

Floração de Pitaya no cerrado com a aplicação de reguladores de crescimento no final da entressafra

Alexson Pantaleão Machado de Carvalho

Mestrando PPGIC

Instituição: Instituto Federal Goiano (IF Goiano), Campus Ceres

E-mail: alexson.pantaleao@estudante.ifgoiano.edu.br

Luís Sérgio Rodrigues Vale

Doutorado

Instituição: Instituto Federal Goiano (IF Goiano), Campus Ceres

E-mail: luis.sergio@ifgoiano.edu.br

Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-6303-9063>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6460526012978279>

Antônio Evami Cavalcante Sousa

Doutorado

Instituição: Instituto Federal Goiano (IF Goiano), Campus Ceres

E-mail: antonio.sousa@ifgoiano.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0244-7143>

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/9166267787315422>

Hyrandir Cabral de Melo

Doutorado

Instituição: Universidade Federal de Goiás

E-mail: hyrandir@ufg.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9546-2539>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9055607630353419>

Cleiton Mateus Sousa

Doutorado

Instituição: Instituto Federal Goiano (IF Goiano), Campus Ceres

E-mail: cleiton.sousa@ifgoiano.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8616-4580>

Lattes: lattes.cnpq.br/5212392589323518

RESUMO

O cultivo da pitaya tem se expandido no Brasil principalmente pelo valor nutricional dos frutos e com expectativa de ampliação das áreas cultivadas. No entanto, a sazonalidade da frutificação da cultura limita a oferta de frutos entre os meses de maio a novembro no Centro-Oeste brasileiro. Na tentativa de superar essa sazonalidade, avaliou-se os efeitos da aplicação, no final da entressafra, do ácido giberélico (GA₃) e do paclobutrazol, visando antecipar a indução floral e a frutificação da pitaya, assim como para entender o envolvimento da giberelina na frutificação da pitaya. O experimento foi realizado em pomar comercial, com plantas com 19 meses após a implantação. O delineamento foi em blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições e cinco plantas por parcela. Os tratamentos consistiram na aplicação de 0, 75, 150, 300 e 600 mg L⁻¹ de GA₃, além de um tratamento com 100 mg L⁻¹ de paclobutrazol, no dia 07 de setembro de 2023. A pitaya apresentou sensibilidade à aplicação das substâncias. O paclobutrazol inibiu completamente a frutificação, mesmo sob condições ambientais indutivas, evidenciando o papel crucial da giberelina na

frutificação da pitaya. As diferentes doses de GA₃ proporcionou diferentes repostas nos picos de floração e frutificação. Independentemente das doses de GA₃ aplicadas, observou-se antecipação da floração em relação às plantas no pomar que não receberam o tratamento com GA₃ e de produtores vizinhos. Entre as doses de GA₃, não se observou diferenças estatísticas na antecipação da floração. A antecipação da frutificação proporcionada com a aplicação de GA₃ no final da entressafra aponta o potencial da aplicação do GA₃ como ferramenta para ampliar a janela de produção, no entanto, é necessário ajustar a dose, época e forma de aplicação para maximizar a eficiência do tratamento.

Palavras-chave: *Hylocereus sp.* Indução Floral. Frutificação.

1 INTRODUÇÃO

A floração envolve a sinalização e a expressão de genes específicos e que são responsáveis pela formação de estruturas reprodutivas das plantas. A sinalização para a floração em algumas espécies ocorre diante das variações de fatores meteorológicos, que resultam em alterações de mecanismos genéticos e moleculares, à exemplo da expressão gênica, balanço hormonal e na sensibilidade dos tecidos vegetais que determinam a formação de estruturas reprodutivas (Samach e Wigge, 2005; Phengphachanh et al., 2012; Andrés e Coupland, 2012; Verhage et al., 2014; Osnato, 2022; Wu et al., 2022). Essa resposta, intrínseca a algumas plantas, condiciona a floração a condições meteorológicas específicas de fotoperíodo, intensidade luminosa, temperatura e disponibilidade hídrica, entre outros fatores.

A pitaya, pertencente ao gênero *Hylocereus* da família Cactaceae, é cada vez mais cultivada em regiões tropicais e subtropicais devido à sua alta tolerância à seca e ao estresse térmico (Yang et al., 2024). As pitaias são conhecidas mundialmente como *dragon fruits* ou frutas-do-dragão. No Brasil, a pitaiá é considerada uma fruta exótica pelo fato de ser pouco conhecida, exuberante e comercializada com alto valor, principalmente em mercados exigentes, sendo considerada a fruta que está conquistando o Brasil (Faleiro, 2022). É esperado que o cultivo das pitaias no Brasil crescerá nos próximos anos, ante as demandas do mercado interno e externo de frutas frescas e a da agroindústria, que estão em franco crescimento.

Os principais estágios de crescimento da pitaya consiste na formação de brotos vegetativos, de espinhos (folha modificada), crescimento de brotos, emergência de inflorescência, floração, formação de frutos e a maturação de frutos, sendo que a formação de estruturas reprodutivas ocorre em brotos maduros, com no mínimo 3 a 4 meses de idade (Chu e Chang, 2022; Kishore, 2016). O entendimento do florescimento e da frutificação das plantas pode contribuir para melhorar a produtividade e a qualidade dos frutos (Costa et al., 2014) e a rentabilidade aos agricultores.

A pitaya apresenta sazonalidade na floração, concentrando-se nas estações do ano com maior fotoperíodo, sendo classificada como planta de dias longos (Jiang, 2020). Jiang et al. (2012) indicaram que a duração crítica do dia para a floração da pitaya branca é de 12 h, e Chu e Chang (2022) destacam que o estágio fenológico da planta depende da variedade, da duração do dia e do clima. Kishore (2016) relatou

que a floração de pitaya coincidiu com a prevalência de maior duração do dia (≥ 13 h), alta precipitação, alta umidade ($>80\%$) e amplitude moderada de temperatura (com média em torno de 28°C) e qualquer alteração na temperatura e na umidade relativa afeta a indução de brotos. Nerd et al. (2002) relataram que as altas temperaturas do verão inibem a floração de pitaya.

A pitaya possui considerável plasticidade para ajustes moleculares em resposta ao calor. Yang et al., (2024) identificaram funções moleculares específicas quanto a resposta ao calor e promoção da diferenciação dos botões florais, demonstrando uma nova perspectiva na possibilidade de melhoria da adaptação da espécie a ambiente com alta temperatura, bem como na regulação da floração, permitindo a adaptação a diferentes condições climáticas.

A dependência de fatores climáticos para a floração da pitaya exige manejo específico para induzir a floração em condições não indutivas, para viabilizar a produção de frutos na entressafra. A suplementação da luz solar com iluminação artificial tem demonstrado resultados satisfatórios para a floração e a qualidade dos frutos. Silva et al., (2025) ressaltam que a suplementação de luz atenua os problemas relacionados ao fotoperíodo crítico da pitaya, aumenta a produtividade na entressafra, estende as janelas de colheita, melhora os perfis sensoriais e nutricionais e consequentemente aumenta o valor de mercado e a lucratividade. Por outro lado, os autores consideram essencial padronizar parâmetros experimentais, como espectro de luz, intensidade, duração e respostas específicas da cultivar, garantindo eficiência e custo-efetividade, devido a variação nas respostas encontradas.

Ressalta-se que as respostas à complementação de luz dependem do genótipo, estágio fenológico, e de outros fatores como a temperatura e umidade relativa, e geralmente a resposta é demorada (Tran et al., 2015; Chu e Chang, 2020; Al-Qthanin et al., 2024), exigindo entender a influência dos fatores ambientais no desenvolvimento das plantas para aprimorar e implementar técnicas de manejo diante os padrões observados (Al-Qthanin et al., 2024).

Os fatores meteorológicos como o fotoperíodo, a temperatura e a umidade estão associadas diretamente com a síntese de moléculas hormonais, expressão gênica e na sensibilidade dos tecidos vegetais. O aumento do fotoperíodo e as temperaturas mais elevadas favorecem a síntese de giberelinas, auxina e em condições de baixa umidade, aumenta a produção de ABA (Samach e Wigge, 2005; Aksenova et al. 2006; Gray et al., 1998; Castroverde e Dina 2021; Ding e Yang, 2022; García- Martinez e Gil, 2002; Atif et. al., 2020). A giberelina está envolvida diretamente na floração em plantas de dias longos e com evidências dos mecanismos pelos quais ocorre a indução floral (Mutasa-Gottgens e Hedden, 2009). Já o paclobutrazol atua como inibidor da biossíntese de giberelinas (García-Martinez e Gil., 2002), podendo ser utilizado em estudos quanto a ação das giberelinas nas plantas.

Assim, a aplicação de moléculas de reguladores de crescimento que estão envolvidos na floração pode induzir a floração em condições ambientais não indutivas e permitir o escalonamento da produção da

pitaya. Wu et al., (2022) verificaram que os fatores de transcrição relacionados a auxina, ABA, brassinosteróides e etileno foram fundamentais para a formação de botão floral da pitaya, com a maior expressão de transcritos relacionados ao ácido indolacético no estágio de botão floral indiferenciado, apontando o papel na formação de botões florais.

Diante essa dinâmica, a aplicação de reguladores de crescimento se tornou alternativa de manejo para otimizar e escalonar a produção, substituindo a iluminação complementar nos pomares de pitaya. A aplicação do ácido giberélico tem sido utilizada para induzir a floração em *Humulus lupulus* L (Bauerle, 2022), kalanchoe (Coelho et al., 2018), pitaya (Takata et al., 2016; Khaimov & Mizrahi, 2006), entre outras espécies.

Diante a sazonalidade da produção da pitaya, ocorre grande variação no preço dos frutos entre as regiões e épocas do ano, sendo oportuno definir estratégias para produzir na entressafra, aumentar a janela de produção, e proporcionar maior lucratividade. Em 2020, na Ceasa de Goiânia-GO, o preço para o quilo de pitaya vermelha variou de aproximadamente R\$ 30,00 (março) a R\$ 85,00 (meses de entressafra). Em 2020, na Ceagesp (Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo), o preço foi de aproximadamente R\$ 7,00/kg (janeiro a maio) e R\$ 20,00 a R\$ 30,00 (entressafra) (Santos et. al., 2022).

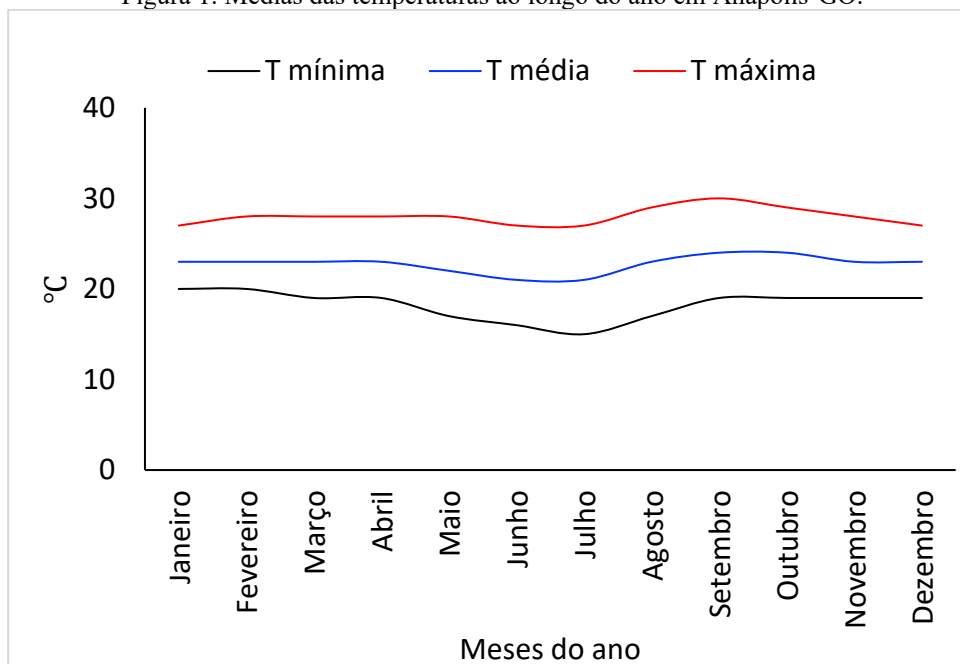
Diante o exposto, com o intuito de induzir a frutificação de pitaya na entressafra, avaliou-se a aplicação de ácido giberélico e de paclobutrazol na dinâmica da floração de pitaya cultivada no Cerrado, entre os meses de setembro de 2023 a maio de 2024.

2 METODOLOGIA

O experimento foi realizado na Fazenda Retiro das Caldas, no município de Anápolis - Goiás, com 16°27'3.10" S, 48° 54' 00" O, latitude de -16.3287, longitude de -48.9534 e altitude de 980 m, em um cultivo comercial de pitaya vermelha, com 19 meses após a implantação da lavoura. A pitaya cultivada, *Hylocereus* sp., vermelha por dentro e por fora, é um híbrido oriundo de cruzamentos entre espécies, com desempenho produtivo satisfatório, resistência a doenças, com polpa vermelha e adocicada, polinização natural e a produção inicia um ano após o plantio a partir de cladódios, alcançando o pico na produção já no segundo ano.

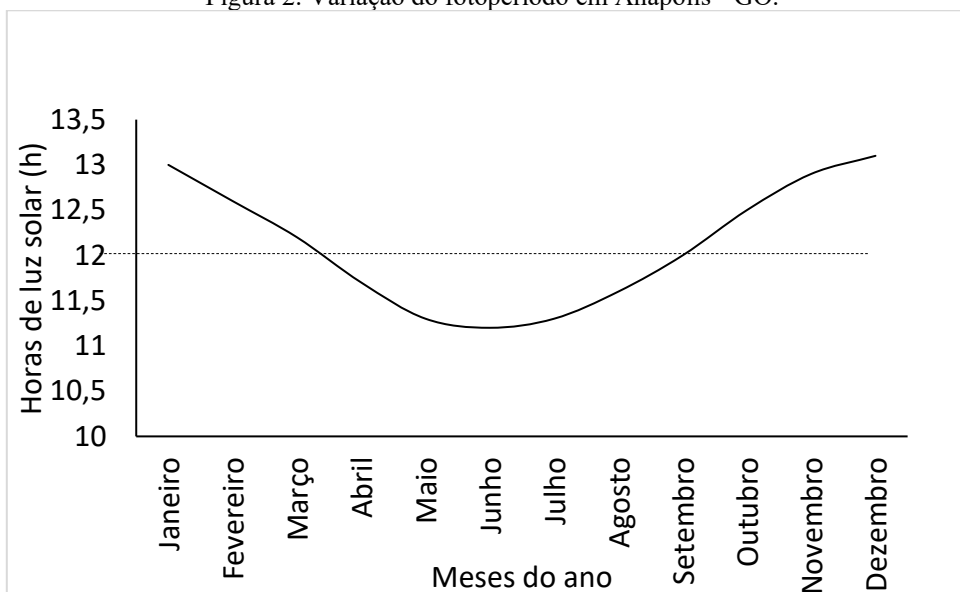
A classificação do clima da região segundo a classificação de Köppen-Geiger é do tipo clima de Cwb, mais comum em regiões temperadas, que se caracteriza por ser temperado úmido com inverno seco e verão temperado (Cardoso et al., 2014). As figuras 1, 2 e 3 contém a variação das temperaturas, número horas de luz ao dia, a umidade relativa do ar e a precipitação ao longo do ano no município de Anápolis-GO.

Figura 1. Médias das temperaturas ao longo do ano em Anápolis-GO.



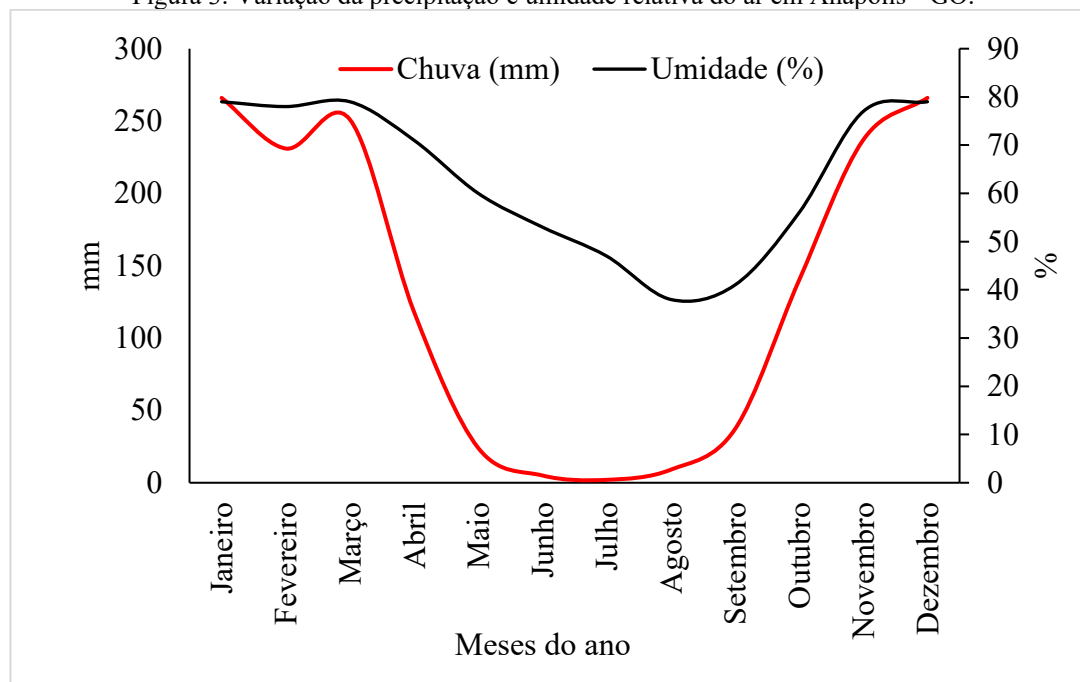
Fonte: Adaptado de <https://pt.weatherspark.com/y/30121/Clima-caracter%C3%ADstico-em-An%C3%A1polis-Goi%C3%A1s-Brasil-durante-o-ano#Figures-Temperature>

Figura 2. Variação do fotoperíodo em Anápolis - GO.



Fonte: Adaptado de <https://pt.weatherspark.com/y/30121/Clima-caracter%C3%ADstico-em-An%C3%A1polis-Goi%C3%A1s-Brasil-durante-o-ano#Figures-Temperature>

Figura 3. Variação da precipitação e umidade relativa do ar em Anápolis - GO.



Fonte: Adaptado de <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/goias/anapolis-3192/#climate-table>

O preparo da área para implantação do pomar consistiu na limpeza, demarcação e abertura de covas com 0,50m de profundidade para a implantação de estacas de concreto com 2,20m de altura e 0,1 x 0,1 m de largura, como tutores. Após análise de solo, foram feitos coroamentos em volta dos tutores com raio de 0,50m e aplicado 250g de calcário dolomítico.

O plantio da pitaya foi realizado em fevereiro de 2022, com estacas de cladódios maduros, com cerca de 50 cm de comprimento e 15 cm de diâmetro, no espaçamento de 2,0 m entre linhas e 2,0 m entre plantas. Em cada tutor foi colocado 5 (cinco) cladódios, com a base a 0,05 cm de profundidade no solo, amarrados ao tutor com barbante. Após plantio, distribuiu-se cerca de 50 L de esterco bovino em volta dos cladódios.

O manejo da cultura consistiu em capina manual entre linhas e entre plantas, pulverização com protetor solar (ProtectE700®), no início da floração (setembro de 2023) e na fase vegetativa, após a poda, (maio de 2024), irrigação por aspersão foi realizada a cada três dias, com sistema personalizado de emissores com vazão de 750 litros por hora em uma altura de 2,00 metros.

Ainda foram realizadas duas podas, sendo a primeira de formação de copa, onde foram retirados os brotos laterais da planta e mantendo um único broto principal, que quando chegou na altura do suporte de copa, foi podado para emitir brotos laterais, formando uma copa em formato de guarda-chuva. A segunda poda ocorreu após a colheita, objetivando retirar cladódios lesionados, evitando doenças e super adensamento de cladódios por copa.

Na área de produção foram descartadas as plantas das bordaduras (figura 4) e definidas parcelas com cinco tutores, em sorteio, para os tratamentos a base de GA₃.

Figura 4: Disposição da área experimental no pomar de pitaya, com as linhas de plantio utilizadas para o experimento. A – Aplicação das diferentes concentrações de GA₃ e B aplicação de 100 mg L⁻¹ de Paclobutrazol.



O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com seis tratamentos, sendo cinco doses de GA₃ (0; 75; 150; 300 e 600 mg L⁻¹), um tratamento com a aplicação de 100 mg L⁻¹ de paclobutrazol, quatro blocos e cinco plantas em cada unidade experimental. A aplicação dos reguladores de crescimento ocorreu entre 16 e 18h, do dia 07 de setembro de 2023, pulverizando completamente os cladódios da copa das plantas, até o ponto de escoamento da solução.

Durante todo o período de frutificação das plantas, avaliou-se o número de cladódios, de botões florais, de flores e de frutos por planta, entre setembro de 2023 a maio de 2024. Os dados obtidos foram submetidos a ANOVA e as médias analisadas com regressão linear.

3 RESULTADOS

Os resultados evidenciam a sensibilidade da pitaya à aplicação de reguladores de crescimento. A aplicação de GA₃, independentemente da dose, antecipou a floração em relação a outras plantas do pomar que não receberam tratamento com giberelina e de produtores vizinhos, enquanto o paclobutrazol inibiu completamente a frutificação durante toda a safra.

A aplicação de reguladores de crescimento promoveu alterações na dinâmica reprodutiva da pitaya

ao longo do ciclo produtivo, entre setembro de 2023 e maio de 2024 (Figuras 5, 6 e 7). O número de botões florais, de flores e de frutos apresentou variação entre as doses de ácido giberélico (Tabelas 1, 2 e 3) e foi contínua durante o período de setembro de 2023 a maio de 2024, com quatro picos na intensidade das estruturas reprodutivas, com o maior ocorrendo em 15/12/2023, 03/01/2024 e 29/01/2024 para botões florais, flores e frutos, respectivamente (Figuras 5, 6 e 7). A aplicação de 100 mg L^{-1} de paclobutrazol suprimiu completamente a floração, evidenciando seu potencial como inibidor da frutificação. O número de cladódios não alterou durante o período das avaliações, com média de $20,74 \pm 2,08$ em cada planta. Embora tenha sido observado variações entre as doses de GA_3 , não foi possível ajustar um modelo linear que explicasse a tendência de resposta reprodutiva às aplicações de giberelina.

O pico do valor absoluto de botões florais (26,8) foi observado em 15 de dezembro de 2023, com a aplicação de 300 mg L^{-1} de GA_3 , e em seguida, houve tendência de redução contínua até o encerramento da floração, em 5 de maio de 2024, com ligeiros picos nas estruturas reprodutivas (Figura 5). Posteriormente, o ponto máximo de flores por planta (26,4) ocorreu em 3 de janeiro de 2024, e o maior número de frutos por planta (25,95) ocorreu em 29 de janeiro de 2024, ambos também associados à aplicação de 300 mg L^{-1} de GA_3 (Figuras 6 e 7). A aplicação de GA_3 não proporcionou incremento significativo no número de frutos em relação ao controle.

Os resultados apontaram intervalos sincronizados entre o surgimento das estruturas reprodutivas, sendo 19 dias após o pico da emissão dos botões florais para ocorrer o pico do número de flores, e de 26 dias após o pico da floração para ocorrer o pico da frutificação.

Figura 5. Número de botões florais no ciclo produtivo de pitaya sob doses de GA_3 .

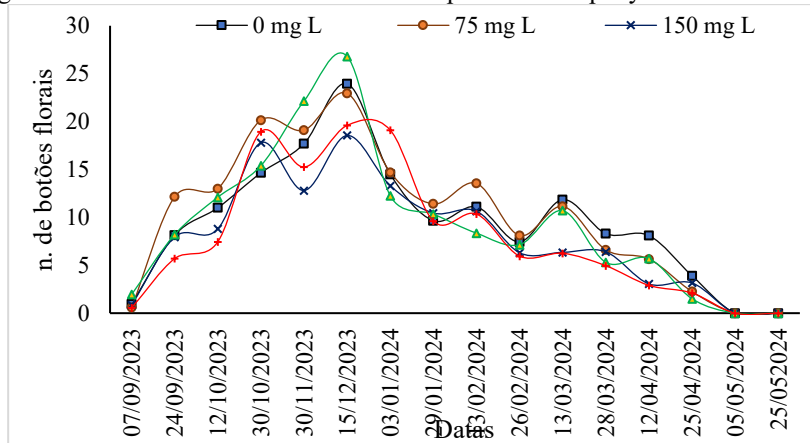


Figura 6. Número de flores no ciclo produtivo de pitaya sob doses de GA_3 .

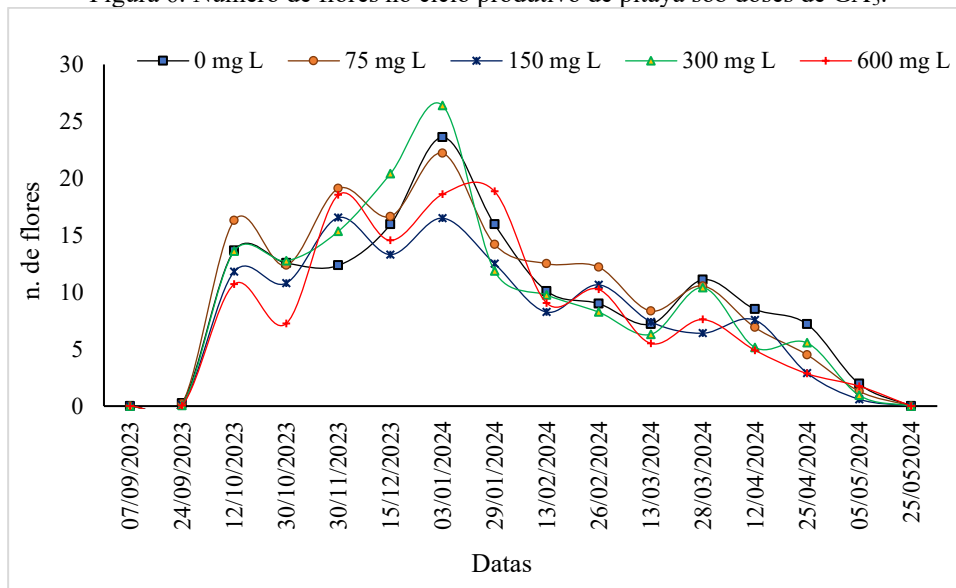
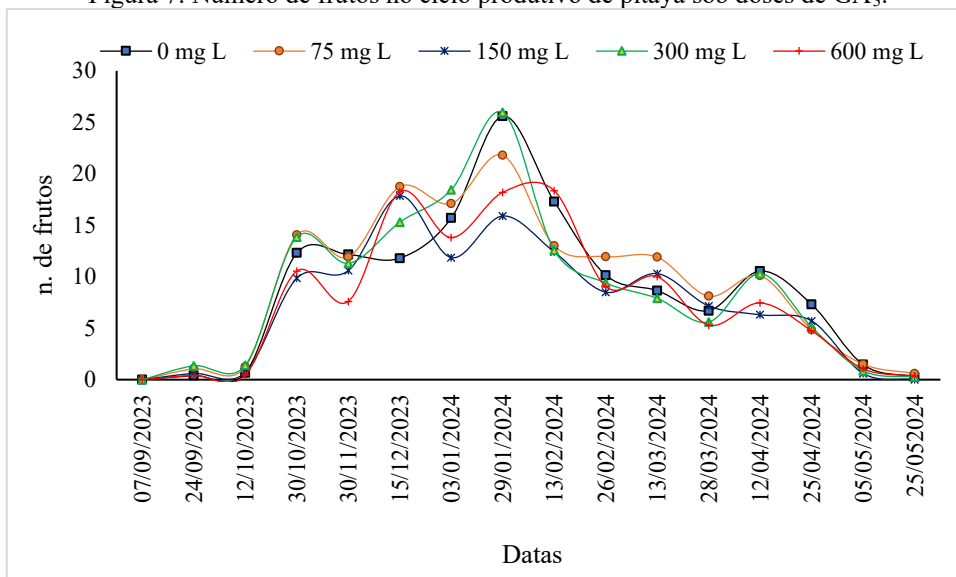


Figura 7. Número de frutos no ciclo produtivo de pitaya sob doses de GA_3 .



A conversão entre botões flores em frutos, assim como de flores em frutos apresentou ligeiro aumento com as doses de GA_3 aplicadas, alcançando eficiência acima de 90% (figura 8). Em todas as doses de GA_3 aplicadas não houve alterações morfológicas nas estruturas vegetativas e reprodutivas. Obteve-se cerca de 140 frutos em cada planta no ciclo produtivo (figura 9), com média de 250 g cada fruto.

Figura 8. Conversão de botões flores em frutos e de flores em frutos em pitaya sob doses de GA₃.

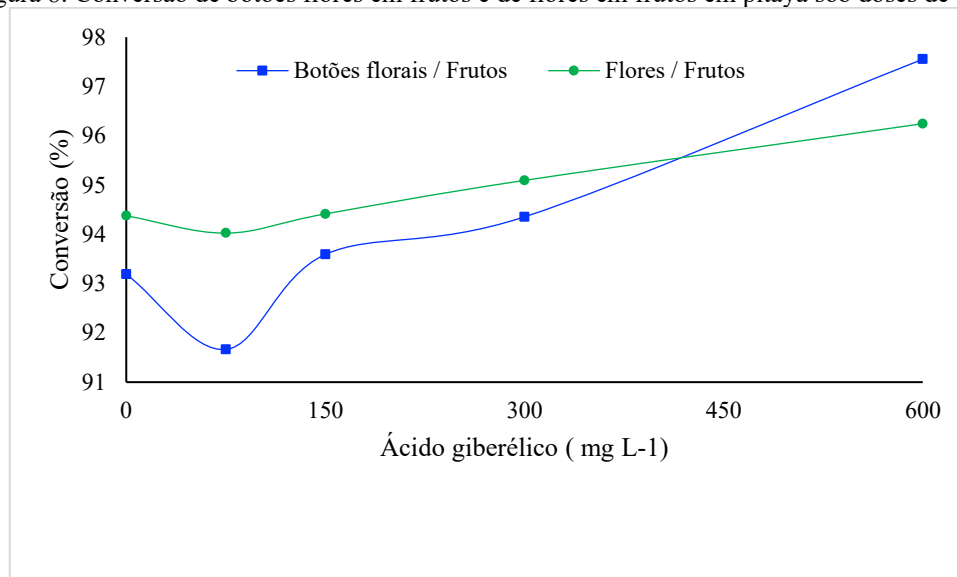


Figura 9. Número total de frutos em pitaya sob doses de GA₃ ao longo do ciclo produtivo.

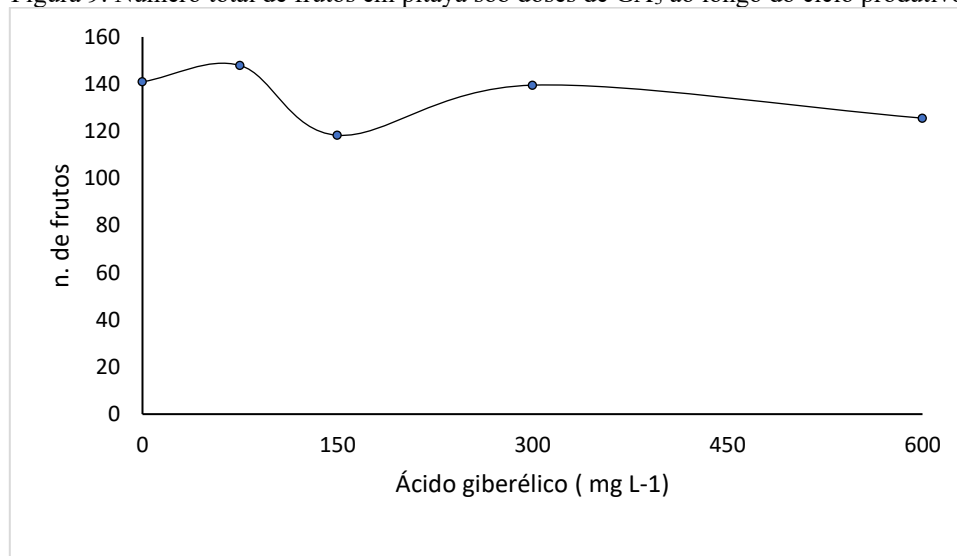


Tabela 1. Número de botões florais por planta sob dose e dias após a aplicação de reguladores de crescimento em pitaya.

Data	Concentrações de GA ₃ (mg L ⁻¹)					Paclobutrazol
	0	75	150	300	600	
07/09/2023*	0,95±0,42	0,6±0,25	0,85±0,45	1,95±0,62	0,55±0,23	- **
24/09/2023	8,15±1,32	12,15±2,34	7,95±1,57	8,2±1,55	5,7±1,33	-
12/10/2023	11±1,30	13±1,95	8,8±1,27	12,1±1,34	7,45±1,13	-
30/10/2023	14,65±1,05	20,15±3,51	17,8±2,27	15,4±1,23	18,95±2,55	-
30/11/2023	11,7±1,56	19,1±1,74	12,8±0,95	22,15±2,7	15,25±1,54	-
15/12/2023	23,95±3,40	22,95±2,09	18,55±1,72	26,8±3,07	19,6±1,89	-
03/01/2024	14,5±2,16	14,7±1,16	13,3±1,67	12,25±1,04	19,1±1,24	-
29/01/2024	9,65±1,21	11,4±0,89	10,45±1,35	10,35±0,58	9,6±0,94	-
13/02/2024	11,1±0,91	13,55±1,36	10,65±1,36	8,35±0,75	10,35±1,78	-
26/02/2024	7,45±1,06	8,1±1,33	6,3±0,58	7,15±0,84	5,95±0,95	-
13/03/2024	11,85±1,10	11,15±1,38	6,35±0,71	10,7±1,59	6,25±0,84	-
28/03/2024	8,3±1,47	6,6±1,23	6,4±1,47	5,3±1,34	4,95±1,01	-
12/04/2024	8,1±0,96	5,65±1,19	3,05±0,56	5,7±1,10	2,9±0,55	-
25/04/2024	3,9±0,73	2,25±0,37	3,15±0,52	1,5±0,33	2,1±0,35	-

05/05/2024	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	-
25/05/2024	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	-

*Dia da aplicação dos reguladores de crescimento. Médias ± erro padrão. ** não houve floração.

Tabela 2. Número de flores por planta sob dose e dias após a aplicação de reguladores de crescimento em pitaya.

Data	Concentrações de GA ₃ (mg L ⁻¹)					Paclobutrazol
	0	75	150	300	600	
07/09/2023*	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	- **
24/09/2023	0,25±0,12	0,2±0,09	0,1±0,07	0,05±0,048	0,05±0,048	-
12/10/2023	13,65±1,53	16,3±2,21	11,8±1,52	13,6±1,73	10,7±1,37	-
30/10/2023	12,55±1,53	12,35±1,74	10,8±1,33	12,75±1,41	7,25±1,13	-
30/11/2023	12,35±1,25	19,1±3,05	16,55±2,22	15,35±1,22	18,55±2,47	-
15/12/2023	15,95±1,87	16,65±1,64	13,3±0,92	20,4±2,58	14,55±1,58	-
03/01/2024	23,6±3,32	22,2±1,90	16,5±2,0	26,4±3,04	18,06±1,67	-
29/01/2024	15,95±1,94	14,2±1,21	12,5±1,68	11,85±0,96	18,85±1,22	-
13/02/2024	10,1±1,39	12,5±1,17	8,25±1,30	9,75±0,64	9,05±0,88	-
26/02/2024	9,0±0,88	12,2±1,45	10,65±1,26	8,25±0,75	10,25±1,74	-
13/03/2024	7,2±0,97	8,35±1,2	7,4±0,76	6,3±0,81	5,5±0,90	-
28/03/2024	11,1±1,01	10,55±1,15	6,4±0,94	10,4±1,66	7,6±1,38	-
12/04/2024	8,5±1,42	6,9±1,12	7,55±1,19	5,15±1,36	4,9±1,02	-
25/04/2024	7,2±1,02	4,5±0,80	2,9±0,52	5,55±1,1	2,85±0,55	-
05/05/2024	1,95±0,44	1,3±0,49	0,6±0,21	0,95±0,22	1,75±0,49	-
25/05/2024	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	-

*Dia da aplicação dos reguladores de crescimento. Médias ± erro padrão. ** não houve floração.

Tabela 3. Número de frutos por planta sob dose e dias após a aplicação de reguladores de crescimento em pitaya.

Data	Concentrações de GA ₃ (mg L ⁻¹)					Paclobutrazol
	0	75	150	300	600	
07/09/2023*	0,0 ± 0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	- **
24/09/2023	0,4±0,24	1,05±0,47	0,6±0,49	1,35±0,53	0,4±0,20	-
12/10/2023	0,65±0,27	1,25±0,47	0,7±0,48	1,4±0,53	0,45±0,22	-
30/10/2023	12,3±1,88	14,05±2,30	9,85±1,72	13,85±1,77	10,55±1,34	-
30/11/2023	12,15±1,46	11,9±1,61	10,6±1,22	11,3±1,45	7,6±1,13	-
15/12/2023	11,8±1,31	18,75±2,98	17,85±2,04	15,3±1,21	18,25±2,47	-
03/01/2024	15,7±1,79	17,1±1,58	11,85±1,35	18,45±2,58	13,8±1,52	-
29/01/2024	25,6±2,66	21,8±1,86	15,9±1,87	25,95±3,06	18,2±1,68	-
13/02/2024	17,3±1,78	13,0±0,84	12,4±1,48	12,55±1,25	18,35±1,24	-
26/02/2024	10,15±1,40	11,95±0,86	8,5±1,07	9,4±0,60	9,05±0,87	-
13/03/2024	8,65±0,74	11,9±1,49	10,3±1,30	7,9±0,72	10±1,76	-
28/03/2024	6,7±0,87	8,1±1,17	7,15±0,79	5,6±0,66	5,3±0,88	-
12/04/2024	10,55±1,00	10,1±1,14	6,3±0,92	10,3±1,67	7,45±1,38	-
25/04/2024	7,3±1,54	4,85±1,03	5,7±1,31	5,1±1,34	4,75±0,99	-
05/05/2024	1,45±0,22	1,5±0,34	0,6±0,19	0,85±0,24	1,05±0,28	-
25/05/2024	0,25±0,14	0,6±0,25	0,0±0,0	0,25±0,12	0,35±0,18	-

*Dia da aplicação dos reguladores de crescimento. Médias ± erro padrão. ** não houve floração.

4 DISCUSSÃO

Os resultados evidenciam a sensibilidade da pitaya à aplicação de reguladores de crescimento. As doses de giberelina, na forma aplicada, não ocasionaram anomalias nas plantas e também não proporcionaram resultados superior ao controle. Já a aplicação de paclobutrazol comprometeu a frutificação em toda a safra. A floração das pitayas na área experimental com a aplicação do GA₃, independentemente

das doses, ocorreu cerca de 45 dias antes da floração em outros pontos do pomar e de cultivos comerciais próximos ao experimento. Essa antecipação possibilitou a comercialização dos frutos no final da entressafra, período em que o preço de mercado da pitaya é mais elevado, representando uma vantagem competitiva relevante para o produtor.

A floração em muitas espécies vegetais é desencadeada por sinais sazonais, como o fotoperíodo e a temperatura, os quais alteram mecanismos moleculares, genéticos, fisiológicos e anatômicos. A alteração do balanço hormonal em resposta a essas variações ambientais pode induzir ou inibir respostas fisiológicas, como a indução floral. Em condições de dias longos aumenta a síntese de giberelina (García-Martínez e Gil, 2002).

A pitaya é considerada uma planta de dias longos e, portanto, depende de altos níveis endógenos de giberelinas para floração. Em condições de dias curtos e com menor temperaturas, como observado entre abril e outubro, nas condições deste experimento, os níveis endógenos de GA tendem a diminuir, e a planta não floresce, concentrando a frutificação nas condições do experimento no período com maior fotoperíodo. O frio é outro fator que pode levar à diminuição GA bioativa (Achard et al., 2008).

Por outro lado, a aplicação de reguladores de crescimento, como a giberelinas ativas, à exemplo de GA₃, possibilita induzir uma resposta fisiológica, mesmo em condições ambientais não indutivas, enquanto a aplicação de paclobutrazol bloqueia a síntese de giberelina e inibe respostas fisiológicas. No entanto, a eficiência dessa resposta depende de fatores como a sensibilidade dos tecidos, a capacidade de reconhecimento da molécula aplicada, e a competência celular para desencadear alterações nos mecanismos moleculares, genéticos, fisiológicos e/ou anatômicos necessários à transição do estágio vegetativo para o reprodutivo.

Nas condições do estudo, a pitaya demonstrou sensibilidade às moléculas de GA₃ e de paclobutrazol, no entanto, torna-se necessário, novos estudos para validar doses e momento de aplicação de GA₃ para otimizar a frutificação da pitaya na entressafra.

A aplicação de giberelinas, antes ou simultaneamente à fotoindução, demonstrou ser uma estratégia eficiente para aumentar a produção de flores em lúpulo, independente do fotoperíodo (Bauerle (2022)). Em *Amorphophallus muelleri* Blume (Araceae) a eficiência da aplicação de GA₃ está relacionada à idade do bulbo, sendo que o aumento das doses elevou significativamente a taxa de floração, no entanto, doses excessivas de GA₃ causaram anomalias nos órgãos vegetativos e reprodutivos da planta (Santosa et al., 2019). Esses resultados reforçam a importância do manejo criterioso dos reguladores vegetais, considerando fatores intrínsecos à espécie e ao estágio fenológico da planta, para otimizar a indução floral sem comprometer a integridade das estruturas vegetais.

Para induzir a floração da pitaya na entressafra, estudos têm demonstrado a viabilidade de estratégias como a iluminação artificial suplementar, incluindo o uso de lâmpadas LED, e a aplicação de reguladores

de crescimento vegetal (Shah et al., 2025; Xiong et al., 2020). Contudo, as respostas obtidas variam amplamente entre experimentos, sendo atribuídas às condições edafoclimáticas específicas de cada ambiente de cultivo, bem como a fatores intrínsecos dos tecidos vegetais, como a sensibilidade celular e o estágio fenológico das plantas.

A eficiência da aplicação dos reguladores de crescimento depende das condições meteorológicas do local de cultivo, pois além de influenciar na sensibilidade dos tecidos, altera também os níveis hormonais endógenos (Castroverde e Dina, 2021; Zhang et al., 2020). Assim, em cada condição de cultivo a planta possui um balanço específico, o que implica na necessidade específica da dose e do momento de aplicação para maximizar os efeitos sobre a floração e frutificação.

Neste sentido, destaca-se que no ciclo reprodutivo da pitaya não houve alteração no número de brotos. O balanço hormonal favorável à reprodução, inibe o desenvolvimento vegetativo. Apesar da maioria dos trabalhos focar no efeito do fotoperíodo nas últimas etapas da via da biossíntese do GA, também há evidências de que as etapas anteriores são afetadas pelo fotoperíodo, através de efeitos desencadeados pelos fitocromos, criptocromos e outras moléculas fotorreceptoras (García-Martínez e Gil, 2002).

A produção de frutos de pitaya varia entre os genótipos e condições de cultivo. Tran et al (2015) alcançaram o máximo de seis frutos por planta e a conversão de flores em frutos variou amplamente entre genótipos e manejo com a complementação de luz, enquanto que Nguyen et al., (2021) verificaram que o número de frutos por plantas variou entre as estações do ano, condições de cultivo, e a iluminação com lâmpadas incandescente, com potência de 60W, e possibilitou alcançar até 39,5 frutos por planta no pico da produção. Takata et al., (2016) verificou que o número de frutos por planta variou entre doses de GA₃ e entre as estações do ano de aplicação, alcançando o máximo de 25 frutos por planta com aplicação de GA₃.

O período da emissão do botão floral varia entre cultivares e condições de cultivo. Costa et al., (2014) verificaram que o período do surgimento do botão floral até a abertura da flor, decorreram cerca de 21 dias, e da antese até a colheita do fruto, cerca de 35 dias em pitaya cultivada em Lavras-MG, enquanto nas condições do presente experimento a média foi de 45 dias.

Nas condições de cultivo, o período entre setembro a março apresenta fotoperíodo acima de 12h, assim como temperaturas mais elevadas e precipitação. Considerando que fotoperíodo crítico seja de 12 h (Jiang et al., 2012), ou 13h conforme Kishore (2016), a indução somente ocorre entre estes períodos, podendo ser restrito a dezembro e janeiro. Nas condições do estudo, fica evidenciado que o fotoperíodo crítico da pitaya seja em torno de 12h.

5 CONCLUSÃO

A pitaya estudada demonstrou sensibilidade à aplicação de reguladores de crescimento no final da entressafra-

As doses de GA₃ aplicadas não ocasionaram anomalias nas estruturas reprodutivas.

A frutificação da pitaya demonstrou dependência da ação das giberelinas e a aplicação de paclobutrazol comprometeu a frutificação no período da safra-

O maior número de botões florais e flores por planta ocorreu próximo ao solstício de verão.

O estudo aponta uma estratégia promissora e com necessidade de ajustes de dose, momento e condições para a aplicação de GA₃ para otimizar a frutificação em pitaya em condição não indutivas.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Ceres e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pelo apoio a realização do experimento e a Fazenda Retiro das Caldas por disponibilizar as plantas para realizar o estudo.

REFERÊNCIAS

- ACHARD, P.; GONG, F.; CHEMINANT, S.; ALIOUA, M.; HEDDEN, P.; GENSHIK, P. The Cold-Inducible CBF1 Factor-Dependent Signaling Pathway Modulates the Accumulation of the Growth-Repressing DELLA Proteins via Its Effect on Gibberellin Metabolism. *The Plant Cell*, v. 20, 2117–2129. 2008.
- AKSENOVA, N. P.; MILYAEVA, E. L.; ROMANOV, G. A. Florigen Goes Molecular: Seventy Years of the Hormonal Theory of Flowering Regulation. *Russian Journal of Plant Physiology*, v. 53, n. 3, pp. 401–406. 2006.
- AL-QTHANIN, R. N.; ALSHAHARNI, M. O. Effect of lighting system on the growth rate of two cultivars of dragon fruit (*Hylocereus undatus* and *Hylocereus costaricensis*) in Abha region Saudi Arabia. *Applied Ecology and Environmental Research*. v. 22, n. 3, 2541-2554. 2024.
- ANDRÉS, F. & COUPLAND, G. The genetic basis of flowering responses to seasonal cues. *Nature Reviews / Genetics*. v. 13, 627- 639. 2012.
- ATIF, M. J.; AMIN, B.; GHANI, M. I.; ALI, M.; ZHANG, S.; CHENG, Z. Effect of photoperiod and temperature on garlic (*Allium sativum* L.) bulbing and selected endogenous chemical factors. *Environmental and Experimental Botany*. v. 180, 104250. 2020.
- BAUERLE, W. L. Gibberellin A3 induced flowering intensification in *Humulus lupulus* L.: Synchronizing vegetative phase change and photoperiod induction. *Scientia Horticulturae*, v.302, 111183. 2022.
- CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação Climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. *ACTA Geográfica, Boa Vista*, v.8, n.16, 40-55. 2014.
- CASTROVERDE, C. D. M.; DINA, D. Temperature regulation of plant hormone signaling during stress and development. *Journal of Experimental Botany*, v. 72, n. 21. 7436–7458. 2021.
- CHU, Y.C.; CHANG, J.C. Codification and description of the phenological growth stages of red-fleshed pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) using the extended BBCH scale- with special reference to spines, areole, and flesh color development under field conditions. *Scientia Horticulturae*. v. 293, 110752. 2022.
- CHU, Y.C.; CHANG, J.C. Regulation of floral bud development and emergence by ambient T temperature under a long-day photoperiod in white-fleshed pitaya (*Hylocereus undatus*). *Scientia Horticulturae*. v. 271, 109479. 2020.
- COELHO, L. L.; FKARA, A.; MACKENZIE, K. K.; MULLER, R.; LUTKEN, H. Exogenous Application of Gibberellic Acid Improves Flowering in *Kalanchoe*. *Hortscience* 53(3):342–346. 2018.
- COSTA, A. C.; RAMOS, J. D.; REIS SILVA, F. O. R.; DUARTE, M. H. Floração e frutificação em diferentes tipos de cladódios de pitaia-vermelha em Lavras-MG. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP*, v. 36, n. 1, 279-284, 2014.
- DING, Y.; YANG, S. Surviving and thriving: How plants perceive and respond to temperature stress. *Developmental Cell*. v. 57, 947-958. 2022.
- FALEIRO, F. G. Pitaia - A Fruta Que Está Conquistando O Brasil. *Campo & Negócios – Anuário HF*. 97-99. 2022.

GARCÍA-MARTINEZ, J. L.; GIL, J. Light Regulation of Gibberellin Biosynthesis and Mode of Action. *J Plant Growth Regul*, v. 20, 354–368. 2002.

GRAY, W. M.; OSTIN, A.; SANDBERG, G.; ROMANO, C. P.; ESTELLE, M. High temperature promotes auxin-mediated hypocotyl elongation in *Arabidopsis*. *Plant Biology - Proc. Natl. Acad. Sci.* v 95, pp. 7197–7202. 1998.

JIANG, Y. L.; LIAO, Y.Y.; LIN, M.T.; YANG, W.J. Bud Development in Response to Night-breaking Treatment in the Noninductive Period in Red Pitaya (*Hylocereus* sp.). *Hortscience*. v.51, n. 6, 690–696. 2016.

JIANG, Y. L.; LIAO, Y.Y.; LIN, T.S.; LEE, C. L.; YEN, C. R.; YANG, W.J. The Photoperiod-regulated Bud Formation of Red Pitaya (*Hylocereus* sp.). *Hortscience*. v. 47, n.8, 1063–1067. 2012.

JIANG, Y.L. Seasonal response of night-breaking on floral bud formation in red pitaya T (*Hylocereus* sp.) in a noninductive period. *Scientia Horticulturae*. v. 270, 109420. 2020.

KHAIMOV, A.; MIZRAHI, Y. Effects of day-length, radiation, flower thinning and growth regulators on flowering of the vine cacti *Hylocereus undatus* and *Selenicereus megalanthus*. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*. v. 81, n. 3, 465–470. 2006.

KISHORE, K. Phenological growth stages of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) according to the extended BBCH-scale. *Scientia Horticulturae*. v. 213, 294–302. 2016.

MUTASA-GOTTGENS, E.; HEDDEN, P. Gibberellin as a factor in floral regulatory networks. *Journal of Experimental Botany*, v. 60, n. 7, 1979–1989. 2009.

NERD, A.; SITRIT, Y.; KAUSHIK, R. A.; MIZRAHI, Y. High summer temperatures inhibit flowering in vine pitaya crops (*Hylocereus* spp.). *Scientia Horticulturae*, v. 96, 343–350. 2002.

NGUYEN, Q. T.; NGO, M. D.; TRUONG, T. H.; NGUYEN, D. C.; NGUYEN, M.C. Modified compact fluorescent lamps improve light-induced off-season floral stimulation in dragon fruit farming. *Food Sci Nutr*. v.9, 2390–2401. 2021.

OSNATO, M. The floral transition and adaptation to a changing environment: from model species to cereal crops. *The Plant Cell - Teaching Tools in Plant Biology*. 1- 18. 2022.

PHENGPHACHANH, B.; NAPHRUM, D.; BUNDITHYA, W.; POTAPOHN, N. Effects of Day-length and Gibberellic Acid (GA₃) on Flowering and Endogenous Hormone Levels in *Rhynchostylis gigantea* (Lindl.) Ridl. *Journal of Agricultural Science*, v. 4, n. 4; 217-222. 2012.

SAMACH, A.; WIGGE, P. A. Ambient temperature perception in plants. *Current Opinion in Plant Biology* 8:483–486. 2005.

SANTOS, D. N.; PIO, L. A. S.; FALEIRO, F. G. Pitaya: Uma Alternativa Frutífera. Brasília: ProImpress, 68 p. 2022.

SANTOSA, E.; MINE, Y.; LONTOH, A. P.; SUGIYAMA, N.; SARI, M.; KURNIAWATI, A. Gibberellic Acid Application Causes Erratic Flowering on Young Corms of *Amorphophallus muelleri* Blume (Araceae). *The Horticulture Journal*. v 88, n. 1, 92–99. 2019.

SILVA, L. G. M.; COSTA, C. A. R.; BATISTA, G. A.; AMORIM, K. A.; ABREU, D. J. M.; RODRIGUES,

L. J.; PIO, L. A. S.; VILAS BOAS, E. V. B.; CARVALHO, E. E. N. Effect of light supplementation on pitaya productivity and quality during the off-season. *Technology in Horticulture*. 1-7. 2025.

TAKATA, W. H. S.; MIYAKE.; R. T. M.; NARITA, N.; ONO, E. O. Effects of Season and GA₃ Concentrations on *Hylocereus undatus* Flowering and Production. *Agron.*, v. 15, n. 4, 179-183. 2016.

TRAN, D, H.; YEN, C.R.; CHEN, Y.K.H. Flowering Response of a Red Pitaya Germplasm Collection to Lighting Addition. *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*. v. 9, n. 2, 175-179. 2015.

VERHAGE, L.; ANGENENT, G.C.; IMMINK, R. G. H. Research on floral timing by ambient temperature comes into blossom. *Trends in Plant Science*, v. 19, n. 9. 583-591. 2014.

WU, Z.; HUANG, L.; HUANG, F.; LU, G.; WEI, S.; LIU, C.; DENG, H.; LIANG, G. TEMPORAL transcriptome analysis provides molecular insights into flower development in red-flesh pitaya. *Electronic Journal of Biotechnology*. v. 58, 55–69. 2022.

YANG, Z.; CAI, X.; SHANG, C.; HOU, Q.; XIAO, L.; WEN, X. Heat-induced HpbHLH43 involves in promoting floral bud induction via activating HpSOC1 in pitaya. *Scientia Horticulturae*. v. 338, 113773, 2024.

XIONG, R., LIU, C., XU, M. et al. Transcriptomic analysis of flower induction for long-day pitaya by supplementary lighting in short-day winter season. *BMC Genomics* 21, 329 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12864-020-6726-6>

SHAH K, ZHU X, ZHANG T, CHEN J, CHEN J, QIN Y. Gibberellin-3 induced dormancy and suppression of flower bud formation in pitaya (*Hylocereus polyrhizus*). *BMC Plant Biol*. 2025 Jan 13;25(1):47. doi: 10.1186/s12870-024-05880-1

ZHANG S, DAI J, GE Q. Responses of Autumn Phenology to Climate Change and the Correlations of Plant Hormone Regulation. *Sci Rep*. 2020 Jun 3;10(1):9039. doi: 10.1038/s41598-020-65704-8

CASTROVERDE CDM, DINA D. Temperature regulation of plant hormone signaling during stress and development. *J Exp Bot*. 2021 Jun 3;erab257. doi: 10.1093/jxb/erab257