pluma (Azevedo *et al.* 2017, Soares *et al.* 2021).

A grande mudança no cenário veio de fato a partir dos anos 1990, quando a adaptação de tecnologias para explorar as grandes extensões de terras planas e mecanizáveis e o clima favorável possibilitaram o crescimento da região. Para se ter uma ideia, no período de 1978 a 1987 a média anual de produção de algodão no Estado de Mato Grosso foi de somente 9 mil toneladas, e desde os anos de 1990 o crescimento em produção não parou. Na safra de 23/24 a produção do Estado foi de 6,39 milhões de toneladas de algodão em caroço (Severino *et al.* 2019; Conab 2024).

O Cerrado brasileiro, especialmente o Centro-Oeste e o Nordeste, aparece como a principal área produtora de algodão, destacando-se o Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Bahia e Goiás. Deste, o Mato Grosso é o maior produtor do país, detendo a cerca de 60% de toda a produção, tendo a maior adaptação da planta, após a mudança de produção do semiárido para o cerrado (Ferreira 2022).

Alinhado à ideia de uma planta resistente e adaptada às condições de cultivo brasileiro, surgiram novas tecnologias desenvolvidas para produção, facilidade de manejo, beneficiamento, qualidade de fibra, produtividade, resistência a pragas, doenças e herbicidas, a partir das demandas do setor produtivo. Essas tecnologias foram surgindo com o desenvolvimento de novas cultivares, pela Embrapa e empresas públicas, principalmente pelo emprego de cultivares transgênicas, que foram desenvolvidas pelos programas de melhoramento genético brasileiro.

### **2.3 Melhoramento do algodão**

O melhoramento genético do algodoeiro no Brasil tem início em 1924, no estado de São Paulo pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e em alguns estados do Nordeste, havendo posteriormente a criação de outros programas de melhoramento de empresas públicas e privadas. Nas décadas de 1980 e 1990 surgiram parcerias de instituições de pesquisas públicas como a Embrapa, Iapar e o IAC com empresas privadas, com o propósito de obter cultivares adaptadas ao cerrado, uma região com clima favorável e livre das principais pragas que assolavam o Nordeste na época, como o bicudo-do-algodoeiro (Freire *et al.*, 2015, Alvarenga 2018).

Após a lei de proteção de cultivares, o mercado de sementes tornou-se atrativo às empresas privadas para o mercado brasileiro de cultivares de algodoeiro, aumentando o número de programas de melhoramento no Brasil (Neto & Freire 2013), o que tem promovido avanços importantes no desenvolvimento da cultura. Este movimento levou à produção de genótipos com tolerância a viroses e doenças como a mancha-de-ramulária, com ciclo precoce, médio e tardio, em especial as adaptadas a segunda safra, cultivares transgênicas, com resistência a lepidópteros e resistência a herbicidas, além do aumento da qualidade e rendimento da fibra (Freire *et al.*, 2015).

As previsões da ocorrência e atuação de estresses bióticos e abióticos na cultura promovem o aumento da demanda para o desenvolvimento de novos cultivares e o interesse por parte das empresas privadas para o desenvolvimento e lançamento de novas tecnologia. Existe, ainda, a pressão do crescimento populacional, devendo ser utilizadas todas as ferramentas possíveis.

A seleção de linhas puras é uma atividade intensiva em recursos, atividade essa que leva 10 anos ou mais para desenvolver um novo cultivar. Em algumas culturas, o cultivo em ambiente controlado reduziu significativamente a duração do ciclo de seleção. A combinação de plantios em locais controlados em qualquer época do ano, a outras técnicas podem antecipar ciclo, reduzindo significativamente o tempo de desenvolvimento de um novo cultivar (Saxena *et al.*, 2019).

A agricultura moderna, em busca por sustentabilidade e ao mesmo tempo garantir os suprimentos das demandas por alimento, bioenergia, fibras, medicamentos e forragens, tem no melhoramento genético umas das principais ferramentas, frente ao crescimento contínuo da população humana, para garantia dos suprimentos necessários. (Resende & Brondani, 2023).

Dentro do melhoramento há características que englobam a agricultura 4.0, juntamente à integração de outros recursos tecnológicos, tais como: bioinformática, biotecnologia, agricultura de precisão, logística, entre outros recursos (João *et al.*, 2021). A agricultura desempenha, assim, seu papel para o aumento da produtividade de forma sustentável, na busca pelo desenvolvimento de cultivares com características desejáveis, como maior produtividade, resistência a insetos-pragas e doenças e adaptabilidade a diferentes condições ambientais em menor espaço de tempo (Resende & Brondani, 2023).

## **2.4 Speed Breeding (SB)**

Na década de 1980, a NASA desenvolveu um programa de investigação em conjunto com a Universidade do Estado do Utah, para o desenvolvimento rápido da geração de trigo na estação espacial, abrindo uma nova era de cultivo e explorando também a possibilidade de cultivar alimentos no espaço para satisfazer as necessidades dos astronautas na estação espacial. A USU-Apogee foi a primeira variedade de trigo anão desenvolvida por "speed breeding" (Ghosh *et al.*, 2018; Hickey *et al.*, 2019).

A descoberta do iodeto emissor de luz (LED) na década de 1990 e o efeito no crescimento e desenvolvimento das plantas foram avaliados na Universidade de Wisconsin, nos EUA, acelerando a investigação e a aplicação do melhoramento rápido para o desenvolvimento das culturas. Inspirada no trabalho da NASA, a investigação da Universidade de Queensland propôs o termo "Speed Breeding" em 2003, para acelerar os avanços de geração, no melhoramento do trigo (Ahmer *et al.*, 2020).

Utiliza-se dentro das pesquisas o termo Speed Breeding (SB), cujo objetivo final é diminuir o tempo para o lançamento de um novo cultivar; contudo, a técnica baseia-se no encurtamento do ciclo das culturas, reduzindo os intervalos entre as gerações e no uso de condições artificiais para o cultivo de gerações sucessivas (João *et al.*, 2021).

Essa aceleração de ciclo pode contribuir também para acelerar a taxa de ganho genético. O SB pode ser combinado com outras ferramentas modernas de melhoramento como: edição de genoma, fenotipagem de alto rendimento e ganho de seleção para acelerar os ganhos de rendimento (Hickey *et al.*, 2019).

De acordo com Echer (2014), para a redução do ciclo e avanço mais acelerado de geração são utilizadas diversas técnicas como: técnicas de iluminação suplementar combinada com câmaras de crescimento e estufas, estresses hídricos, colheita precoce das sementes, entre outras.

No trabalho de Rossi *et al.* (2020), notou-se que a aceleração do ciclo utilizou iluminação suplementar contínua em estufa, com quantidade, qualidade e intensidade ótimas de luz, e a duração do dia aceleram a floração precoce, a taxa fotossintética e aceleraram o ciclo, produzindo mais geração das plantas por ano.

Watson *et al.* (2019), trabalhando com trigo, cevada, canola e grão-de-bico em ambiente controlado, com horas de luz e escuro diários controlados, demonstrou redução considerável no tempo de ciclo vegetativo e reprodutivo, antes era de duas a três gerações por ano, passou a ser de quatro a seis gerações.

Mobini & Warkentine (2016) atuaram com ervilha por meio de protocolo com fotoperíodo, sendo 20/4 claro/escuro em sistema hidropônico, acelerando o desenvolvimento da população de ervilha em 30-45 dias por geração.

Saxena *et al.* 2017 realizaram um trabalho com quatro genótipos de feijão-guandu, com grupo de maturidade precoce, sob fotoperíodo controlado e conseguiram realizar quatro ciclos no ano. Eles observaram que a aceleração de ciclo também pode acontecer utilizando o SB com protocolos combinados, como a utilização de fotoperíodo controlado com a colheita de sementes imaturas e método de melhoramento e antecipação descida de vagem única.

Em outra estratégia baseada em SB, Saxena *et al.* (2019) realizaram experimentos com genótipos de feijão-guandu, com grupo de maturação precoce e insensíveis ao fotoperíodo, integrando a utilização da germinação de sementes imaturas, para o avanço rápido das gerações, e um método de seleção descendente de uma só vagem, mostrando o potencial para fornecer novos cultivares de maturação precoce. Obtiveram quatro gerações por ano, podendo acelerar a avaliação no terreno das linhas homozigóticas resultantes.

Pode-se relacionar também combinação com produtos químicos; Mobini *et al.* (2015) testaram o efeito de diferentes concentrações de flurprimidol (regulador de crescimento) e combinações de uma citocinina e duas auxinas na floração *in vitro*, utilizando dois cultivares de lentilha (*Lens culinaris* Medik.) e dois de fava (*Vicia faba* L.), combinados com a colheita de sementes imaturas e colheita da primeira vagem maturada. Segundo os autores, esse

protocolo de SB pode produzir sete e oito gerações por ano, para ambas. Para o método de seleção apenas por descida de vagem única, para plantas autopolinizadas, uma semente de cada planta, em cada geração, é avançada três vezes por ano, até quase homozigose, o que requer ainda mais de 2 anos. O método SB, desses autores, produz cerca do dobro do número de gerações por ano e, portanto, tem potencial para a aceleração significativa dos programas de melhoramento de culturas de leguminosas.

Mobini *et al.* (2015) também realizaram a combinação de aplicação de produtos químicos de forma exógena de reguladores de crescimento vegetal; o benzilaminopurina, em combinação com tratamento a frio 8/4°C dia/noite durante 2 dias, reduziu consideravelmente o tempo de geração em fava, através da melhoria da viabilidade do pólen e da melhoria da fixação de vagens e sementes.

Watson *et al.* (2019) demonstraram que a produção de plantas em câmaras de crescimento totalmente fechadas e com o ambiente controlado causa aceleração no desenvolvimento das plantas, auxiliando nas pesquisas relacionadas ao rápido melhoramento integrando e auxiliando as modernas tecnologias de melhoramento.

Há na literatura algumas técnicas de SB, podendo consistir um protocolo ou a combinação das seguintes abordagens: otimização do ambiente de crescimento das plantas (por exemplo, densidade de plantas, fotoperíodo e temperatura), engenharia genética direcionada para a via de floração, enxertia de plantas juvenis em porta enxertos maduros, aplicação de reguladores de crescimento vegetal e colheita de sementes imaturas (O'Connor *et al.*, 2013; van Nocker & Gardiner 2014; Ceballos *et al.*, 2017; Watson *et al.*, 2018; Ghosh *et al.*, 2018; Lulsdorf & Banniza 2018).

Dentro das empresas de pesquisa, há busca constante por novos métodos de melhoria contínua e redução de tempo no desenvolvimento dos novos cultivares, visto que quando um produto começa a ser desenvolvido, levará anos até chegar ao mercado consumidor com volume disponível para comercialização. Segundo Nascimento & Silva (2010), o melhoramento genético da cultura do algodão tende a atender três setores de economia: ao produtor, que se interessa por novos cultivares, de porte e maturação uniformes, resistentes às principais pragas e doenças; às empresas de beneficiamento; e à indústria têxtil, fiação e tecelagem que necessitam do rendimento da pluma extraída do algodão em caroço e uma série de atributos físicos da fibra.

O Speed Breeding é uma metodologia que vem ganhando força nas pesquisas através da corrida das empresas privadas pelo lançamento rápido de novas tecnologia. Essa corrida também ocorre no melhoramento de algodoeiro, e uma das estratégias é a aceleração do ciclo em ambiente controlado.

## **2.5 Reguladores de Crescimento**

Os reguladores crescimento favorecem o controle de crescimento vegetativo da planta, através da manipulação da arquitetura, facilitando o manejo agrônômico, de condução e colheita. A utilização de regulador de crescimento tornou-se indispensável por causa da transformação do cultivo de algodão arbóreo, aquele que parece uma árvore mediana, de cultivo permanente para o cultivo de algodão herbácea, que é um arbusto de cultivo anual. Existem também alguns fatores que promovem excessivo crescimento vegetativo, como por exemplo excessiva disponibilidade de nutrientes e água e condições climáticas favoráveis, implicando em efeitos negativos sobre a produção final, por causa do excessivo crescimento, dificultando a colheita, por exemplo (Lamas & Ferre 2006).

O algodoeiro possui o hábito de crescimento indeterminado, apresentando excessivo crescimento vegetativo e conseqüente desbalanço na relação fonte/dreno, justificando ainda mais a aplicação de reguladores. Essa aplicação altera o balanço entre os ramos vegetativos e reprodutivos, favorecendo os segundos; em função dessas alterações, a planta torna-se mais compacta, permitindo o aumento da população e a maior eficiência da aplicação de inseticidas e da penetração da luz, contribuindo para a abertura mais rápida e uniforme dos frutos (Rossi 2020).

O regulador de crescimento é um composto sintético que atua no metabolismo da planta alterando a síntese dos hormônios de crescimento, como as giberelinas, citocininas, auxinas, etileno e ácido abscísico. Portanto, esses reguladores são inibidores do alongamento celular, reduzindo os entrenós da planta, o número total de nós, a altura da planta e o comprimento dos ramos. Ele aumenta o espessamento das folhas e a coloração verde, além de ajudar a reter os frutos nas primeiras posições dos ramos reprodutivos (Beltrão & Araújo 2004). Os principais produtos disponíveis no mercado e registrados como reguladores de crescimento para a cultura do algodão são: cloreto de mepiquat (Pix HC), cloreto de chloromequat (Tuval) e cloreto de clorocolina (Cycocel).

## 2.6 Finish®

Um produto específico recomendado para a cultura do algodão é o Finish®, utilizado para antecipar e uniformizar a maturação e a abertura das maçãs; aliado a outros produtos como, por exemplo, o Dropp, provoca queda das folhas. A composição é 2-chloroethylphosphonic acid (etefom) na concentração de 480 g L<sup>-1</sup> e 1-(2,4-dichloroanilino-carbonyl) cyclopropanecarboxylic acid (ciclanilida) na concentração de 60 g/L; o modo de ação do etefom é pela liberação de etileno, que inibe a biossíntese de auxinas e, subsequentemente, a movimentação na planta. Esse composto, depois de aplicado, pode ser absorvido pelas folhas e maçãs, provocando aumento na concentração de etileno, hormônio vegetal responsável pela maturação dos frutos. A Ciclanilida potencializa o Etefom que provoca a abscisão foliar (Bayer, 2023).

Stewart *et al.* (2000) realizaram experimentos com cinco produtos comerciais indicados como condicionadores de colheita, um deles com maturadores contendo percussores de etileno (Ethepon+Cyclanilide). Foi observado pelos autores que os maturadores contendo os percussores de etileno foram os únicos que proporcionaram abertura sincronizada de maçãs e, ainda, que o agente sinérgico como Cyclanilide é muito importante para a performance do produto.

O Finish® atua da seguinte forma: o etileno causa a desintegração das membranas celulares e morte das células, principalmente as que unem os carpelos da cápsula das maçãs. A partir dessa desintegração celular e a dessecação, ocorre a exposição das fibras ao ambiente externo, e, a partir daí inicia-se o processo de evaporação de água das fibras. Estas, ao secar, incrementam o volume e empurram a casca para trás, causando abertura das maçãs (Bassini 2014).

Assim, o uso de maturadores e desfolhante é necessário para a uniformidade e aceleração da abertura das maçãs, promover desfolhas das plantas e facilitar o trabalho das máquinas na colheita e ganho de produção, garantindo fibras mais limpas e melhor custo-benefício (Schwening *et al.* 2007, Bassini 2014). Porém, o fator temperatura deve ser levado em consideração para a aplicação desse produto, é a partir dela que se decide qual dosagem utilizar; além disso, a eficiência do produto pode ser reduzida quando a temperatura média for inferior a 22°C, situação em que não se recomenda a aplicação (Finish® bula 2023).

Existem técnicas com produtos químicos com a finalidade de equalizar a maturação dos frutos, a deiscência e a desfolha das plantas, aumentando a precocidade e contribuindo para diminuir a incidência de pragas. São técnicas que “aceleram” o ciclo do algodoeiro, porém ela ocorre na fase final da cultura, em que já foi demandado diversos dias até chegar nesse período (Lamas *et al.* 1999, Bassini 2014). Esse processo pode ser chamado de condicionante de colheita, que nada mais é do que o uso e efeito dos maturadores químicos que estimulam a produção de etileno.

Protocolos comprovados de Speed Breeding, combinados com outros métodos como descendência de semente/vagem única, colheita de sementes imaturas e ganho de seleção fornecerão maiores ganhos genéticos em relação aos métodos convencionais de melhoramento de plantas (Varshney *et al.* 2021).

Dessa forma, levando em consideração um período tão extenso como o do ciclo do algodoeiro, torna-se relevante realizar estudos que venham a gerar informações sobre a possível antecipação do ciclo dessa cultura, de forma viável e que não comprometa a qualidade das sementes produzidas. Esses são requisitos demandados para o melhoramento de plantas, visto que até o momento pouco se conhece sobre protocolos de antecipação de ciclo para o algodoeiro.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido de agosto a novembro de 2023, na Estação de pesquisa da BASF, em Trindade GO, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 16°37'12.00", longitude 49°33'10.43". O ensaio ocorreu em casa de vegetação com clima interno controlado, dia 37°C e noite 28°C, 2°C  $\pm$  e as plantas foram cultivadas sobre mesas metálicas com dimensões de (3,00 x 1,20 x 2,00 m). Foi utilizado o Delineamento Inteiramente ao Acaso (DIC) em esquema fatorial 5x3, com cinco micro doses de produto e três cultivares de diferentes ciclos, com quatro repetições. Cada repetição foi composta com um vaso e uma planta por vaso.

Os tratamentos foram constituídos de quatro micro doses de Finish® (D1: 50 ml ha<sup>-1</sup>, D2: 100 ml ha<sup>-1</sup>, D3: 200 ml ha<sup>-1</sup> e D4: 400 ml ha<sup>-1</sup>) e o controle (D0: sem aplicação de Finish®). A dose cheia do Finish® para o algodoeiro é de 1,5 L ha<sup>-1</sup>. Para o fator ciclo foram utilizadas três cultivares, a FM 910 de ciclo precoce (abaixo de 160 dias), a FM 966 de ciclo médio (entre 160 e 180 dias) e a FM 993 de ciclo tardio (acima de 180 dias).

As aplicações das doses do produto Finish® foram realizadas no estágio de vegetação V6 em todas as plantas. Cada grupo de plantas foi retirado de dentro da casa, então ocorreu a realização da aplicação uniforme, com auxílio pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, contendo uma barra de 0,5 metros de comprimento e duas pontas de pulverização do tipo cone vazio Mag 2 preto – M054, espaçadas a 0,50 m. O volume de calda utilizado foi equivalente a 150 L\*ha<sup>-1</sup>, e a pressão do pulverizador a 4 lb pol<sup>-2</sup>. Cada vaso foi etiquetado para garantia de identificação da planta e alocação no devido lugar, depois da aplicação, de acordo com o sorteio do delineamento experimental.

A adubação foi realizada através de fertirrigação feita diariamente, através da irrigação por gotejamento, que teve início 14 dias após a emergência, conforme a Tabela 1. Irrigação foi feita por gotejamento, com estarte das 06 às 19 horas, com intervalos de 30 minutos.

Tabela 1. Adubação por vaso, feita diariamente, programada para avaliação do efeito da aplicação de Finish® na cultura do algodoeiro, na estação experimental de Trindade GO em 2023.

Dias de aplicação		Segunda	Terça	Quarta	Sexta	Total no Ciclo
Produto	Uni. (g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
18-18-18	0,55	70,4				1126,4
00-00-60	0,45				57,6	921,6
45-00-00	0,2			25,6		409,6
12-60-00	0,38				48,6	777,6
Cálcio	0,25		32			512
Boro	0,048	6,1				97,6
Tradcorp Az II	0,048				6,1	97,6
Royalflex	0,037	4,7				75,2
Cobre	0,009			1,2		19,2
Manganês	0,12			15,4		246,4
Magnésio	0,075			9,6		153,6
Zinco	0,007			0,9		14,4

Tabela de adubação com macro e micronutrientes, para 128 plantas.

### 3.1 Ambiente de cultivo

Foram semeadas três sementes por vaso. No sétimo dia após a emergência ocorreu o desbaste, deixando uma planta por vaso. A temperatura da casa de vegetação foi mantida entre 22 a 35°C, por meio de aquecedores quando a temperatura externa chegasse abaixo de 22 graus, e por meio de exaustores com placas ped acionados quando a temperatura atingisse mais de 35°C. Devido à competitividade das plantas em vasos diferentes, cada mesa contou com quatro linhas de vasos, sendo as duas linhas externas bordadura e as duas linhas internas eram de vasos com plantas que foram avaliadas (parcela útil do experimento), de acordo com a Figura 1. A bordadura é necessária pela quantidade de luz que as plantas que estão ao redor da mesa, recebem a mais, em relação as plantas internas. Os vasos tinham capacidade de 8 litros, e foi utilizada a seguinte mistura de substrato: terra virgem + substrato na proporção de 50/50, 200 kg, + cal virgem 150 g + calcário 30 g + fertilizante NPK 4 – 30 – 10 na dose de 10 kg por mistura.



Figura 1. Organização das parcelas experimentais nas mesas com as duas linhas externas como bordadura e as duas linhas internas como parcela experimental.

### 3.2 Poda

As plantas foram podadas quando tinham quatro maçãs maiores que 2,5 cm de diâmetro; foi realizada uma poda drástica no entrenó acima da quarta maçã, limitando a emissão de estruturas reprodutivas e enfoque apenas nos frutos em desenvolvimento. O método de poda é porque o algodoeiro teve crescimento indeterminado, havendo a necessidade de poda para diminuir a emissão de novas frutificações, assim como afirma Neves (2010). O mesmo autor pesquisando a época apropriada para o corte apical do algodoeiro, afirma que é

recomendada para reduzir o número de estruturas não produtivas, ao final da safra, que são utilizadas como hospedeiras de pragas e atrasam o ciclo da cultura.

Quando todos os capulhos restantes após a poda estavam todos abertos, foi cessada a irrigação e ocorreu a colheita. Os capulhos foram colhidos por bulk, e consiste em colher e unificar as quatro repetições de ciclo e doses iguais, portanto, quatro vasos completavam um bulk sendo o total de 15 bulks. Cada bulk foi descarçado com auxílio da máquina própria, pesadas e contadas por bulk. Logo em seguida passaram pelo processo de deslinteramento, que é o processo de retirar o línter da semente.

### **3.3 Caracteres avaliados**

#### **3.3.1 Número de dias para o aparecimento dos botões florais (NDABF):**

Número de dias desde a emergência até o aparecimento do primeiro botão floral, monitorado diariamente pela manhã;

#### **3.3.2 Número de dias para o aparecimento da flor (NDAF):**

Número de dias desde a emergência até abertura da primeira flor, monitorado diariamente pela manhã;

#### **3.3.3 Número de dias para o aparecimento do primeiro capulho (NDAPC)**

Número de dias desde a emergência até abertura a abertura do primeiro capulho visualmente viável;

#### **3.3.4 Número de capulhos (NC):**

Número de capulhos totais colhidos de cada planta, após a abertura de todos os capulhos.

#### **3.3.5 Número de sementes (NS)**

Foi feita a contagem das sementes totais por planta, após o descarçamento e deslinteramento das sementes.

#### **3.3.6 Peso de sementes (PS):**

Depois de colhido e deslinterado foi contabilizado o peso das sementes por planta.

### **3.4 Análise de dados;**

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de pressuposições da análise de variância, e atendido o teste, foi realizada a análise de variâncias. Para comparar as médias de tratamentos foi utilizado o teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 mostra o resumo da análise de variância. As variáveis primeiro botão floral (PBF) e primeira flor (PF) não foram influenciadas pela aplicação do micro doses de Finish®. A fonte de variação ciclo mostra um nível de significância, mas é apenas a diferença de números de dias por ciclo, seguindo as premissas de duração de ciclo de uma planta, o ciclo precoce sobressaiu-se no número de dias para o aparecimento da PBF, PF e primeiro capulho (PC), seguido de ciclo médio e tardio. Porém, para a variável primeiro capulho (PC) ocorreu interação entre os fatores dose e ciclo, para o aparecimento do primeiro capulho ao nível de 5% de significância.

Tabela 2: Resumo da análise de variância para as características primeiro botão floral (PBF), primeira flor (PF) e primeiro capulho (PC) para cultivares de diferentes ciclos (precoce, médio e tardio) de algodoeiro submetido a doses de Finish®, em ambiente controlado.

Fonte de Variação	Quadrados médios		
	PBF	PF	PC
Dose (D)	3,27 <sup>ns</sup>	12,04 <sup>ns</sup>	32,54 <sup>**</sup>
Ciclo (C)	37,05 <sup>**</sup>	57,05 <sup>**</sup>	189,15 <sup>**</sup>
D x C	4,30 <sup>ns</sup>	5,52 <sup>ns</sup>	20,69 <sup>**</sup>
CV <sup>1</sup> %	5,33	3,82	2,75

<sup>NS</sup>: não significativo; <sup>\*\*</sup>Significativo (P <0,05); CV<sup>1</sup> coeficiente de variação.

De acordo com a Tabela 2, os coeficientes de variação do presente trabalho apresentaram CV baixos para primeiro botão floral (PBF), primeira flor (PF) e primeiro capulho (PC) em cultivares de ciclo precoce, médio e tardio, submetido a doses de Finish®, em ambiente controlado, CVs baixo proporcionam mais eficiência nos dados e na apresentação dos resultados. Resultado semelhante foi o de Athayde *et al.* (1999), avaliando o efeito da aplicação de doses de cloreto de mepiquat aplicadas de forma parcelada. Conduzido em Jaboticabal, SP com a cultivar de algodoeiro IAC 22, os autores tiveram um CV entre 3,76 e 4,86%. Já para CVs dessemelhante, Paulo *et al.* (1989) avaliou o efeito do etefom e do tidiazurom, aplicado em doses na desfolha do algodoeiro e na deiscência e seus frutos e obtiveram CVs entre 5,32 a 16,58%. Tem também Teixeira *et al.* (2008), que avaliaram o crescimento e a produtividade do algodoeiro cv. FMX 986 submetido às doses de N e cloreto

de mepiquat, nas condições edafoclimáticas do cerrado goiano, e os autores obtiveram um CV entre 11 e 19,7%.

O efeito visual da aplicação foi percebido um dia após a realização. Aparentemente, à medida que aumentava a dose, as plantas apresentavam leve e pequena murcha nas folhas; dois dias após a aplicação as plantas já não apresentavam nenhum sintoma de aplicação. Todas as fotos foram tiradas no mesmo horário, mostrando que quanto maior a dose, maior o estresse sofrido pela planta (Figura 2).

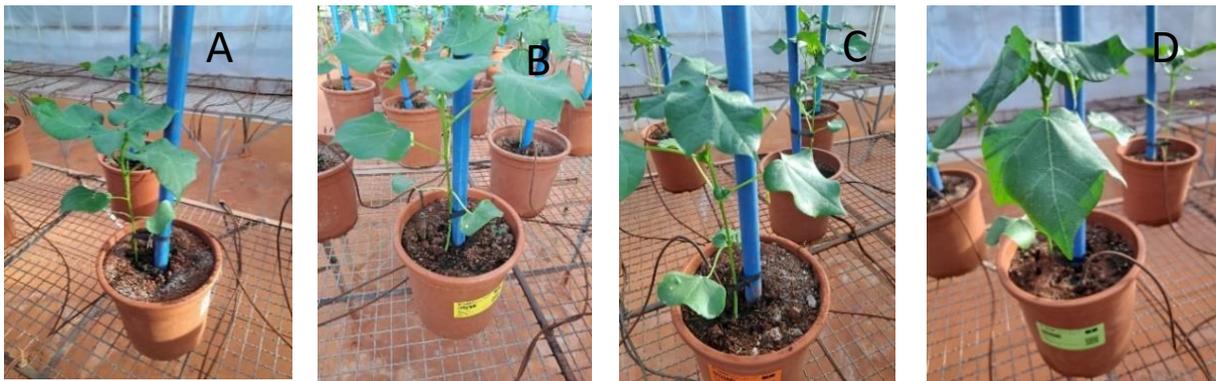


Figura 2. Aparência visual das plantas de algodão após a aplicação do Finish®. Em A tem a aplicação de 50 ml ha<sup>-1</sup>, em B aplicação de 100 ml ha<sup>-1</sup>, em C aplicação de 200 ml ha<sup>-1</sup> e em D aplicação de 400 ml ha<sup>-1</sup>.

Os fatores externos aplicados intencionalmente têm muita influência na reprodução das plantas. Jahne *et al.* (2020) desenvolveram um protocolo de Speed Breeding para a soja; mesmo trabalhando com o que parecia um protocolo antagonista ao SB, os autores conseguiram acelerar a produção de sementes. De acordo com os autores, a soja é uma cultura de dias curtos, motivo pelo qual o prolongamento do fotoperíodo mais de 12 horas leva ao atraso na floração, podendo, por outro lado, aumentar a acumulação de carbono, acelerando assim a produção de sementes.

Aplicação de micro doses de Finish®, não antecipou o aparecimento dos botões florais para nenhum dos ciclos utilizados. Como não houve diferença significativa, está apresentado na Tabela 3 o número de dias para o aparecimento do PBF (primeiro botão floral). Não ocorreu interações entre os fatores.

As doses de 200 e 400 ml ha<sup>-1</sup> apresentou estatisticamente todos os ciclos iguais. Doses maiores mostraram um sinal de igualdade entre os ciclos, podendo com a aplicação do produto conduzir ciclo de duração mais longos, semelhante ao precoce.

Tabela 3. Teste de média para número de dias da emergência até a abertura do primeiro botão floral (PBF) para três ciclos (precoce, médio e tardio) de algodoeiro submetido a doses de Finish®, em ambiente controlado.

Dose (ml há <sup>-1</sup> )	Ciclo (dias)		
	Precoce	Médio	Tardio
0	27,25Aa	29,50Aab	30,75Ab
50	29,25Aa	32,50Ab	29,50Aa
100	28,25Aa	30,75Aab	32,25Ab
200	28,50Aa	31,00Aa	30,50Aa
400	29,25Aa	31,50Aa	30,00Aa

Média seguidas com as mesmas letras maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

De acordo com Zohaib *et al.* (2017), explorando a aplicação de cloreto de mepiquat com e sem deficiência de boro no solo, a aplicação de cloreto de mepiquat, durante a formações dos botões florais, mostrou-se mais benéfica, na melhoria do rendimento do algodão e da qualidade nutricional, garantindo maior pegamento das flores. Os autores não mensuraram a quantidade de dias para o aparecimento dos botões florais.

De acordo com a Tabela 4, não ocorreu interação entre os fatores. Para a dose de 50 e 100 ml ha<sup>-1</sup>, o ciclo médio e tardio diferenciam-se do ciclo precoce levando mais tempo para a produção da primeira flor.

Pode-se observar na Tabela 4 que houve igualdade entre os ciclos com as doses maiores 200 e 400 ml ha<sup>-1</sup>, mostrando que conforme foi aumentando a dose, o ciclo médio e tardio comportaram-se de forma precoce, na produção da primeira flor. Isto se deve provavelmente à aplicação do produto que, em doses maiores do princípio ativo etefom, que potencializa o aumento da concentração de etileno, possivelmente desenvolvendo alguma forma de resposta na planta. Conforme apresentando na Figura 2, um dia após a aplicação as plantas com doses maiores apresentaram leve murchas na folha, e pode ser por causa de outro composto presente no produto, a ciclanilida, que potencializa o etefom provocando abscisão foliar na concentração recomendada pelo fabricante. Essa igualdade no ciclo também pôde ser observada na Tabela 3, produção do primeiro botão floral.

Tabela 4. Teste de média para o número de dias da emergência até a abertura da primeira flor (PF) para três ciclos (precoce, médio e tardio) de algodoeiro submetido a doses de Finish®, em ambiente controlado.

Dose (ml há <sup>-1</sup> )	Ciclo (dias)		
	Precoce	Médio	Tardio
0	46,00Aa	48,00Aa	49,25Ab
50	48,00Aa	52,50Bb	49,50Ab
100	46,50Aa	50,25ABb	52,25Ab
200	48,00Aa	51,00ABa	50,50Aa
400	49,25Aa	50,75Aba	50,75Aa

Média seguidas com as mesmas letras maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

A indução da floração precoce é possível e foi testado em alguns trabalhos com outros métodos de SB. De acordo com Pazos *et al.* (2017), uma temperatura mais alta mantida durante o fotoperíodo claro enquanto uma queda na temperatura durante o período escuro pode acelerar a floração no trevo *Trifolium subterraneum* L. No caso do amaranto *Amaranthus spp.* L., foi aplicada luz prolongada antes e após um fotoperíodo reduzido, para induzir a floração e acelerar o crescimento vegetativo inicial (Stetter *et al.* 2016). Jahne *et al.* (2020) aplicaram luz vermelha para indução de florescimento no arroz, soja e amaranto.

Mobini *et al.* (2015) adicionaram 0,9 µM de flurprimidol ao meio de cultura, conseguindo uma taxa de floração e de produção de sementes maior em comparação com a testemunha e diminuindo significativamente o tempo para a floração nas plantas de fava e lentilha.

O controle de fotoperíodo é o método de speed breeding mais amplamente utilizado. Há trabalhos com redução do ciclo da cevada para seis gerações por ano, com controle artificial de luz em casa de vegetação (Hickey *et al.* 2017). No trigo também há trabalhos que reduzem para seis gerações por ano (Ghosh *et al.* 2018), e o amendoim para quatro gerações por ano (Rowell *et al.* 1999).

Plantas que sofrem algum estresse abiótico apresentam tendência de alteração do seu ciclo, seja adiantando ou atrasando. Fikre *et al.* (2021) realizaram um trabalho com aceleração de ciclo do grão de bico e observaram diferença de uma a duas semanas na floração entre as sementes cultivadas normalmente e as cultivadas sob estresse programado; as plantas com estresse hídrico na fase vegetativa tiveram o florescimento em menor número de dias.

Baier *et al.* (2012); Nocker & Gardiner (2014) seguiram propostas semelhantes ao presente trabalho, na tentativa de antecipar o período juvenil das plantas, entrando em fase reprodutiva mais cedo, para acelerar o melhoramento de árvores frutíferas. Os autores relataram um protocolo de SB que promove crescimento vegetativo tão vigoroso que a floração ocorre em uma fração do tempo anormal; por exemplo, em 10 meses em vez de 5 anos para a macieira e 2 anos em vez de sete no castanheiro.

Um protocolo aceito de SB deve encurtar o tempo entre a emergência da espécie e a produção de sementes. Os fatores que promovem essa redução de número de dias entre essas fases interagem com o ciclo da cultura avaliada. Assim, na Tabela 5, é apresentada a interação entre a dose de Finish® e os diferentes ciclos do algodoeiro testados. Para as plantas de ciclo tardio, na dose de 50 ml ha<sup>-1</sup>, não apresentou diferença da testemunha. Já a interação para ciclo, a dose de 50ml ha<sup>-1</sup> comportou-se diminuindo os dias para o fechamento do ciclo, não diferenciando do ciclo precoce, apresentando resultado positivo. E o ciclo médio fechou o ciclo com 95 dias, diferenciando-se estatisticamente dos demais.

Assim como na Tabela 3 e 4, porém somente na dose de 400 ml ha<sup>-1</sup>, os ciclos comportaram-se igual, mostrando que conforme aumentava a dose, aumentava a concentração de etileno. Provavelmente a resposta da planta com ciclo médio e tardio é uma antecipação no ciclo, possivelmente com ativação do instinto de sobrevivência da planta, devido ao fator externo de propagar a espécie, produzindo sementes mais rápido.

Tabela 5. Teste de média para o número de dias, conforme o aparecimento do primeiro capulho (PC), para três ciclos (precoce, médio e tardio) de algodoeiro submetido a doses de Finish®, em ambiente controlado.

Dose (ml há <sup>-1</sup> )	Ciclo (dias)		
	Precoce	Médio	Tardio
0	85,50Aa	87,50Aab	91,00ABb
50	88,00Aa	95,00Bb	89,50Aa
100	86,75Aa	91,50ABb	95,50Bb
200	85,75Aa	94,00Bb	94,00ABb
400	90,00Aa	94,25Ba	93,00ABa

Média seguidas com as mesmas letras maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

O ciclo tardio ficou com o número de dias próximo ao ciclo médio, oscilando entre as doses, sobre menor número de dias para PC. Na média, a aplicação das doses fez com que o

ciclo tardio se assemelhasse ao ciclo médio em número de dias e até o superasse, como é o caso da dose de 50ml ha<sup>-1</sup> para a interação.

O presente trabalho teve o teste em apenas uma geração. Mobini & Warkentine (2016) realizaram um experimento com aplicações combinadas de flurprimidol (0,9 µM) e ácido 4-cloroindol-3-acético (0,05 µM), combinado com controle de fotoperíodo e temperatura. Eles conseguiram reduzir o ciclo de geração em feijão fava e lentilha de 102 e 107 dias para 54 e 45 dias, respectivamente, fazendo o teste em mais de um ciclo de geração.

Algumas pesquisas já estão trabalhando com novas alternativas para o SB, mas ainda são dependentes do protocolo de fotoperíodo. Brewster (2008) e Khosa & Ajme (2020) afirmam que em cebola a velocidade de reprodução pode ser acelerada quebrando a dormência dos bulbos com a utilização de luz vermelha intensa. Sujeita a um fotoperíodo de 22 horas, ocorre aceleração na iniciação dessas estruturas de multiplicação em 45 dias e provoca a maturidade rápida deles em 80 dias, em vez dos 150 a 180 dias necessários para o desenvolvimento.

Outro protocolo de SB consiste na combinação do fotoperíodo e modificação do material genético da planta. De acordo com Aaron (2014), o tomate é sensível ao suplemento de luz contínua; por conseguinte, a identificação e mapeamento do locus CAB-13 tolerante à luz contínua no cromossoma 7 e do gene CAB-13 (Soly07g063600.2) ligado ao marcador 7-20-1B responsável pela tolerância. A identificação das vias metabólicas facilitou o crescimento do tomate em câmara de reprodução rápida com suplemento de luz. Através da inserção do gene de tolerância, que por meio disso teve maior aproveitamento da luz fornecida.

Outra forma de promover o SB é a utilização de sementes imaturas. Conforme afirma Tushadri (2019), a colheita de sementes imaturas de milho pode acelerar o ciclo da cultura; de acordo com o autor, a colheita das plantas é efetuada apenas duas semanas após a antese, quando as espigas/espiguetas ainda estão verdes. Em seguida, são colocadas em uma estufa de desidratação a 35°C durante 3 dias, para acelerar artificialmente o processo de maturação. O desempenho das sementes obtidas é o mesmo que o obtido por secagem normal, exceto no que diz respeito à diminuição do peso dos grãos obtidos. Esta secagem acelera o processo normal de maturação, permitindo poupar um tempo precioso e obter um ciclo mais rápido de sementes.

A Tabela 6 mostra o resumo da análise de variância. As variáveis peso das sementes (PS), quantidade de sementes (QS) e quantidade de capulhos colhidos (QCC) foram

influenciadas pela aplicação de micro doses de Finish®. Ocorreu interação entre os fatores dose x ciclo e as fontes de variação dose e ciclo tiveram variáveis estatisticamente diferentes.

Tabela 6. Resumo da análise de peso das sementes (PS), quantidade de sementes (QS) quantidade de capulhos colhidos (QCC) para cultivares de diferentes ciclos (precoce, médio e tardio) de algodoeiro submetido a doses de Finish®, em ambiente controlado.

Fonte de Variação	Quadrados médios		
	PS	QS	QCC
Dose (D)	24,96 **	236,09**	0,191 **
Ciclo (C)	130,20 **	1251,06 **	0,11 **
D x C	13,24 **	260,83 **	0,054 **
CV <sup>1</sup> %	9,15	3,60	0,5

<sup>NS</sup>: não significativo; \*\*Significativo (P < 0,05); CV<sup>1</sup> coeficiente de variação.

Na Tabela 7 é apresentado o peso das sementes colhidas. O ciclo precoce foi o ciclo que apresentou maior peso das sementes, porém não se diferenciou da testemunha. O único tratamento que se diferenciou, de forma negativa, foi a dose 200 ml ha<sup>-1</sup> com diminuição do peso das sementes. Esse destaque no maior peso para o ciclo precoce, além de ser o ciclo que sofreu menos influência com a aplicação do produto, o precoce atingi o seu ciclo reprodutivo mais cedo e conseqüentemente tem mais tempo para o desenvolvimento e enchimento das sementes. Em relação ao ciclo médio e tardio, apenas a dose de 100 ml ha<sup>-1</sup> destacou-se com um peso maior das sementes, mesmo assim não alcançando o peso do ciclo precoce.

Tabela 7. Teste de média para peso das sementes colhidas (g) por parcela (vaso) para três ciclos de algodoeiro (precoce, médio e tardio) submetido a doses de Finish®, em ambiente controlado.

Dose (ml há <sup>-1</sup> )	Peso (g)		
	Precoce	Médio	Tardio
0	8,39Aa	5,27ABb	5,43ABb
50	8,50Aa	5,44Ab	5,83Ab
100	9,36Aa	4,40Abc	6,46Ab
200	6,19Ba	4,21Bb	4,39Bb
400	8,42Aa	4,38Abc	5,35ABb

Média seguidas com as mesmas letras maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

Ocorreu interação entre os fatores, interação que causou diminuição no peso das sementes. As outras variáveis não se diferenciaram da testemunha.

Esse resultado diverge do encontrado por Teixeira *et al.* (2008), em que os autores trabalharam com aplicação de outro produto químico, mas no contexto do presente trabalho, realizaram experimento fatorial com crescentes doses de nitrogênio e aplicação de regulador de crescimento (cloreto de mepiquat), na cultura do algodoeiro. De acordo com os autores, o tratamento resultou no ganho de massa dos capulhos e no peso das sementes, justificado pela prioridade da planta em reproduzir e incentivado pelo N adicionado. Assim como na aplicação do Finish®, o cloreto de mepiquat reduziu o crescimento das plantas, mas com efeito diverso, causando um atraso no ciclo e diminuição de produção.

Já Cruz *et al.* (1982) aplicaram o mesmo regulador de crescimento (cloreto de mepiquat), na cultura do algodoeiro para conhecimento dos efeitos do produto, não encontrando diferença significativa para o peso das sementes, resultado semelhante ao de Athayde *et al.* (1999) avaliando o efeito de doses de cloreto de mepiquat aplicadas de forma parcelada.

Pereira *et al.* (2002), estudando a interação entre duas doses de nitrogênio e parcelamento do regulador de crescimento cloreto de mepiquat (Pix), observaram que a aplicação do regulador de crescimento não influenciou o peso dos capulhos; os autores afirmam ainda que o peso dos capulhos só foi influenciado pelas doses de nitrogênio. No presente trabalho, também não ocorreu diferenças em relação ao peso das sementes

Além de produzir sementes mais pesadas, o ciclo precoce também teve maior número de sementes por parcela em comparação com os demais ciclos (Tabela 8), com exceção da dose 100 ml ha<sup>-1</sup> ciclo tardio, que foi estatisticamente igual ao ciclo precoce neste critério. Já nas comparações de dose, 100 ml ha<sup>-1</sup> foi superior as demais doses no ciclo precoce e tardio.

Tabela 8. Teste de média para a quantidade de sementes colhidas (g) por parcela (vaso) para três ciclos de algodoeiro (precoce, médio e tardio) submetido a doses de Finish®, em ambiente controlado.

Dose (ml há <sup>-1</sup> )	Número de Sementes		
	Precoce	Médio	Tardio
0	71,31Ba	66,75Ab	61,37Bc
50	74,68Ba	61,31Bb	65,12Bb
100	81,68Aa	48,12Cb	78,12Aa
200	66,25Ca	58,18Bb	48,56Cc
400	75,06Ba	57,00Bc	63,87Bb

Média seguidas com as mesmas letras maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

A interação entre os fatores na Tabela 8 entre dose x ciclo foi significativa, com destaque para dose de 100 ml ha<sup>-1</sup> no ciclo precoce e tardio. Os tratamentos promoveram diminuição na quantidade de sementes no ciclo médio e nas doses de 100 e 200 ml ha<sup>-1</sup>.

Cruz *et al.* (1982) conduziram experimentos em campo nos municípios paulistas de Jardinópolis, Leme, Salles Oliveira, Santa Bárbara D'Oeste e São João da Boa Vista, para conhecer a ação do cloreto de mepiquat como fitorregulador para algodoeiro herbáceo, observando que a aplicação não resultou em aumento da produção de caroço de algodão, assim como observado por Athayde *et al.* (1999), avaliando o efeito de doses de cloreto de mepiquat aplicadas de forma parcelada.

A testemunha e a dose de 100 ml ha<sup>-1</sup> tiveram todos os capulhos colhidos em todos os ciclos, com 100% de pegamento das maçãs após a poda. O tratamento de 50 ml ha<sup>-1</sup> foi o mais afetado com a diminuição dos capulhos colhidos e, conseqüentemente, o pagamento dos frutos, os demais tratamentos divergiram. Na comparação entre ciclos, o tardio teve a maior taxa de pegamento em relação aos demais ciclos. Com exceção da dose 50 ml há<sup>-1</sup>, o ciclo tardio teve os 100% de pegamento dos frutos após a poda. O produto agiu atrasando o ciclo tardio, portanto o motivo dessa maior taxa é o maior tempo para recuperar do estresse sofrido. (Tabela 9).

Tabela 9. Teste de média para a quantidade de capulhos colhidas por parcela (vaso) para três ciclos de algodoeiro (precoce, médio e tardio) submetido a doses de Finish®, em ambiente controlado.

Dose (ml há <sup>-1</sup> )	Número de Dias		
	Precoce	Médio	Tardio
0	4,00Aa	4,00Aa	4,00Aa
50	3,75Ba	3,75Ba	3,75Ba
100	4,00Aa	4,00Aa	4,00Aa
200	4,00Aa	3,75Bb	4,00Aa
400	3,75Bb	3,50Cc	4,00Aa

Média seguidas com as mesmas letras, maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância-

Cruz *et al.* (1982) trabalharam com aplicação de cloreto de mepiquat para conhecimento da ação do produto na planta de algodão e não viram diferença significativa para a produção de capulhos colhidos; no presente trabalho, os tratamentos diferiram da testemunha negativamente, com a produção de menos capulhos.

## 5 CONCLUSÃO

A aplicação de microdoses de Finish® influenciou de forma negativa o peso das sementes e a fixação dos capulhos, causando diminuição nos números de capulhos colhidos. Para as doses de 200 e 400 ml ha<sup>-1</sup> apresentou igualdade para os três ciclos (precoce, médio e tardio) no aparecimento do primeiro botão floral e primeira flor. A dose de 400 ml ha<sup>-1</sup> promoveu a igualdade de ciclo para o aparecimento do primeiro capulho.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Aaron, I., V. Ramirez, W. Ieperen, D. Vreugdenhil, M.J.A. Pieter, V. Poppel, E. Heuvelink1 & F.F. Millenaar. 2014.** A single locus confers tolerance to continuous light and allows substantial yield increase in tomato. *Nature Communications*. | DOI: 10.1038/ncomms5549 [www.nature.com/naturecommunications](http://www.nature.com/naturecommunications). p45-49.

**Ahmer S., R.A. Gill, K.H. Jung, A. Faheem, M.U. Qasim, M. Mubeen & W. Zhou. 2020.** Conventional and molecular techniques from simple breeding to speed breeding in crop plants: Recent advances and future outlook. *International Journal of Molecular Sciences* 21. 24p.

**Alcantara, I.R., R. Vedana & J.E.R.V. Filho. 2021.** Produtividade Do Algodão No Brasil: Uma Análise Da Mudança Estrutural. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – ipea. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/td2682>. 29p.

**Alvarenga, L.G.S. 2018.** Eficiência da seleção para qualidade da fibra no algodoeiro (*Gossypium hirsutum*). Dissertação de Mestrado. UFG. Goiânia, GO – Brasil, 70p.

**Ampa. 2024.** Associação Mato-grossense dos Produtores de Algodão. Disponível em: [ampa.com.br](http://ampa.com.br). Acesso em: 11/07/2024.

**Athayde, M.L.F. & F. M. Lamas. 1999.** Aplicação sequencial de cloreto de mepiquat em algodoeiro. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília. v.34. n.3. p.369-375.

**Azevedo, D.M.P., J.W. Santos, L.H.A. Araújo, M.A.L. Barros, M.J. Silva & L.N.E.M. Beltrão. 2017.** Cultura do Algodão no Cerrado. 2ª edição. ISSN 1678-8710 2. Embrapa Algodão. Brasília – DF. 71p.

**Basf. 2023.** Algodão: Como funciona seu desenvolvimento e quanto tempo demora para encerrar o ciclo. Disponível em: <https://agriculture.basf.com/br/pt/conteudos/cultivos-e-sementes/algodao/ciclo-colher.html>. Acesso em: 13/12/2023.

**Baier, K.M., C. Maynard & W. Powell. 2012.** Early flowering in chestnut species induced under high dose light in growth chambers. *J Am Chestnut Found.* p8–10.

**Bassini, R.T. 2014.** Eficiência da colheita mecanizada do algodão em diferentes épocas e aplicação de desfolhantes. Dissertação de mestrado, UFMT, RONDONÓPOLIS – MT, 52p.

**Bélot, E.L. & P.M.C.A. Vilela. 2020.** Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso. 4a EDIÇÃO – 2020. ISBN 978-85-66457-06-3. CUIABÁ (MT). 463p.

**Beltrão, N.E.M. & A.E. Araújo. 2004.** Algodão: o produtor pergunta, a Embrapa. Brasília-DF, Embrapa Algodão. ISBN 85-7383-278-9. 265p.

**Berger, P.G., T.C. Lima & R. Oliveira. 2019.** Algodão no cerrado: logística e operações práticas. volume 1: do planejamento agrícola à aplicação de reguladores de crescimento. ISSN 2179- 1732; n. 38). p65-66.

**Borém, A. 2021.** Melhoramento de Plantas. São Paulo – SP. 8. ed.

**Brewster, J.L. 2008.** Onions and Other Vegetable Alliums. Volume 15 de Crop Production Science in Horticulture. ISBN1845936221, 9781845936228. 454p.

**Ceballos, H., J.J. Jaramillo, & S. Salazar. 2017.** Induction of flowering in cassava through grafting. J Plant Breed Crop Sci .9. p19–29.

**Conab. 2020.** Safra 2019/20 – Levantamento da safra de grãos. Disponível em: [www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br). Acessando dia 14/07/2024.

**Conab. 2024.** Safra 2023/24 - 7º Levantamento da safra de grãos - abril-2024. Disponível em: [www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br). Acessando dia 28/05/2024.

**Cruz, L.S.P., N.P. Sabino & N.M.P. Toledo. 1982.** Efeitos do cloreto de mepiquat em pregado como fitorregulador sobre algodoeiro herbáceo (Gossypium hirsutum L."IAC 16"). v 1. p15-22.

**Echer, F.R. 2014.** O algodoeiro e os estresses abióticos: Temperatura, luz, água e nutrientes. Instituto Mato-Grossense do Algodão – IMAmt. Cuiabá (MT), ISBN: 978-85-66457-03-2. 123 p.

**Ferreira, B.N., A.E.S. Montebello, J.A. Santos & M.C.M. Maistro. 2022.** Cadeia produtiva do algodão no Brasil. Research, Society and Development, v. 11, n. 10. ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i10.31730>. 25p.

**Fikre, A., D. Tulu, G. Tesfaye, T. Mahendar, G. Pooran, O. Chris, H. Lee, & R.K. Varshney. 2021.** Rapid Generation Advance in Chickpea for Accelerated Breeding Gain in Ethiopia: What Speed Breeding Imply? DOI: <https://www.researchgate.net/publication/349076919>. Ethiop. J. Agric. Sci. p1-10.

**Finish®. 2023.** Bula do produto químico Finish. Registrado no Ministério da Agricultura e Pecuária MAPA sob nº 01198. Disponível em: <https://cs-assets.bayer.com/is/content/bayer/bula-finish-setembro-23pdf>. Acesso em: 25/10/2023.

**Freire, E.C., C.L. Morello, F.J.C. Farias, M.B. Pedrosa & J.L. Silva Filho. 2015.** Melhoramento do algodoeiro: cultivares convencionais e transgênicas para o cerrado. Algodão no cerrado do Brasil. 3. ed. Brasília: ABRAPA. cap, 6, p. 151-201.

**Ghosh, S. et al. 2018.** Speed breeding in growth chambers and glasshouses for crop breeding and model plant research. Nature Protocols. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41596-018-0072-z>. v. 13, n. 12, p. 2944–2963.

**Hickey, L.T., N.A. Hafeez, H. Robinson, S.A. Jackson, S.C.M. Leal-Bertioli, M.G.C. Tester, I.D. Godwin, B.J. Hayes & B.B.H. Wulff. 2019.** Breeding crops to feed 10 billion. Nature Biotechnology. p744-754.

**Hickey, L.T., S.E. Germán, S A. Pereyra, J.E. Diaz, L.A. Ziems, R.A. Fowler, G.J. Platz, J.D. Franckowiak & M.J. Dieters. 2017.** Speed breeding for multiple disease resistance in barley. Euphytica. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-016-1803-2>. v. 213. 64p.

**Jahne, F., V. Hahn, T. Wurschum & W.L. Leiser. 2020.** Speed breeding short-day crops by LED-controlled light schemes. Theoretical and Applied Genetics. DOI <https://doi.org/10.1007/s00122-020-03601-4>. v. 133, no. 8, p2335–2342.

**João, A.A., L.F.M. Ferreira, P.H.F. Corrêa, R.C.P. Luiz & S.S.O. Neto. 2021.** **Biociencia** vegetal 4.0: uma abordagem sobre “Speed Breeding”. ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20120>. Research, Society and Development, v. 10, n. 12, 7p.

**Kapiel, T.Y.S. 2018.** “Speed Breeding: A Powerful Innovative Tool in Agriculture” Innovative Techniques in Agriculture. Volume 2. Issue 3. p413-415.

**Khosa, S.A. & S.D. Ajmer. 2020.** Improvement of Onion Through Accelerated Approaches”. Accelerated Plant Breeding. In book: Accelerated Plant Breeding, Volume 2, Vegetable Crops. DOI:10.1007/978-3-030-47298-6\_3. p.57-75.

**Lamas, F.M. & A.C.B. Ferre. 2006.** Reguladores de Crescimento na Cultura do Algodoeiro. ISSN 1679-0472. 5p.

**Leraye, A. et al. 2010.** Guia do algodão. Tecnologia no campo para uma indústria de qualidade. Conselho de Informação sobre Biotecnologia. P 1-16.

**Lulsdorf, M.M. & S. Banniza. 2018.** Rapid generation cycling of an F2 population derived from a cross between lens culinaris Medik and Lens ervoides. Grande after aphanomyces root rot selection. Plant Breed. <https://doi.org/10.1111/pbr.12612>. 137. p486–491.

**Mobini, S.H. & T.D. Warkentine. 2016.** A simple and efficient method of in vivo rapid generation technology in pea (*Pisum sativum* L.). In *Vitro Cellular & Developmental Biology Plant*. p530-536.

**Mobini, S.H., M. Lulsdorf, T.D. Warkentin & A. Vandenberg. 2015.** Plant growth regulators improve in vitro flowering and rapid generation advancement in lentil and faba bean. In *Vitro Cellular & Developmental Biology*. p71-79.

**Mouco, M.A.C. 2021.** Podas para manejo da floração. Embrapa Semiárido. Petrolina – PE. 1p.

**Nascimento, A.F. & J.C. Silva. 2010.** Melhoramento genético do algodoeiro no Brasil: breves Considerações. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.6, 12p.

**Nepomuceno, T.T.D. 2022.** Resposta morfogênica do algodão IMA 5801B2RF a reguladores de crescimento como ferramentas de cultivo sustentável. 32p.

**Neto, F.C.V. & E.C. Freire. 2013.** Melhoramento genético do algodoeiro. 36p.

**Neves, R.C.S., J.B. Torres & M.N.B. Silva. 2010.** Época apropriada para a poda apical do algodoeiro para o controle de pragas. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.45, n.12, p.1342-1350.

**Nocker, v.S. & S.E. Gardiner. 2014.** Breeding better cultivars, faster. applications of new technologies for the rapid deployment of superior horticultural tree crops. *Hortic. Res.* <https://doi.org/10.1038/hortres>. 22p.

**Paulo, E.M., M. Fujiwara & S. Dodo. 1989.** Utilização do etefom e do tidlazurom na desfolha do algodoeiro e na deiscência de seus frutos. p215-221.

**Pazos, M.N., M. Castello, R.G. Bennett, P. Nichols & J. Croser. 2017.** In vitro-assisted single-seed descent for breeding-cycle compression in subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.). Crop Pasture Sci. v.68. p 958-966.

**Pedroso, R.M. & F.F.S. Devechio. 2021.** Projeto integrado Manejo Fitotécnico Da Cultura Do Algodão. Centro Universitário Da Fundação De Ensino Octávio Bastos Escola De Engenharias E Tecnologia Engenharia Agrônômica Híbrido. ISSN 1983-6767. 10p.

**Pereira, J.R., N.E.M. Beltrão & J.N. Oliveira. 2002.** Aplicação precoce de cloreto de mepiquat sob duas dosagens de adubação nitrogenada no algodoeiro herbáceo irrigado. ISSN 0102-0099. 5p.

**Resende, R.T. & C. Brondani, 2023.** Melhoramento de precisão: aplicações e perspectivas na genética de plantas. Embrapa. ISBN 978-65-5467-005-0. Brasília, DF. 326p.

**Richetti, A., et al. 2017.** Cultura do Algodão no Cerrado. Embrapa Algodão Sistema de Produção. ISSN 1678-8710. 2ª edição. P6.

**Rowell, T. D.G. Mortley, P. A. Loretan, C.K. Bonsi & W.A. Hill. 1999.** Continuous daily light period and temperature influence peanut yield in nutrient film technique. Crop Science. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1999.0011183X003900040026x>. v. 39. n. 4. p1111–1114.

**Rossi, A.C.M., E.R.C. Souza & M.G. Silva. 2020.** Reguladores de crescimento na cultura do algodão *Gossypium hirsutum* L. Research, Society and Development. ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7951>. v. 9, n. 9. 21p.

**Saxena, K.B., R.K. Saxena, L.T. Hickey & R.K. Varshney. 2019.** Can a speed breeding approach accelerate genetic gain in pigeonpea. Euphytica. p202 - 215.

**Saxena, K.B., R.K. Saxena & R.K. Varshney. 2017.** Use of immature seed germination and single seed descent for rapid genetic gains in pigeonpea. Plant Breeding. p954-957.

**Severino, L.S., S.M.M. Rodrigues, L.G.C. Joaquim, L.E. Contini, M. Mota, R. Marra & A. Araújo. 2019.** SÉRIE DESAFIOS DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO (NT3) Produto: ALGODÃO - Parte 01: Caracterização e Desafios Tecnológicos. 29p.

**Soares, L.A.A., P.D. Fernandes, G.S. Lima, S.S. Silva, R.C.L. Moreira & T.L.F. Medeiros. 2021.** Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering. Campina Grande, PB – <http://www.agriambi.com.br> – <http://www.scielo.br/rbea>. ISSN 1807-1929. v.25, n.2, p.132-138.

**Stetter, M.G., L. Zeitler, & A. Steinhaus. 2016.** Crossing methods and cultivation conditions for rapid production of segregating populations in three grain amaranth species. *Front. Plant Sci.* v.7. 816p.

**Stewart, A.M., K.L. Edmesten & E.R. Wells. 2000.** Boll openers in cotton: effectiveness and environmental influences. Department of Crop science. North Carolina State University. Box 7620. NC 27695-7620. USA. v.67. p83-90.

**O'Connor, D.J., G.C. Wright, & M.J. Dieters. 2013.** Development and application of speed breeding technologies in a commercial peanut breeding program. *Peanut Sci.* <https://doi.org/10.3146.p107-114>.

**Teixeira, I.R., H. Kikuti & A. Borém. 2008.** Crescimento e produtividade de algodoeiro submetido a cloreto de mepiquat e doses de nitrogênio. *Bragantia*, Campinas, v.67, n.4, p.891-897.

**Tushadri, S., A. Sheera, K. Raina & S. Rout, (2019).** Speed breeding orphan crops. *Theoretical and Applied Genetics*. Division of Plant Breeding and Genetics, Faculty of Agriculture, SKUAST-Jammu-180009, India. p607-616.

**USDA 2023.** Cotton 2023 World Production: 112,981 1000 480 lb. Bales. Disponível em: <https://fas.usda.gov/>. Acessado em: 10/03/2025.

**van Nocker, S. & S.E. Gardiner. 2014.** Breeding better cultivars, faster: applications of new technologies for the rapid deployment of superior horticultural tree crops. *Hortic Res* 1:14022. <https://doi.org/10.1038/hortres.22p>.

**Varshney, R.K., A. Bohra, J. Yu, A. Graner, Q. Zhang & M.E. Sorrells. 2021.** Designing future crops: genomics-assisted breeding comes of age. *Trends in Plant Science*. p631-649.

**Zohaib, A., A. Jabbar, R. Ahmad & S.M.A. Basra. 2017.** Comparative productivity and seed nutrition of cotton by plant growth regulation under deficient and adequate boron conditions. Sociedade Brasileira Da Ciência Das Plantas Daninhas. ISSN 0100-8358. <http://www.sbcpd.org/>. Doi: 10.1590/S0100-83582018360100040. 12p.

**Watson, A., L.T. Hickey, J. Christopher, J. Rutkoski, J. Poland & B.J. Hayes. 2019.** Multivariate genomic selection and potential of rapid indirect selection with speed breeding in spring wheat. Crop Sciences. p1945-1959.