

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA AGROINDUSTRIAL E SOCIOECONOMIA
RURAL

BEATRIZ ROMANINI MORALES

**REGULAÇÃO DO CRESCIMENTO DE PIMENTA BIQUINHO
VERMELHA (*Capsicum chinense*) VISANDO SEU USO EM
ORNAMENTAÇÃO**

ARARAS - SP

2025

BEATRIZ ROMANINI MORALES

**REGULAÇÃO DO CRESCIMENTO DE PIMENTA BIQUINHO
VERMELHA (*Capsicum chinense*) VISANDO SEU USO EM
ORNAMENTAÇÃO**

Trabalho Final de Graduação apresentado com intuito de obtenção do título de bacharel em Engenharia Agrônômica pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos.

Orientadora: Profa. Dra. Christiane de Fátima Martins França.

ARARAS - SP

2025

RESUMO

Um dos setores do mercado de flores e plantas ornamentais brasileiro que está em plena expansão é o da ornamentação de espaços internos com plantas envasadas. Entretanto, algumas espécies que possuem características ornamentais atrativas possuem porte médio a alto, não se adaptando ao cultivo em pequenos vasos, como é o caso da pimenta Biquinho Vermelha. Uma das alternativas para se reduzir o porte de plantas é por meio da utilização do regulador de crescimento, paclobutrazol (PBZ). Esse trabalho objetivou determinar o efeito das concentrações e dos protocolos de aplicação de PBZ na qualidade ornamental e na preferência global das plantas. PBZ foi aplicado em cinco concentrações por três diferentes protocolos. Na maturidade comercial, as plantas foram avaliadas por diversos parâmetros de crescimento da planta quanto a seu porte e características de sua copa, frutos e folhas, além da análise sensorial utilizando o teste de preferência global. PBZ produziu plantas com folhas verdes de tonalidade mais escura e sua aplicação direta no substrato, independente do momento da aplicação, foi mais efetiva em modular os parâmetros de crescimento das plantas em comparação com a aplicação via imersão. Apesar disso, a análise sensorial mostrou uma maior preferência dos avaliadores pelas plantas em que se aplicou PBZ em baixas concentrações (2,5 e 5 mg L⁻¹) aplicado diretamente no substrato de cultivo aos 30 dias após o transplântio ou por meio da imersão do sistema raiz/substrato nas soluções. A aplicação de PBZ diretamente no substrato de cultivo, no transplântio, não pode ser recomendada pois, além da menor preferência global, as plantas apresentaram reduzido número de frutos e esses foram menores em comprimento, o que prejudicou o valor ornamental das plantas. Assim, a aplicação de paclobutrazol via imersão ou via aplicação direta aos 30 dias após o transplântio, nas concentrações de 2,5 e 5 mg L⁻¹, produziram plantas de pimenta Biquinho Vermelha com características ornamentais atrativas, podendo ser uma alternativa de mercado para produtores de plantas ornamentais de vaso em adição aos métodos tradicionais de controle do crescimento.

Palavras-chave: paclobutrazol; *Capsicum chinense*; plantas ornamentais; regulador de crescimento.

ABSTRACT

One of the sectors of the Brazilian flowers and ornamental plants market that is booming is the decoration of internal spaces with potted plants. However, some species that have attractive ornamental characteristics are medium to tall, not adapting to cultivation in small pots, as the case of the Biquinho Vermelha pepper. One of the alternatives to reduce plant size is through the use of the growth regulator, paclobutrazol (PBZ). This work aimed to determine the effect of PBZ concentrations and application protocols on the ornamental quality and overall preference of plants. PBZ was applied in five concentrations by three different protocols. At commercial maturity, the plants were evaluated by various plant growth parameters regarding their size and characteristics of their crown, fruits and leaves, in addition to sensory analysis using the global preference test. PBZ produced plants with darker green leaves and its direct application, regardless of the time of application, was more effective in modulating plant growth parameters compared to application via immersion. Despite this, the sensory analysis showed a greater preference among evaluators for plants in which PBZ was applied in low concentrations (2.5 and 5 mg L⁻¹) applied directly 30 days after transplanting or through immersion of the root/substrate system in the solutions. The application of PBZ directly to the cultivation substrate, during transplantation, cannot be recommended because, in addition to the lower overall preference, the plants contained a reduced number of fruits and these were smaller in length, which harmed the ornamental value of the plants. Thus, the application of paclobutrazol via or via direct application 30 days after transplanting at concentrations of 2.5 and 5 mg L⁻¹ produced Biquinho Vermelha pepper plants with attractive ornamental characteristics, which could be a market alternative for producers of potted ornamental plants in addition to traditional growth control methods.

Keywords: paclobutrazol; *Capsicum chinense*; ornamental plants; growth regulator.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de São Carlos, Campus Araras, essencial no meu processo de formação profissional e por tudo o que aprendi ao longo dos anos do curso.

À minha orientadora, Profa. Christiane de Fátima Martins França, cuja imensa dedicação, atenção, suporte e paciência possibilitaram meu desenvolvimento pessoal e acadêmico.

Aos meus professores, pelos ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho ao longo do curso, em especial, ao Prof. Fernando César Sala, Profa. Josiane Rodrigues e Profa. Marta Regina Verruma-Bernardi.

Ao meu companheiro, João Francisco Bonaldo Arietti, pelo incondicional apoio, amor e presença na realização desse trabalho que foram fundamentais para que eu pudesse me sentir capaz.

Aos meus familiares, que sempre estiveram ao meu lado em todas as etapas, principalmente, aos meus tios, Rogério Romanini Sant'Ana e Rosangela Romanini Sant'Ana por todo incentivo e assistência para que eu pudesse superar os desafios e prosseguir.

À minha mãe, Renata Romanini Sant'Ana, que me deu a oportunidade de realizar meus sonhos. Seu exemplo de vida é minha inspiração e motivação para buscar sempre o melhor.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	10
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
3.1 Origem, característica e importância econômica da cultura	10
3.2 Regulador de crescimento (<i>Paclobutrazol</i>).....	12
4. MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1 Material vegetal e manejo da cultura	14
4.2 Condução do experimento	14
4.3 Parâmetros ornamentais	15
4.4 Análise sensorial	16
4.5 Análise estatística	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5.1 Características ornamentais	17
5.2 Análise sensorial	30
6. CONCLUSÕES	32
7. REFERÊNCIAS	33

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Aspecto geral (A, C, E, G) e vista superior da copa (B, D, F, H) de plantas controle e plantas tratadas com PBZ de Biquinho Vermelha, via aplicação direta no transplântio em concentrações de 2,5; 5,0; 7,5 e 10 mg L⁻¹..... 19
- Figura 2:** Aspecto geral (A, C, E, G) e vista superior da copa (B, D, F, H) de plantas controle e plantas tratadas com PBZ de Biquinho Vermelha, via aplicação direta 30 dias após o transplântio em concentrações de 2,5; 5,0; 7,5 e 10 mg L⁻¹..... 20
- Figura 3:** Aspecto geral (A, C, E, G) e vista superior da copa (B, D, F, H) de plantas controle e plantas tratadas com PBZ de Biquinho Vermelha, via imersão do conjunto raiz e substrato por 10 segundos, em concentrações de 2,5; 5,0; 7,5 e 10 mg L⁻¹..... 21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Análise de variância para os parâmetros de qualidade ornamental de pimenta Biquinho Vermelha tratadas com soluções de regulador de crescimento paclobutrazol (PBZ)	17
Tabela 2: Efeito das concentrações e dos protocolos de aplicação de paclobutrazol nos parâmetros de qualidade ornamental de pimenta Biquinho Vermelha	22
Tabela 3: Efeitos das concentrações de paclobutrazol na compacidade da copa (CC), peso fresco da parte aérea (PFr), número de frutos (NFr), comprimento dos frutos (CFr), luminosidade das folhas (L*), ângulo hue (h°) das folhas e dias após o transplântio para antese (A) em pimenta Biquinho Vermelha.	27
Tabela 4: Efeitos dos protocolos de aplicação de paclobutrazol (PA) na compacidade da copa (CC), número de frutos (NFr), número de folhas (NFo), diâmetro dos frutos (DFr), comprimento dos frutos (CFr), dias após o transplântio para a antese (A) e peso fresco da parte aérea (PFr) em pimenta Biquinho Vermelha.	28
Tabela 5: Resultados dos testes de preferência global de plantas de pimenta Biquinho Vermelha tratadas com PBZ.	31

1. INTRODUÇÃO

O mercado de flores e plantas ornamentais mundial está em plena expansão com destaque para a ornamentação de espaços internos (Data Bridge Market Research, 2022), principalmente com o uso de plantas em vaso. Biquinho (*Capsicum chinense* Jacq.) é uma das variedades de pimenta mais utilizadas no Brasil e é tradicionalmente cultivada em sistema convencional para produção de frutos que são consumidos frescos ou processados (Carvalho et al., 2006), entretanto essa variedade possui também características atrativas para ornamentação. Segundo Costa et al. (2015), o sucesso comercial do cultivo dessas plantas como ornamental depende da atração do consumidor por sua beleza, qualidade, vigor, cor, forma e tamanho dos frutos e das folhas, sendo também importante apresentar uma copa harmônica.

Paclobutrazol (PBZ) é um efetivo regulador de crescimento de plantas que inibe a síntese de giberelina por meio do bloqueio da oxidação do *ent*-kaurene a *ent*-kaurenoic acid (Rademacher, 2000). PBZ vem sendo utilizado com sucesso na redução da altura de várias espécies de plantas ornamentais como rosas, girassóis, orquídeas, calêndula, platycodon, petúnia e pimenteiras (Wanderley et al., 2014; Brito et al., 2016; França et al., 2018; Zanão et al., 2018; Ribeiro et al., 2019; Sabino et al., 2021; Cruz et al., 2022; Park e Faust, 2023).

A efetividade do PBZ assim como de outros reguladores de crescimento de plantas varia com a espécie, a cultivar, a concentração, o modo e a época de aplicação (Currey e Lopez, 2009; Mabvongwe et al., 2016).

Estudos prévios quanto ao efeito do PBZ em pimenta Biquinho já foram realizados. Embora Desta e Amare (2021) mencionem estudos que indicam que os triazóis podem ser transportados de cima para baixo e de baixo para cima, França et al. (2017) estudando o efeito de diferentes métodos de aplicação do PBZ na concentração de 10 μM comprovaram uma maior eficiência do regulador quando a aplicação foi feita via sistema radicular em detrimento da aplicação via pulverização foliar, que se mostrou ineficiente. Porém, neste trabalho esses autores não puderam estabelecer o melhor método de aplicação via substrato, uma vez que a concentração utilizada se mostrou excessiva nos dois outros métodos testados, via aplicação da solução diretamente no substrato de cultivo ou via imersão do sistema raiz/substrato das mudas na solução. Nos dois casos as plantas produzidas ficaram anãs e com sintomas de fitotoxidez, como folhagem encarquilhada e quebradiça. Esses mesmos sintomas foram observados quando foram aplicadas as concentrações de 20, 40 e 60 mg L^{-1} de PBZ via aplicação direta no substrato de cultivo, 15 dias após o transplântio para os vasos (França et al., 2018). Além disso, nessas

concentrações, as plantas também apresentaram uma inibição expressiva na frutificação.

O PBZ aplicado diretamente no substrato ou por via imersão do sistema raiz/substrato já se mostraram tanto eficazes como prejudiciais em reduzir a altura e melhorar a qualidade ornamental de diversas pimentas das espécies *C. annuum* e *C. chinense* (Grossi et al., 2005, Ribeiro et al., 2019; França et al., 2017; França et al., 2018; Ferreira et al., 2023), a depender da concentração utilizada. Os resultados dessas pesquisas evidenciam um claro efeito genético quanto aos diferentes parâmetros de qualidade avaliados em resposta às aplicações de PBZ.

Assim, para uma melhor indicação do uso do PBZ é necessário o estabelecimento de protocolos que apresentem a concentração ideal, forma e momento mais adequado de aplicação deste regulador de crescimento para obtenção de melhor resultado estético antes da sua indicação para uso em ornamentação. Os resultados desses protocolos podem ser avaliados por diversas características de crescimento e desenvolvimento das plantas e também por meio de análise sensorial.

2. OBJETIVO

O objetivo dessa pesquisa foi determinar o efeito das concentrações e dos protocolos de aplicação de PBZ na qualidade ornamental e na preferência global de plantas de pimenta da variedade comercial Biquinho.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Origem, característica e importância econômica da cultura

As pimentas pertencem à família Solanaceae e ao gênero *Capsicum* spp. Existem 31 espécies, sendo que 5 delas são domesticadas e cultivadas comercialmente (*C. annuum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L., *C. baccatum* L. e *C. pubescens* L). No entanto, as espécies *C. annuum*, *C. chinense* e *C. frutescens* se destacam por possuírem mais variedades comerciais e pela alta capacidade de polinização cruzada, o que resulta em uma grande variabilidade de tipologias de frutos (Pereira-Dias et al., 2019).

As pimentas possuem seu centro de origem na América, com destaque para a região que compreende o sul do México, a América Central e a parte norte da América do Sul. Essa área é considerada o berço da diversidade genética das pimentas, onde ocorreu a domesticação inicial

de várias espécies. Estudos arqueológicos indicam que as pimentas já eram cultivadas e utilizadas por povos indígenas há mais de 6.000 anos, tanto como alimento quanto por suas propriedades medicinais e culturais (Bosland e Votava, 2000).

As pimenteiras possuem um ciclo de vida perene, mas culturalmente são tratadas como anuais. As raízes são pivotantes e possuem muitos ramos laterais. Em geral, as plantas podem atingir até 1,5m de altura, dependendo da espécie e das condições de cultivo. As folhas podem ser verdes, púrpuras ou variegadas, e as flores são pentâmeras, hermafroditas e hipóginas. Por fim, os frutos são bagas, apresentando uma variedade de formas, núcleos e níveis de pungência (Pickersgill, 1988).

As pimentas desempenham um papel significativo na agricultura brasileira, cultivadas em praticamente todas as regiões do país, são produzidas principalmente por pequenos produtores, abrangendo uma área estimada em cerca de cinco mil hectares e uma produção anual de aproximadamente 75 mil toneladas. Os principais estados produtores de pimenta incluem Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Ceará, Rio Grande do Sul, Bahia e Sergipe. (Reifschneider et al., 2022). As pimentas são amplamente utilizadas de diversas formas. Na alimentação, elas são consumidas *in natura* ou processadas, sendo realizados molhos, conservas, condimentos e pastas. Além disso, são utilizadas na indústria farmacêutica e cosmética, e obtêm grande relevância como plantas ornamentais, devido à sua beleza e cores vibrantes que enriquecem ambientes internos e externos (Ribeiro et al., 2008).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Floricultura - IBRAFLOR (2022), o mercado de flores e plantas ornamentais no Brasil movimentou cerca de R\$ 10,9 bilhões em 2021, apresentando um crescimento de 15% em relação ao ano anterior, com destaque para a ornamentação de espaços internos, representando 60% do mercado. As pimentas ornamentais são altamente valorizadas economicamente devido a suas características estéticas, como a coloração de frutos, além da facilidade de cultivo e à permanência da sua conformação por um longo período quando cultivadas em vasos (Neitzke et al. 2016).

Os frutos de pimenta Biquinho Vermelha são de formato triangular pontiagudo e apresentam coloração verde quando imaturos, alaranjada em fase de maturação e vermelha quando maduros, sendo uma espécie de planta atrativa para fins ornamentais (Neitzke et al. 2016). Entretanto, essa variedade possui crescimento intermediário, alcançando em média 60 cm de altura e 1 m de diâmetro de copa (EMBRAPA, 2014), podendo não se adaptar ao cultivo em pequenos vasos, condição necessária para seu uso com a finalidade de ornamentar ambientes internos (França et al., 2018).

Segundo França et al. (2018), o uso de pimentas em ornamentação segue o padrão da

cooperativa brasileira Veiling Holambra, no estado de São Paulo. Esse padrão indica que plantas cultivadas em vasos de número 13 a 15 devem ter altura entre 12 e 38,5 cm além de apresentar altura ideal, boa cobertura de vaso, bom enfolhamento e hastes firmes, estágio de maturação adequado, quantidade adequada de frutos por planta e ausência de sintomas de toxidez e deficiência nutricional.

Uma alternativa para aproveitamento desses acessos de maior porte, que não se adaptam ao cultivo em pequenos vasos, mas que possuem características atrativas de frutos e folhagens para ornamentação, seria o uso de reguladores de crescimento de plantas, como o paclobutrazol (PBZ).

3.2 Regulador de crescimento (*Paclobutrazol*)

O Paclobutrazol (PBZ) foi introduzido em 1986 como um biorregulador desenvolvido pela ICI Agrochemicals. Trata-se de um composto sintético que inibe o crescimento vegetativo e pertence à classe dos triazóis. O PBZ é utilizado como ingrediente ativo em diversos produtos comerciais, como “Cultar® 25 SC”, “Bonzi®”, “Regalis® Plus” e “AuStar®”. É um composto apolar de amplo espectro, transportado principalmente via xilema, embora também possa ser translocado via floema, dependendo da aplicação (Orozco-Meléndez, *et al.* 2021).

Sendo um regulador de crescimento, possui como modo de ação o bloqueio da biossíntese do ácido giberélico, agindo na inibição da oxidação de ent-caureno para ácido ent-caureno inativando a oxigenase dependente do citocromo P450, retardando o desenvolvimento vegetativo das plantas (Desta e Amare, 2021; Rady e Gaballah, 2012). Segundo Soumya *et al.* (2017), com a utilização do PBZ, mesmo que a divisão celular ainda ocorra, as novas células não se alongam, resultando em plantas com o mesmo número de folhas e entrenós mais curtos.

PBZ pode ser aplicado diretamente em solo ou via foliar, porém é absorvido e movimenta-se de forma unidirecional pelo xilema (Benett *et al.*, 2014). O PBZ aplicado via foliar, ou seja, por pulverização, possui baixa solubilidade em água, o que limita sua translocação e restringe sua ação na planta. Por outro lado, a aplicação no solo proporciona maior uniformidade, aumentando a eficiência do produto mesmo em concentrações mais baixas (Desta e Amare, 2021). Além disso, essa técnica pode inibir diretamente a síntese de giberelinas nas raízes. Assim, o modo de aplicação pelo sistema radicular proporciona maior eficácia e exige menores concentrações do produto (Currey e Lopez, 2009).

PBZ vem sendo utilizado com sucesso no controle de crescimento de diversas espécies de plantas ornamentais (Grossi *et al.*, 2005; Wanderley *et al.*, 2014; Brito *et al.*, 2016; Neitzke

et al., 2016; França et al., 2017; França et al., 2018; Silva neto, 2018; Zanão et al., 2018; Ribeiro et al., 2019; Sabino et al., 2021; Cruz et al., 2022; Park e Faust, 2023; Ferreira et al., 2023).

Em variedades de rosas Yellow Terrazza e Shiny Terrazza, a aplicação de paclobutrazol via substrato na dosagem de 2 mg por vaso, foi eficiente em reduzir a altura das plantas, além de promover uma melhora significativa na qualidade floral e estética de ambas as cultivares (Zanão et al. 2018). Em girassol, *Helianthus annuus* L., o PBZ mostrou-se eficaz na redução do porte das plantas, com aplicação de 150 mL da solução diretamente no vaso, nas concentrações de 75, 150, 300 e 600 mg/L aos 25 dias após a semeadura, sem afetar a biomassa da matéria fresca e seca da parte aérea, raízes e capítulos (Brito et al., 2016). Em orquídeas, *Arundina graminifolia*, foram aplicados 100 mL do regulador por vaso nas concentrações de 5, 10 e 20 mg/L duas vezes ao mês via aplicação direta no substrato de cultivo. Nesse trabalho, a concentração de 5 mg/L foi eficaz em controlar a altura, já as mais elevadas não foram indicadas pois causaram toxidez às plantas (Wanderley et al., 2014).

Sabino et al. (2021) observaram que a aplicação de 50 mL de PBZ em três momentos (37, 47 e 57 dias após o transplantio) em platycodon (campainha-da-china), na concentração de 75 mg/L foi eficiente em controlar o crescimento e promover melhor qualidade ornamental para planta. Em calêndulas, PBZ foi aplicado nas concentrações de 2500, 5000, 7500 e 10000 ppm, com duas aplicações no vaso, aos 15 e 30 dias após o transplantio. Nessas plantas, o PBZ promoveu a redução da altura, área foliar, comprimento e diâmetro do caule, de forma proporcional ao aumento das concentrações utilizadas (Cruz et al., 2022).

Em pimenta Pitanga (*Capsicum chinense*), Grossi et al. (2005) obteve bons resultados utilizando o PBZ. A aplicação de 40 mL de solução, na forma de spray, via foliar, na concentração de 60 mg do princípio ativo por vaso ou a utilização de 300 mL da solução diretamente no substrato na concentração de 3 mg do princípio ativo por vaso, foram eficientes em controlar a altura das plantas sem promover grandes alterações nas características dos frutos. Já Silva Neto (2018) observou que a aplicação direta no substrato, de 100 mL de solução de PBZ, na concentração de 15 mg/L causou efeito de fitotoxidez à essa mesma pimenteira estudada por Grossi et al (2005).

Ribeiro et al. (2019) também testaram a eficiência do PBZ em oito acessos de pimenteiros dentre as espécies *C. annuum* e *C. chinense* para uso em ornamentação. Dentre os oito, cinco deles obtiveram características ornamentais melhoradas quando o PBZ foi aplicado via imersão do sistema raiz + substrato das mudas na solução de 25 mg/L, por 5 segundos, no momento do transplantio para os vasos. Entretanto, em três dos acessos o hormônio não pode ser indicado, em dois deles por não melhorar as características da planta e em um por não

apresentar nenhum efeito.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 *Material vegetal e manejo de culturas*

O material vegetal utilizado nesta pesquisa foi a variedade comercial de pimenta Biquinho Vermelha da espécie *Capsicum chinense*. As mudas foram produzidas a partir de sementes comerciais em ambiente protegido na Universidade Federal de São Carlos, na cidade de Araras, estado de São Paulo, Brasil (-22.3114976 latitude and 47.3847851 longitude, 685 m altitude). O clima do local do experimento é tropical. Durante o experimento, as temperaturas média, máxima e mínima foram de 21,3 °C, 27,8 °C e 16,6 °C respectivamente e a umidade relativa média foi de 91%. A semeadura foi realizada em bandejas de 128 células preenchidas com o substrato comercial Carolina Soil® em 23 de janeiro de 2023. Em 28 de fevereiro de 2023, quando as mudas alcançaram de 2 a 3 pares de folhas desenvolvidas, foram transplantadas para vasos de número 15 (1,17 L de volume; 11 cm de altura, 10,45 cm de diâmetro basal e 14,5 cm de diâmetro superior) preenchidas com substrato à base de casca de Pinus (Spagnol®). O cultivo em vasos foi conduzido no mesmo local onde as mudas foram produzidas, em casa de vegetação e sob condição natural de luz. A irrigação foi fornecida às plantas de forma intermitente via sistema de microaspersão. As plantas foram fertirrigadas três vezes por semana ao longo de todo cultivo de forma manual com auxílio de um regador. Cada planta recebia aproximadamente 300 mL da solução nutritiva proposta por Furlani (1999).

4.2 *Condução do experimento*

As plantas foram tratadas com o regulador de crescimento de plantas paclobutrazol (PBZ) (CULTAR® 250 SC) seguindo três protocolos de aplicação: IM-Imersão, por 10 segundos, do sistema raiz + substrato das mudas nas soluções de PBZ, imediatamente antes do transplantio para os vasos; DT-Aplicação de 250 mL das soluções de PBZ diretamente no substrato de cultivo, aplicadas imediatamente após o transplantio das mudas para os vasos e D30DAT-Aplicação de 250 mL das soluções de PBZ diretamente no substrato de cultivo, 30 dias após o transplantio.

As concentrações utilizadas em cada um dos protocolos de aplicação foram 0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10 mg L⁻¹ do produto comercial que equivalem a 0; 0,63; 1,25; 1,88 e 2,50 mg do princípio

ativo, respectivamente. Nas plantas controle os protocolos de aplicação foram seguidos da mesma forma substituindo-se a solução de PBZ por água de torneira. Assim, foram aplicados 15 tratamentos (3 protocolos de aplicação x 5 concentrações de PBZ).

Quando 50% das plantas de cada tratamento alcançaram a maturidade comercial (pelo menos 30% dos frutos maduros) as plantas foram avaliadas pelas características de qualidade ornamental descritas abaixo. Nas plantas em que a aplicação foi feita via imersão e direta no substrato aos 30DAT as avaliações ocorreram em 08 de junho de 2023 (101DAT) e naquelas em que PBZ foi aplicado diretamente no substrato no transplântio em 22 de junho de 2023 (115DAT).

4.3 Parâmetros ornamentais

A altura das plantas foi medida a partir da base do colo até o ápice da copa (considerando-se a última folha completamente expandida), com auxílio de uma régua e expressa em cm. Tanto o diâmetro longitudinal como o transversal da copa foram medidos com auxílio de uma trena, observando a planta de cima e em um ângulo de 90° em relação ao caule. A compacidade da copa foi determinada pela razão entre o diâmetro transversal e o longitudinal, onde valores mais próximos de um (1) indicam copas mais circulares (Ribeiro et al., 2019).

O índice de clorofila SPAD foi determinado com o medidor de clorofila SPAD-502 (Spectrum Technologies Inc., Plainfield, IL), utilizando medidas de nove folhas, sendo três da parte basal, três da parte mediana e três da parte superior de cada planta. Na mesma posição dessas mesmas folhas foram obtidos os parâmetros de coloração das folhas utilizando o espectrofotômetro Minolta® Chroma Meter - CM-25d. Os parâmetros a^* e b^* representam as cores propriamente ditas e somente foram obtidas para indicação da coloração das folhas. Valores positivos dos parâmetros a^* e b^* indicam coloração vermelha e amarela e valores negativos de a^* e b^* indicam coloração verde e azul, respectivamente. O parâmetro L^* indica luminosidade (0 = negro e 100 = branco) e o ângulo da tonalidade (h°) mostra onde a cor está localizada no diagrama, onde 0° e 360° correspondem a cor vermelha, 90° a cor amarela, 180° a cor verde e 270° a cor azul. Os ângulos intermediários correspondem a uma combinação dessas cores. O chroma (C^*) indica a cromaticidade, a vivacidade da cor, representada pela distância do centro até o final do diagrama, que varia de 0 a 60 (MINOLTA, 2007).

Foram contados o número total de folhas e frutos de cada planta. A medida do comprimento das folhas foi realizada desde a inserção do pecíolo ao ápice do limbo em sentido longitudinal, com auxílio de uma régua e expresso em cm. A largura da folha foi medida no

maior comprimento transversal do limbo, também com auxílio de uma régua e expressa em cm. As folhas utilizadas para as medições de comprimento e largura foram as mesmas folhas em que foram realizadas as medidas colorimétricas e do índice de clorofila SPAD.

O comprimento e diâmetro dos frutos foram determinados com o auxílio de um paquímetro, utilizando-se a média das medidas de nove frutos totalmente maduros por planta, quando disponíveis, e escolhidos aleatoriamente na copa ou do número máximo de frutos de cada planta, quando menor que nove.

A parte aérea da planta foi desprendida do vaso no nível do substrato com auxílio de uma tesoura de poda e teve seu peso fresco obtido em balança. A cobertura de vaso foi determinada pela relação entre o peso fresco da parte aérea e a altura da planta. Ao longo do cultivo das pimenteiras foram realizadas avaliações diárias em cada planta para identificação do dia da abertura da primeira flor, sendo o resultado expresso em número de dias após o transplantio para a antese.

4.4 Análise sensorial

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa, CAAE 74062923.0.0000.5504. A análise sensorial das plantas foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal de São Carlos e o teste utilizado foi o de preferência global, com 125 avaliadores. Foi utilizada uma escala hedônica estruturada de sete pontos (7 - gostei extremamente – 1 - desgostei extremamente). Foi utilizada uma planta de cada tratamento, totalizando 15 vasos de plantas codificadas com três dígitos e a ordem de apresentação das amostras seguiu delineamento descrito por MacFie et al. (1989). Todas as plantas apresentadas estavam na maturidade comercial (pelo menos 30% dos frutos maduros).

4.5 Análise estatística

O experimento foi conduzido em esquema fatorial (3X5) em um delineamento inteiramente casualizado, sendo três protocolos de aplicação e cinco concentrações do produto, totalizando 15 tratamentos com 5 repetições de uma planta/vaso. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste “F”, ao nível de 1% ou 5% de probabilidade. As médias dos tratamentos para os dados relativos à variáveis agrônomicas e sensoriais foram comparadas pelo teste de Tukey e Scott- Knott,

respectivamente, à 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 *Características ornamentais*

A análise de variância apresentada da tabela 1, mostrou interação significativa entre as concentrações e os protocolos de aplicação de paclobutrazol para altura das plantas, altura da primeira bifurcação, diâmetros longitudinal e transversal da copa, índice de clorofila SPAD, cobertura de vaso, comprimento e largura das folhas e para o parâmetro C* da análise colorimétrica. A compacidade da copa, o número e o comprimento dos frutos, o peso fresco da parte aérea e os dias para antese foram significativamente afetados de forma isolada pelas concentrações e pelos protocolos de aplicação de PBZ. Já os parâmetros L* e h° foram afetados significativamente apenas pelas concentrações de PBZ e o número de folhas e diâmetro dos frutos apenas pelos protocolos de aplicação.

Tabela 1. Análise de variância para os parâmetros de qualidade ornamental de pimenta Biquinho Vermelha tratadas com soluções do regulador de crescimento paclobutrazol (PBZ) nas concentrações de 0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10 mg L⁻¹ (PBZ) aplicadas em três diferentes protocolos de aplicação (AP): 1-Imersão do sistema raiz mais substrato das mudas nas soluções por 10 segundos imediatamente antes do transplântio para os vasos; 2-aplicação direta no substrato de cultivo imediatamente após o transplântio para os vasos ou 3- aplicação direta no substrato de cultivo aos 30 dias após o transplântio para os vasos. As avaliações foram feitas na maturidade comercial de plantas (quando pelo menos 50% das plantas de cada tratamento apresentavam 30% dos frutos maduros).

Parâmetros avaliados	PBZ	AP	PBZ X AP
Altura das plantas	* ¹	*	*
Altura da 1ª bifurcação	*	*	*
Diâmetro longitudinal da copa	*	*	*
Diâmetro transversal da copa	NS	*	*
Compacidade da copa	*	*	NS
Número de frutos	*	*	NS
Número de folhas	NS	*	NS
Diâmetro dos frutos	NS	*	NS
Comprimento dos frutos	*	*	NS
Peso fresco da parte aérea	*	*	NS
Índice de clorofila SPAD	*	*	*
Cobertura de vaso	*	*	*
Comprimento da folha	*	*	*
Largura das folhas	*	*	*
Dias para antese	*	*	NS
Luminosidade (L*)	*	NS	NS
Cromaticidade (C*)	*	*	*
Ângulo hue (h°)	*	NS	NS

¹NS, *, não significativo e significativo à 5% de probabilidade respectivamente.

Todos os protocolos de aplicação promoveram redução na altura das plantas com a aplicação do PBZ. Essa redução foi significativa em todas as concentrações utilizadas em relação ao controle quando o PBZ foi aplicado diretamente no substrato de cultivo logo após o transplantio para os vasos (Tabela 2 e Figura 1). Entretanto, quando PBZ foi aplicado aos 30DAT, pelo mesmo método, efeito significativo na redução na altura foi observado apenas a partir da concentração de 5 mg L⁻¹ comparada com o controle (Tabela 2 e Figura 2). Já quando aplicado na forma de imersão (Tabela 2 e Figura 3), o PBZ foi efetivo em reduzir significativamente a altura das plantas (24,4%) em comparação com as plantas controle apenas na concentração mais alta (10 mg L⁻¹).

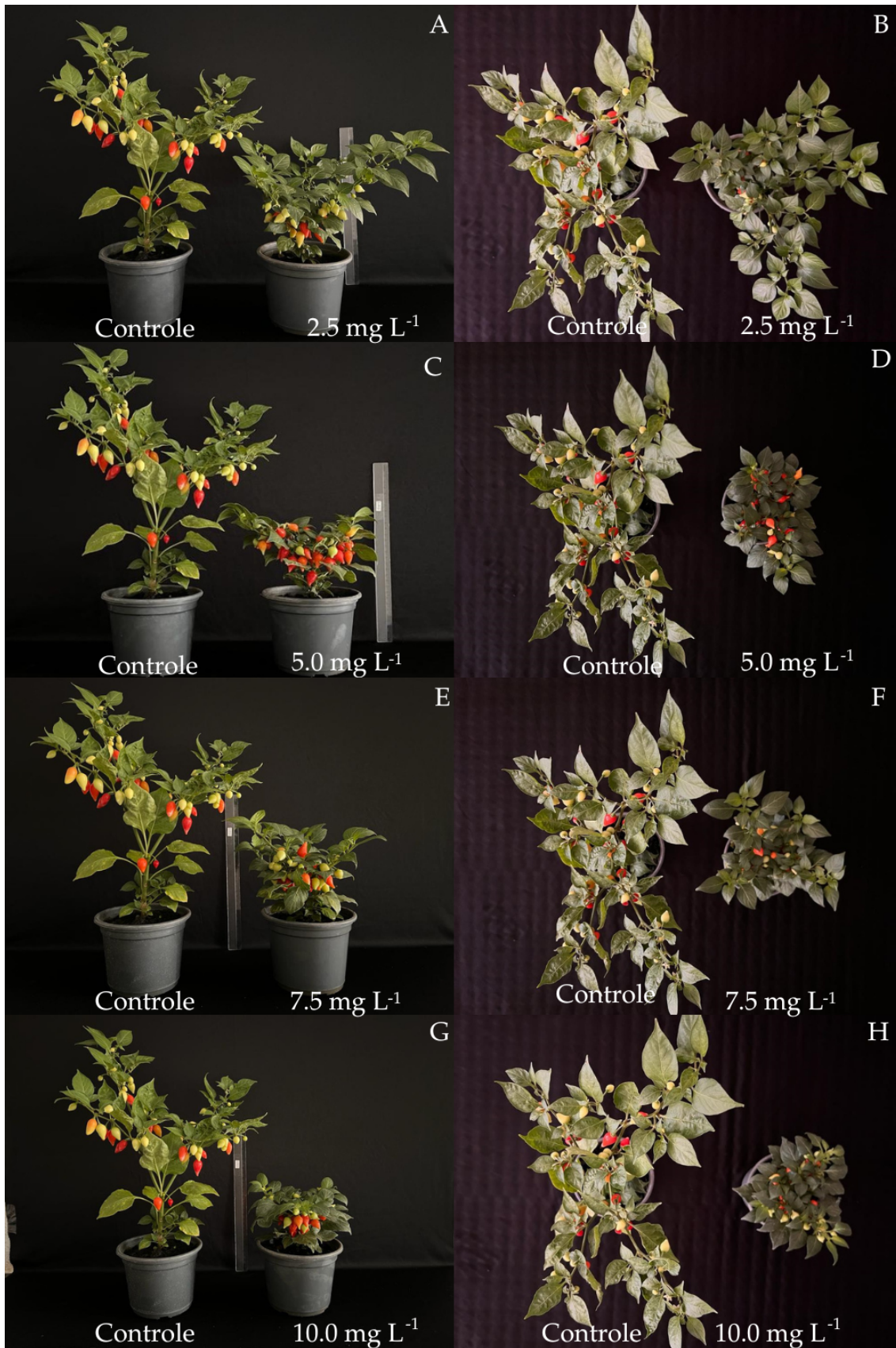


Figura 1: Aspecto geral (A, C, E, G) e vista superior da copa (B, D, F, H) de plantas controle e plantas tratadas com PBZ de Biquinho Vermelha, via aplicação direta no transplântio em concentrações de 2,5; 5,0; 7,5 e 10 mg L⁻¹.



Figura 2: Aspecto geral (A, C, E, G) e vista superior da copa (B, D, F, H) de plantas controle e plantas tratadas com PBZ de Biquinho Vermelha, via aplicação direta 30 dias após o transplântio em concentrações de 2,5; 5,0; 7,5 e 10 mg L⁻¹.



Figura 3: Aspecto geral (A, C, E, G) e vista superior da copa (B, D, F, H) de plantas controle e plantas tratadas com PBZ de Biquinho Vermelha, via imersão do conjunto raiz e substrato por 10 segundos, em concentrações de 2,5; 5,0; 7,5 e 10 mg L⁻¹.

Tabela 2. Efeito das concentrações e dos protocolos de aplicação de paclobutrazol nos parâmetros de qualidade ornamental de pimenta Biquinho Vermelha.

Parâmetros de qualidade ornamental	Protocolos de aplicação	Concentrações de PBZ (mg L ⁻¹)					CV (%)
		0	2.5	5.0	7.5	10.0	
Altura de plantas (cm)	IM	34.8 Ba	32.8 Aab	29.9 Aab	30.7 Aab	26.3 Ab	16.2
	DT	44.4 Aa	20.6 Bbc	25.5 ABb	26.5 ABb	14.3 Bc	
	D30DAT	31.4 Ba	25.1 Bab	19.0 Bb	20.3 Bb	17.7 Bb	
Altura da 1ª bifurcação (cm)	IM	8.1 Aa	7.8 ABa	6.8 ABa	7.6 ABa	6.1 Ba	19.2
	DT	9.2 Aa	6.4 Bb	5.2 Bb	5.7 Bb	4.1 Bb	
	D30DAT	8.5 Aa	8.9 Aa	8.0 Aa	8.0 Aa	8.4 Aa	
SPAD	IM	52.6 Aa	56.6 Ba	57.2 Aa	55.6 Ba	58.8 Ba	6.9
	DT	51.3 Ac	67.0 Aab	12.8 Ab	65.8 Aab	72.1 Aa	
	D30DAT	53.6 Ab	53.9 Bab	60.0 Aab	56.9 Bab	60.9 Ba	
Cobertura de vaso (g.cm ⁻¹)	IM	3.3 Aa	3.5 Ba	3.6 ABa	3.7 ABa	3.7 Ba	20.4
	DT	2.2 Ab	5.0 Aa	3.0 Bb	3.1 Bb	6.0 Aa	
	D30DAT	2.9 Ab	4.0 ABab	4.7 Aa	4.8 Aa	4.5 Ba	
Diâmetro longitudinal da copa (cm)	IM	43.6 Aa	38.6 Aa	39.0 Aa	43.1 Aa	36.2 Aa	14.7
	DT	45.3 Aa	30.2 Bb	30.5 Bb	30.4 Bb	22.6 Bb	
	D30DAT	34.10 Ba	29.3 Bab	25.4 Bb	25.2 Bb	24.4 Bb	
Diâmetro transversal da copa (cm)	IM	24.9 Ba	30.3 Aa	29.4 Aa	35.0 Aa	29.1 Aa	19.3
	DT	34.4 Aa	22.0 Bab	26.4 Ab	25.3 Bb	20.8 Bb	
	D30DAT	28.4 ABa	23.7 ABa	22.7 Aa	22.4 Ba	21.7 ABa	
Comprimento de folha (mm)	IM	59.0 Aa	57.2 Aab	53.1 ABab	55.4 ABab	50.7 Bb	6.9
	DT	56.0 Aa	48.6 Bb	48.2 Bb	50.4 Bab	47.2 Bb	
	D30DAT	55.6 Aa	61.6 Aa	57.9 Aa	56.5 Aa	57.4 Aa	
Largura de folha (mm)	IM	39.0 Aa	35.5 Bab	33.3 Bb	36.3 Aab	32.1 Bb	7.9
	DT	36.1 Aa	31.0 Cb	30.4 Bb	31.6 Bab	29.1 Bb	
	D30DAT	38.3 Aa	41.1 Aa	39.1 Aa	39.1 Aa	39.7 Aa	
Chroma (C*)	IM	19.4 ABa	19.3 Aa	17.2 Aa	17.8 Aa	16.4 Aa	11.0
	DT	21.5 Aa	13.0 Bbc	15.4 ABb	15.4 Ab	11.6 Bc	
	D30DAT	18.4 Ba	16.6 Bab	14.0 Bb	15.8 Aab	13.6 Bb	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

A aplicação do PBZ aos 30DAT produziu plantas significativamente mais baixas quando em comparação com o método de aplicação via imersão, em todas as concentrações de PBZ utilizadas, com exceção das plantas controle. O protocolo de aplicação direta de PBZ no substrato, ao transplantio ou aos 30DAT, não influenciou significativamente a altura das plantas (Tabela 2).

Nos estudos reportados aqui, plantas tratadas com paclobutrazol via aplicação direta mostraram um maior efeito na redução da altura das plantas independente do momento da aplicação, no transplantio ou aos 30DAT em comparação ao método de imersão do sistema raiz/substrato nas soluções. A aplicação direta de PBZ no substrato também se mostrou eficiente

em controlar o crescimento de pimenteiras das variedades Pitanga, Bode Amarela e de vários acessos de Bancos de Germoplasma, tanto das espécies *C. annuum* como da espécie *C. chinense* (Grossi et al., 2005, França et al., 2017; França et al., 2018; Ferreira et al., 2023), além de diversas outras plantas ornamentais de vaso (Wanderley et al., 2014; Bosch et al., 2016; Zañão et al., 2018; Sabino et al., 2021; Santos Filho et al., 2022; Bañón et al., 2023; Kurniawati et al., 2023; Tellez et al., 2023; Park and Faust, 2023).

A aplicação das soluções por esse método favoreceu a absorção das soluções de PBZ pelo sistema radicular devido a seu maior tempo de permanência no substrato de cultivo comparado ao método de imersão, em que as raízes das plantas ficaram em contato com as soluções por apenas 10 segundos.

De acordo com o padrão Veilling Holambra, PBZ produziu plantas com altura adequada para ornamentação, independente das concentrações utilizadas e dos protocolos de aplicação. Porém outros fatores além da altura também devem ser levados em consideração para o uso com essa finalidade, como boa cobertura de vaso e enfolhamento, quantidade adequada de frutos por planta e ausência de sintomas de toxidez.

Para a altura da primeira bifurcação, apenas se observou diferença significativa de todas as concentrações em relação ao controle, quando o PBZ foi aplicado diretamente no substrato de cultivo no momento do transplantio. As plantas apresentaram altura da primeira bifurcação, em média, 35,8% menor quando PBZ foi aplicado diretamente no substrato ao transplantio em comparação com a aplicação pelo mesmo método aos 30 DAT, em todas as concentrações utilizadas, à exceção do controle. Entretanto, o método de imersão produziu plantas com altura da primeira bifurcação significativamente menor que o método aos 30DAT apenas na concentração mais alta, 10 mg L⁻¹ de PBZ (Tabela 2).

Diferente da altura da planta, houve diferença entre a altura da primeira bifurcação quando se comparou a aplicação direta no substrato nos dois momentos (no transplantio e aos 30DAT). Aplicado no transplantio a altura da primeira bifurcação mostrou-se significativamente menor. As ramificações das plantas de *Capsicum* seguem um modelo de dicotomia, onde quando a planta atinge de 15 a 20 cm de altura, um ramo jovem termina com uma ou várias flores, formando a primeira bifurcação (dois novos ramos vegetativos), que emergem das axilas das folhas e continuarão crescendo até a formação de novas flores. Esse processo vegetativo se repete ao longo do período de crescimento, condicionado pela dominância apical e dependência hormonal (Ribeiro, et al., 2008). Assim, quando aplicado 30 dias após o transplantio a planta permanece um maior tempo livre da ação do PBZ na inibição da síntese de giberelina, e conseqüentemente da redução do comprimento do internódio,

permitindo com que esse primeiro ramo atinja uma maior altura antes que ocorra a primeira bifurcação.

Diferente do observado nesta pesquisa, Ribeiro et al. (2019) obtiveram sucesso na redução da altura das plantas e da primeira bifurcação em cinco de oito acessos de pimentas estudados (três acessos *C. annuum* e dois acessos *C. chinense*), aplicando PBZ pelo método de imersão por 5 segundos na concentração de 25 mg L⁻¹. Entretanto, no presente trabalho as concentrações utilizadas eram mais baixas, variando de 2,5 a 10 mg L⁻¹. Provavelmente o método de imersão seja mais efetivo em concentrações maiores, uma vez que há uma menor absorção do produto devido ao menor tempo de contato da raiz com as soluções, em comparação com o método via aplicação direta. Além disso, o estudo de Ribeiro et al (2019) mostrou um claro efeito genético na resposta quanto ao método de aplicação utilizado, tanto entre como dentre as espécies de pimentas.

Foi observado um aumento no índice de clorofila SPAD das folhas e na cobertura de vaso de plantas tratadas com PBZ. Quando houve aplicação direta no substrato de PBZ no transplantio, as folhas apresentaram-se mais verdes, com maior índice de clorofila SPAD em relação às folhas das plantas controle, independente da concentração utilizada (Tabela 2). Entretanto, quando aplicado aos 30DAT, pelo mesmo método, isso foi observado apenas quando se utilizou a concentração mais alta (10 mg L⁻¹ de PBZ). Folhas de plantas tratadas com PBZ aplicação direta no transplantio se apresentaram coloração mais verdes que quando aplicadas via imersão e aos 30DAT em todas as concentrações com exceção do controle e da concentração de 5 mg L⁻¹ de PBZ.

Assim como neste trabalho, folhas mais verdes, com maior índice de clorofila SPAD também foram relatadas em plantas de girassol e nas pimentas Biquinho Vermelha, Bode Amarela e Pitanga, (Grossi et al., 2005; Brito et al., 2016; França et al., 2018). Entretanto, esse efeito é dependente da concentração utilizada em cada modo de aplicação, sendo mais expressivo quando PBZ foi aplicado mais cedo, no momento do transplantio. Aplicado 30 dias depois, apenas a concentração mais alta foi capaz de aumentar significativamente o índice de clorofila das folhas. De acordo com Huang et al. (2019) PBZ é capaz de aumentar os índices de citocinina, e em consequência, aumentar a síntese de clorofila além de prevenir a sua degradação. O contraste entre a coloração das folhas e dos frutos é um atrativo visual aos consumidores de pimentas ornamentais (Neitzke et al., 2016). Assim, o aumento do teor de clorofila após a aplicação de PBZ, intensificando o verde, pode tornar as plantas mais atrativas para o consumidor, contribuindo com a sua comercialização.

Plantas tratadas com PBZ aplicado diretamente no substrato ao transplantio

apresentaram maior cobertura de vaso apenas na menor e maior concentração em relação ao controle, não mostrando uma relação direta das concentrações utilizadas com essa característica (Tabela 2). Entretanto, quando aplicado aos 30DAT pelo mesmo método, maior cobertura de vaso foi observada em todas as concentrações a partir de 5 mg L⁻¹. Quando o regulador foi aplicado pelo método de imersão, o aumento no índice de clorofila SPAD e na cobertura de vaso não foi significativo (Tabela 2).

A maior cobertura de vaso apresentada por plantas tratadas com PBZ via protocolo de aplicação direta aos 30DAT a partir da concentração de 5 mg L⁻¹ previne que o substrato fique aparente quando as plantas são vistas de cima (Ribeiro et al., 2019). De acordo com Park e Faust (2023) a cobertura de vaso é uma característica de medida da qualidade geral das plantas uma vez que a densidade de seu crescimento é um atributo importante de aparência. Esses autores observaram um aumento da cobertura de vaso em *Petúnia* com o aumento das concentrações de PBZ e de nitrogênio aplicadas às plantas.

PBZ reduziu o diâmetro longitudinal e transversal da copa quando aplicado diretamente no substrato, seja no transplantio ou aos 30DAT. Essa redução foi significativa quando PBZ foi aplicado diretamente no substrato ao transplantio em todas as concentrações e a partir da concentração de 5 mg L⁻¹ em relação ao controle para o diâmetro longitudinal e para o diâmetro transversal da copa, respectivamente. A aplicação 30 dias depois pelo mesmo método apenas afetou significativamente o diâmetro longitudinal da copa a partir da concentração de 5 mg L⁻¹ comparado com as plantas não tratadas. Entretanto, a aplicação de PBZ via imersão não apresentou efeito significativo em ambos os diâmetros (Tabela 2).

Comparando-se os protocolos de aplicação, não houve diferença significativa no diâmetro longitudinal das plantas em que aplicou PBZ via direta no substrato ao transplantio ou aos 30DAT, a exceção do controle. Porém, esses dois métodos produziram plantas com diâmetro longitudinal significativamente menor que aquelas em que PBZ foi aplicado pelo método de imersão (Tabela 2). O diâmetro transversal mostrou-se significativamente menor em relação ao controle apenas a partir da concentração de 5 mg L⁻¹ quando PBZ foi aplicado via direta no transplantio. Nos outros dois protocolos, não foi observada diferença significativa entre as concentrações (Tabela 2).

O menor diâmetro longitudinal da copa observado nas plantas em que PBZ foi aplicado diretamente no substrato de cultivo em todas as concentrações quando aplicado no transplantio e a partir da concentração de 5 mg L⁻¹ quando aplicado aos 30DAT em relação a plantas não tratadas corroboram com o que foi observado nas pimentas Pitanga, ENAS-5007 e ENAS-5032 (Grossi et al., 2005; Ferreira et al., 2023) e em sunflower, zinia, basil e *physalis* cultivadas em

vaso (Ahmad et al., 2015; Bosch et al., 2016; Kurniawati et al., 2023). Por ação da inibição da síntese de giberelina e a consequente redução do alongamento do internódio provocado pelo PBZ é esperado que não só a altura da planta seja reduzida, mas também o seu diâmetro. Plantas menores em altura e com menor diâmetro de copa resultam em plantas mais compactas, permitindo um maior número de plantas por metro durante o processo produtivo em casa de vegetação e nos locais de comercialização, melhorando a utilização do espaço, além de facilitar o transporte.

Com exceção das plantas controle, PBZ aplicado via direta no transplantio a partir da concentração de $2,5 \text{ mg L}^{-1}$ produziu plantas com folhas menores tanto em comprimento como em largura quando comparado à aplicação pelo mesmo método aos 30DAT. Apenas na maior concentração (10 mg L^{-1}) houve diferença significativa no comprimento das folhas entre o método de imersão e aplicação direta aos 30DAT. Nessa concentração o método de imersão produziu plantas com folhas menores em comprimento. Já em largura das folhas, comparando esses dois últimos métodos houve exceção apenas do controle e da concentração de $7,5 \text{ mg L}^{-1}$, nas demais concentrações, quando aplicado por imersão as plantas apresentaram folhas menores em largura que aquelas em que se aplicou PBZ aos 30DAT (Tabela 2).

O menor comprimento e largura das folhas das plantas em que foi aplicado PBZ via direta no transplantio é esperada pois as plantas em que a aplicação foi feita 30 dias depois tiveram um mês a mais de crescimento vegetativo antes de passarem pela ação do regulador de crescimento na inibição da síntese de giberelina. Redução do comprimento e largura das folhas de plantas tratadas com PBZ em concentrações variando de 25 a 75 mg L^{-1} em comparação com plantas controles foi observado por Ribeiro et al. (2019) em 3 e 4 dos 8 acessos de pimentas avaliados, para comprimento e largura das folhas, respectivamente. Em abacaxizeiro ornamental, plantas tratadas com PBZ tiveram redução de 64% no comprimento das folhas (Tellez et al., 2023).

Na análise instrumental da cor, as folhas de todos os tratamentos se mostraram verde-amareladas, uma vez que todos os valores de a^* foram negativos, indicando coloração verde, e todos os valores de b^* foram positivos, indicando coloração amarela (dados não mostrados). Os valores de C^* , mostraram-se significativamente menores em todas as concentrações utilizadas em relação ao controle, quando PBZ foi aplicado pelo método direto no substrato no transplantio. O mesmo foi observado nas concentrações de 5 e 10 mg L^{-1} quando PBZ foi aplicado pelo mesmo método aos 30DAT, e nenhum efeito foi observado na cromaticidade das folhas quando PBZ foi aplicado pelo método de imersão. Comparando-se os métodos de aplicação, com exceção das plantas controle, não houve diferença significativa na

cromaticidade das folhas entre os métodos de aplicação direta no transplântio e aos 30DAT, independente da concentração de PBZ utilizada (Tabela 2). Observou-se redução nos valores de L^* e aumento dos valores de h° com a aplicação de PBZ. A exceção da concentração de 7,5 mg L^{-1} , todas as concentrações de PBZ utilizadas mostraram-se significativamente menores que o controle para esses dois parâmetros (Tabela 3).

Tabela 3. Efeitos das concentrações de paclobutrazol na compacidade da copa (CC), peso fresco da parte aérea (PFr), número de frutos (NFr), comprimento dos frutos (CFr), luminosidade das folhas (L^*), ângulo hue (h°) das folhas e dias após o transplântio para antese (A) em pimenta Biquinho Vermelha.

Concentrações (mg L^{-1})	L^*	h°	CC	PFr	A	NFr	CFr
0	38,8 a	114,8 b	0,7 b	101,2 ab	38,1 c	67,9 a	22,5 ab
2,5	37,1 b	115,9 a	0,8 ab	103,3 a	39,9 bc	64,0 a	23,5 a
5,0	37,0 b	116,1 a	0,8 ab	89,6 ab	41,1 ab	56,3 a	21,8 ab
7,5	37,7 ab	115,5 ab	0,9 a	95,1 ab	42,4 a	64,7 a	21,7 ab
10,0	36,7 b	116,3 a	0,9 a	86,1 b	41,5 ab	56,5 a	21,0 b
CV (%)	3,2	0,9	14,0	15,8	5,6	19,7	9,7

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não difere entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

O parâmetro C^* ou saturação de cor, indica a pureza da cor, sendo utilizado para determinar o grau de diferença de uma tonalidade em comparação com uma cor cinza com a mesma luminosidade, no qual quanto mais altos os valores de chroma, maior é a intensidade da cor das amostras (Pathare et al., 2013). De forma geral, as plantas tratadas com PBZ via aplicação direta no substrato com base apenas nos valores de cromaticidade mostram-se com verde menos intenso com exceção daquelas tratadas aos 30DAT nas concentrações de 2,5 e 7,5 mg L^{-1} . Porém, valores de luminosidade (L^*) menores e de ângulo hue (h°) maiores, indicaram uma tonalidade de verde mais escuro e maior teor de clorofila nas folhas, respectivamente, em comparação com as folhas das plantas não tratadas. Essas alterações foram mais sutis na concentração de 7,5 mg L^{-1} o que fez com que a diferença não fosse significativa apenas nessa concentração.

Segundo Amarante et al. (2008) o valor de h° pode ser correlacionado com o teor de clorofilas em folhas, em que valores mais próximos de 180° indicam folhas com elevado teor de clorofila, e valores próximos a 90° , indicam folhas clorótica, com baixo teor de clorofila. Esses autores afirmaram que existe viabilidade técnica do uso do colorímetro na avaliação quantitativa e não destrutiva dos teores de clorofila *a*, *b* e total em folhas de macieira ‘Royal

Gala' e 'Fuji', utilizando-se a relação $h^{\circ}/(L^* \times C^*)$, sendo estes valores mais assertivos para os teores de clorofila a e total.

As copas das plantas se tornaram mais circulares com o aumento das concentrações, sendo essa diferença significativa a partir da concentração de 7,5 mg L⁻¹. Além disso, o aumento das concentrações de PBZ provocou um atraso significativo no florescimento a partir da concentração de 5,0 mg L⁻¹. Esse atraso variou de 3 a 4 dias nas concentrações de 5, 7,5 e 10,0 mg L⁻¹, em relação às plantas controle (Tabela 3). Entretanto, apesar de ter sido evidenciado atraso no início do florescimento, isso não afetou a frutificação. As plantas apresentaram, em média, 61,9 frutos. Não foi observada diferença significativa do comprimento desses frutos e do peso fresco da parte aérea em relação ao controle em nenhuma das concentrações de PBZ utilizadas (Tabela 3).

PBZ aplicado diretamente no substrato de cultivo, seja no transplantio ou aos 30DAT produziu plantas com copas mais circulares em relação às plantas em que PBZ foi aplicado pelo método de imersão (Tabela 4). A antese das plantas em que se aplicou PBZ diretamente no transplantio foi atrasada em cerca de 2 dias em relação ao método de imersão (Tabela 4). Plantas em que PBZ foi aplicado diretamente no substrato ao transplantio tiveram número de frutos significativamente menor e esses frutos foram menores em comprimento que os das plantas em que se aplicou os outros dois protocolos. Porém, a aplicação aos 30DAT produziu frutos significativamente menores em diâmetro que os frutos das plantas em que se aplicou PBZ via imersão e aplicação direta no transplantio (Tabela 4).

Tabela 4. Efeitos dos protocolos de aplicação de paclobutrazol (PA) na compacidade da copa (CC), número de frutos (NFr), número de folhas (NFo), diâmetro dos frutos (DFr), comprimento dos frutos (CFr), dias após o transplantio para a antese (A) e peso fresco da parte aérea (PFr) em pimenta Biquinho Vermelha.

PA	CC	A	NFr	LFr	DFr	NFo	PFr
IM	0,7 b	39,6 b	69,7 a	22,7 a	12,5 a	118,5 ab	108,1 a
DT	0,8 a	41,7 a	53,7 b	20,9 b	13,0 a	128,2 a	85,4 b
D30DAT	0,9 a	41,0 ab	62,2 a	22,7 a	11,2 b	101,3 b	91,6 b
CV (%)	14,0	5,6	19,7	9,7	10,1	23,0	15,8

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não difere entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Valores maiores de compacidade da copa, obtidos pela relação entre os diâmetros transversal e longitudinal e que indicam plantas com copa mais circulares e compactas somente

foram observados em concentrações maiores de PBZ, acima de 7,5 mg L⁻¹. Entretanto, aplicado previamente em concentrações mais elevadas (20 a 60 mg L⁻¹) em pimenta Biquinho Vermelha via aplicação direta aos 15DAT (França et al. 2018) e nas concentrações de 25 a 75 mg L⁻¹ aplicadas pelo método de imersão por 5 segundos em 8 acessos de pimenteiros, paclobutrazol não mostrou efeito na compacidade da copa (França et al., 2018; Ribeiro et al., 2019). A copa das plantas em que se aplicou PBZ diretamente no substrato seja no transplântio ou aos 30DAT mostraram-se mais circulares e compactas que aquelas em que o regulador foi aplicado via imersão.

Dependendo das espécies de plantas, PBZ pode atrasar ou promover o florescimento (Desta e Amare, 2021). Atrasos no florescimento de plantas tratadas com PBZ acima de 5 mg L⁻¹ em relação ao controle e entre plantas tratadas via aplicação direta no transplântio em relação ao método de imersão foram observados neste trabalho. Assim como nesta pesquisa, efeito da concentração de PBZ no atraso na antese também foi observado em plantas envasadas de zinnia e sunflower (Ahmad et al., 2015). O atraso no florescimento também observado em plantas de physalis (*P. peruviana*) tratadas com Ethephon seguido de PBZ foi atribuído por Yadava (2012) como sendo devido ao efeito da supressão do crescimento da planta. Já em platycodon não houve efeito significativo da antese em relação às concentrações de PBZ aplicadas nas quatro variedades estudadas 'Blue', 'Lavander', 'Pink' e 'White'. Em manga, o efeito normalmente é contrário, sendo comum relatos de indução e/ou adiantamento do florescimento (Chursi et al., 2008; Burondkar et al., 2013; Upreti et al., 2013; Silva et al., 2022; Rahman et al., 2023).

Apesar do atraso no início do florescimento observado a partir da concentração de 5 mg L⁻¹ esse efeito não afetou a frutificação. Porém, França et al. (2018) relataram que em doses mais elevadas, paclobutrazol causou redução drástica no número de frutos quando aplicado em pimenta Biquinho Vermelha via aplicação direta aos 15DAT. Contrariamente, nesse mesmo estudo esses autores não observaram efeito significativo no número de frutos em pimenta Bode Amarela e nos acessos 2345PB e 2334PB, mostrando haver claramente um efeito genético e de concentração em relação a essa característica. Essas variações nas respostas quanto a frutificação também foi claramente observada em oito acessos de pimentas onde PBZ foi aplicado via imersão em concentrações variando de 25 a 75 mg L⁻¹ (Ribeiro et al., 2019). Os frutos de plantas tratadas, independente da concentração utilizada, também não tiveram alteração em seu comprimento em relação a plantas não tratadas, característica desejável para ornamentação. Entretanto, a escolha do modo de aplicação é importante, uma vez que aplicado diretamente no momento do transplântio a aplicação de PBZ reduziu o número de frutos e os frutos produzidos por essas plantas foram menores em comprimento. Plantas de pimentas

ornamentais têm seus frutos como elemento decorativo principal (Ribeiro et al., 2019) e, portanto, o número e as características dos frutos produzidos são fatores relevantes na avaliação da qualidade ornamental dessas plantas.

O número de folhas foi significativamente menor nas plantas tratadas com PBZ aplicado aos 30DAT em relação a aplicação pelo mesmo método no momento do transplântio (Tabela 4). O peso fresco da parte aérea das plantas foi significativamente reduzido quando o protocolo foi feita via aplicação direta, independente do momento em que essa aplicação foi feita, em relação ao método de imersão (Tabela 4). Apesar da redução do crescimento vegetativo observada, o peso fresco da parte aérea de plantas tratadas com PBZ não se diferenciou das plantas controle, independente das concentrações utilizadas, fator que contribui para uma boa cobertura e formação da planta. Em *Petúnia*, contrariamente, se observou uma redução do peso fresco da parte aérea das plantas tratadas com o regulador (Park and Faust, 2023). Devido a menor efetividade do método de imersão na redução do crescimento vegetativo, plantas tratadas dessa forma apresentaram maior peso fresco da parte aérea em comparação com a aplicação direta, seja no transplântio ou aos 30DAT.

A redução no número de folhas das plantas tratadas com PBZ aos 30DAT em relação à aplicação direta no transplântio foi visualmente proporcional à redução da altura, não afetando o aspecto ornamental das plantas. Corroborando com os resultados encontrados nesse estudo, França et al. (2017) estudando apenas o efeito dos métodos de aplicação do PBZ, sem variação na sua concentração, também não observaram diferença significativa entre o número de folhas de pimenta Biquinho quando se aplicou PBZ diretamente no substrato de cultivo no transplântio em relação àquelas em que o regulador de crescimento foi aplicado via imersão. Porém, essa diferença existiu para a variedade Bode Amarela, onde contrariamente ao que foi observado nesse trabalho, o método de imersão mostrou-se mais efetivo, reduzindo em 68% o número de folhas comparada a aplicação direta no transplântio.

5.2 Análise sensorial

Os resultados do teste de preferência global mostraram que os avaliadores apresentaram maior preferência para as plantas em que se aplicou PBZ pelo método de imersão e aplicação direta aos 30 DAT nas duas concentrações mais baixas, 2,5 e 5,0 mg L⁻¹, além da planta controle do protocolo de aplicação aos 30DAT, onde PBZ não foi aplicado (Tabela 5). As notas obtidas pelos 125 avaliadores em todos esses tratamentos apresentaram-se como “gostei

moderadamente”.

Tabela 5. Resultados dos testes de preferência global de plantas de pimenta Biquinho Vermelha tratadas com PBZ.

Protocolos de aplicação	PBZ (mg L ⁻¹)	Preferência global
Imersão	0	4,82 b
	2,5	5,18 a
	5,0	5,54 a
	7,5	4,89 b
	10,0	4,70 c
Aplicação no transplântio	0	4,02 d
	2,5	4,85 b
	5,0	4,14 d
	7,5	4,63 c
	10,0	4,42 c
Aplicação 30DAT	0	5,42 a
	2,5	5,33 a
	5,0	5,03 b
	7,5	4,78 b
	10,0	4,36 c
CV (%)		27,4

Médias separadas pela mesma letra não difere entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Além disso, nas plantas que foram aplicadas a concentração mais alta (10 mg L⁻¹) via aplicação direta no substrato no transplântio e aos 30DAT, estão entre as notas mais baixas quanto a preferência global, juntamente com as plantas das concentrações de 5 mg L⁻¹ e o controle do protocolo de aplicação direta no transplântio. Todas essas plantas se encontram na descrição ‘nem gostei nem desgostei’. As plantas em que se aplicou as concentrações de 2,5 e 7,5 mg L⁻¹ pelo mesmo método tiveram notas intermediárias (Tabela 5).

O resultado positivo quanto a preferência global da planta controle, sem aplicação de PBZ, do protocolo de aplicação direta aos 30DAT (nota 5,42) provavelmente está associado à menor altura média das plantas (31,4 cm) em comparação com as plantas controle dos outros protocolos de aplicação.

A análise de qualidade ornamental mostra que os efeitos do paclobutrazol foram de forma geral mais expressivos nas características das plantas tratadas via aplicação direta no transplântio. Porém, duas dessas plantas tiveram notas intermediárias (4,85 e 4,63 para as concentrações de 2,5 e 7,5 mg L⁻¹ respectivamente) e três delas estão entre as notas mais baixas quanto à preferência global dos entrevistados (0, 5 e 10 mg L⁻¹). Em um estudo realizado sobre a aceitação e preferência do público consumidor de pimentas ornamentais cultivadas em vasos,

quando os entrevistados foram perguntados sobre os fatores de maior relevância considerados na hora da compra, a cor das pimentas seguido do aspecto geral da planta, foram os aspectos mais citados. O formato da planta foi apontado por apenas 4% dos entrevistados e ‘tamanho da planta’ por apenas 2% (Neitzke et al., 2016). Segundo esses autores a ocorrência simultânea de frutos de diferentes cores na mesma planta, em razão de diferentes estádios de maturação, contribui para o aspecto ornamental. Essa variabilidade de cores pode ser observada em plantas de pimenta Biquinho Vermelha na maturidade comercial, quando são encontrados frutos verdes (imaturos), amarelo-alaranjados (em fase de transição do processo de maturação) e vermelhos (maduros), sendo uma espécie de planta atrativa para fins ornamentais.

6. CONCLUSÕES

A aplicação de PBZ em plantas de pimenta Biquinho Vermelha diretamente no substrato de cultivo, seja no transplântio ou aos 30DAT é mais efetiva em regular o crescimento das plantas e em reduzir o diâmetro da copa em comparação com a aplicação via imersão do sistema raiz/substrato nas soluções. Embora os efeitos do método de aplicação de PBZ via imersão tenham sido mais brandos em agir nas características de crescimento das plantas, a análise sensorial mostrou uma maior preferência por essas plantas e por aquelas em que se aplicou PBZ aos 30DAT, quando o regulador de crescimento é aplicado em baixas concentrações.

A aplicação de PBZ diretamente no transplântio não é recomendada para pimenta Biquinho Vermelha pois além da menor preferência dos entrevistados, as plantas apresentaram reduzido número de frutos e frutos menores em comprimento, prejudicando seu valor ornamental. Assim, a aplicação de paclobutrazol via imersão do sistema raiz/substrato das mudas nas soluções ou via aplicação direta no substrato de cultivo aos 30 dias após o transplântio nas concentrações de 2,5 e 5 mg L⁻¹ produziram plantas de pimenta Biquinho Vermelha com características ornamentais atrativas, podendo ser uma alternativa de mercado para produtores de plantas ornamentais de vaso em adição aos métodos tradicionais de controle do crescimento.

7. REFERÊNCIAS

- Ahmad, I., Dole, J.M., Whipker, B.E., 2015 Paclobutrazol or uniconazole effects on ethylene sensitivity of potted ornamental plants and plugs. **Sci. Hortic.** 192, 350 - 356. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.04.032>
- Amarante, C.V.T., Steffens, C.A., Mafra, A.L., Albuquerque, J.A., 2008. Yield and fruit quality of apple orchards under conventional and organic production systems. **Pesq. Agropec. Bras.** 43, 333 - 340. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008000300007>
- Bañón, D., Ortuño, M.F., Sánchez-Blanco, M.J., Pagán, B.L., Bañón, S., 2023. Effects of Paclobutrazol and Mepiquat Chloride on the Physiological, Nutritional, and Morphological Behavior of Potted Icterina Sage under Greenhouse Conditions. **Agronom.** 13 (8), 1 - 13. <https://doi.org/10.3390/agronomy13082161>
- Benett, K.S.S; et al. Utilização de paclobutrazol na produção de mudas de tomateiro. **Comunicata Sci.** vol. 5, n. 2, pág. 164-169, 2014.
- Bosch, E., Cuquel, F.L., Tognon, G.B., 2016. Physalis size reduction for potted ornamental plant use. **Ciênc. Agrotec.** 40, 555 - 564. <http://dx.doi.org/10.1590/1413-70542016405031716>
- Bosland, P.W.; Votava, E.J. Peppers: vegetable and spice Capsicums. **Crops Production Sci. in Hortic.**, Wallingford, v.12, n.1, p.204, 2000.
- Brito, C.L.L., Matsumoto, S.N., Santos, J.L., Gonçalves, D.N., Ribeiro, A.F.F., 2016. Effect of paclobutrazol in the development of ornamental sunflower. **Rev. de Ciênc. Agrár.** 39, 153-160. <https://doi.org/10.19084/RCA15044>
- Burondkar, M.M., Rajan, S., Upreti, K.K., Reddy, Y.T.N., Singh, V.K., Sabale, S.N., Naik, M.M., Nigade, P.M., Saxena, P., 2013. Advancing Alphonso mango harvest season in lateritic rocky soils of Konkan region through manipulation in time of paclobutrazol application. **J. of Appl. Hortic.** 15, 178 - 182.

Carvalho, S.I.C., Bianchetti, L.B., Ribeiro, C.S.C., Lopes, C.A., 2006. Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil, 1 ed., 15. **EMBRAPA**, Brasília, DF.

Chursi, O., Kozai, N., Ogata, T., Higuchi, H., Yonemoto, Y., 2008. Application of Paclobutrazol for Flowering and Fruit Production of 'Irwin' Mango (*Mangifera indica* L.) in Okinawa. **Trop. Agr. Develop.** 52, 69 – 73. <https://doi.org/10.11248/jsta.52.69>

Costa, L.C., Ribeiro, W.S., Pinto, C.M.F., Silva, F.C., Finger, F.L., 2015. Quality of ornamental pepper grown in different substrates. **Acta Hortic.** 1060, 243-248. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1060.36>

Cruz, R.R.P., Pires, R.R., Guimarães, M.E.S., Dias, M.G., Pereira, A.M., Silva, T.I., Ribeiro, W.S., Grossi, J.A.S., 2022. Initial growth of *Calendula officinalis* L. plants treated with paclobutrazol. **Comun, Sci.** 13, e3924. <http://dx.doi.org/10.14295/cs.v13.3924>

Currey, C.J., Lopez, R.G., 2009. **Applying plant growth retardants for height control.** <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/ho/ho-248-w.pdf> (acesso: 05 de junho de 2024).

Data Bridge Market Research, 2022. **Global flowers and ornamental plants market – Industry trends and forecast to 2029.** <https://www.databridgemarketresearch.com/reports/global-flowers-and-ornamental-plants-market> (acesso: 21 de julho de 2024).

Desta, B., Amare, G., 2021. Paclobutrazol as a plant growth regulator. **Chem. Biol. Technol. Agric.** 8, n. 1 - 15. <http://dx.doi.org/10.1186/s40538-020-00199-z>

EMBRAPA, 2014. **Cultivares da Embrapa hortaliças (1981 – 2013)**, 1 ed., 179. Brasília, DF.

Ferreira, T.S., Pêgo, R. G., Silva, K. A. L., Xavier, M. C. G., Carmo, M. G. F., 2023. Efeitos do Paclobutrazol na produção e qualidade de pimenteiras de vaso com potencial ornamental. **DELOS: Desarrollo Local Sosten.** 16 (44), 1382 - 1401. <https://doi.org/10.55905/rdelosv16.n44-025>

França, C.F.M., Costa, L.C., Ribeiro, W.S., Mendes, T.D.C., Santos, M.N.S., Finger, F.L., 2017. Evaluation of paclobutrazol application method on quality characteristics of ornamental pepper. **Ornam. Hortic.** 23, 307 - 310. <https://doi.org/10.14295/oh.v23i3.1074>

França, C.F.M, Ribeiro, W.S., Santos, M.N.S., Petrucci, K.P.O.S., Rêgo, E.R., Finger, F.L., 2018. Growth and quality of potted ornamental peppers treated with paclobutrazol. **Pesq. Agropec. Bras.** 53, 316- 322. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018000300006>

Furlani, P.R., 1999. Hydroponic vegetable production in Brazil. **Acta Hortic.** 481, 777-778. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1999.481.98>

Grossi, J.A.S., Moraes, P.J., Tinoco, S.A., Barbosa, J.G., Finger, F.L., Cecon, P.R., 2005. Effects of paclobutrazol on growth and fruiting characteristics of 'Pitanga' ornamental pepper. **Acta Hortic.** 683, 333-336. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.683.41>

Huang, S., Luo, H., Ashraf, U., Abrar, M., He, L., Zheng, A., Wang, Z., Zhang, T., Tang, X., 2019. Seed treatment with paclobutrazol affects early growth, photosynthesis, chlorophyll fluorescence and physiology of rice. **Appl. Ecol. and Environ. Res.** 17(1), 999-1012. http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1701_9991012

Instituto Brasileiro de Floricultura (Ibafior). O mercado de flores no Brasil. 2022. Disponível em:https://www.ibraflor.com.br/_files/ugd/b3d028_2ca7dd85f28f4add9c4eda570adc369f.pdf. Acesso em: 26 abr. 2024.

Kurniawati, A., Krisantini, K., Firdausa, N.P., Suketi. K., 2023. Effect of growth regulator paclobutrazol on size fitting of basil as a potted plant. **Ornam. Hortic.** 29, 7 - 13. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v29i1.2535>

Mabvongwe, O., Manenji, B.T., Gwazane, M., Chandiposha, M., 2016. The effect of paclobutrazol application time and variety on growth, yield, and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.). **Adv. in Agric** 2016, article ID 1585463. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/1585463>

Macfie, H.J., Bratchell, N., Greenhoff, K., Vallis, L.V. 1989. Designs to balance the effect of

order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **J. of Sens. Stud.** 4, 2, 129–148. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.1989.tb00463.x>

Minim, V.P.R., 2023. **Análise sensorial descritiva**, 2ª ed. v. 1, 291. Viçosa: UFV, Minas Gerais.

Minolta Corp. 2007. **Precise Color Communication: color control from perception to instrumentation.** Konica Minolta Sensing, INC. https://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color_communication.pdf

Murdoch D.J., Chow E.D., 1996. A graphical display of large correlation matrices. **The Am. Stat.** 50, 178-180. <https://doi.org/10.1080/00031305.1996.10474371>

Neitzke, R.S., Fischer, S.Z., Vasconcelos, C.S., Barbieri, RL., Treptow, R.O., 2016. Pimentas ornamentais: recepção e comportamento do público consumidor. **Hortic. Bras.** 34, 102-109. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620160000100015>

Park, J.; Faust, J. E., 2023. Fertilization and Paclobutrazol Application for Sustainable Production and Post-production Performance of Petunia. **Horttechnology** 33, 225-232. <http://dx.doi.org/10.21273/horttech05086-22>

Pathare, P.B., Opara, U.L. and Al-Said, F.A., 2013. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. **Food and Bioprocess Technolog.**, 6, 36-60. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0867-9>

Pereira-Dias, L.; et al. Genetic diversity, populatin structure, and relationships in a collection of pepper (*Capsicum* spp.) landraces from the Spanish centre of diversity relealed by genotyping-by-sequencing (GBS). **Hortic. Research**, v. 6, n. 54, p.1-13, 2019

Pickersgill, B. 1988. The genus *Capsicum*: a multidisciplinary approach to the taxonomy of cultivated and wild plants. **Biologisches Zentrablatt.** 107: 381 – 389.

R Core Team , 2023. **_R: A Language and Environment for Statistical Computing_.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

Rademacher, W., 2000. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annu. Rev. of Plant Physiol. and Mol. Biol.** 51, 501-531. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.51.1.501>

Rady M, Gaballah S. Improving barley yield grown under water stress conditions. **Research J. of Recent Sci.** 2012;1:1–6

Rahman, M.H., Rahman, M.H., Halder, B.C., Ahmed, M., Nishi, N.J., 2023. Applying Paclobutrazol and Flower Bud Pruning Modify the Fruiting Time and Fruit Quality of 'Amrapali' Mango (*Mangifera indica* L.). **The Hortic. J.** 92, 255 - 260. <https://doi.org/10.2503/hortj.QH-061>.

Reifschneider, F.J.B., Melo, W.F., Amaro, G.B., Vilela, N.J., Henz, G.P. Ribeiro, C.S.C. (2022). Pimenta. **EMBRAPA**. Brasília, DF.

Ribeiro, C.S.C., Lopes, C.A., Carvalho, S.I.C., Henz, G.P., Reifschneider, F.J.B., 2008. Pimentas Capsicum, one ed., 202. **Embrapa Hortaliças**. Brasília, DF.

Ribeiro, W. S., Carneiro, C.S., França, C.F.M., Pinto, C.M.F., Lima, P.C.C., Finger, F.L., Costa. F.B., 2019. Paclobutrazol application in potted ornamental pepper. **Hortic. Bras.** 37, 464-468. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620190416>

Sabino, J.H.F., Grossi, J.A.S, Silva, T.I., Verly, O.M., Martins Filho, S., Barbosa, J.G., 2021. Potted platycodon production in response to paclobutrazol. **Pesqui. Agropecu. Trop.** 51, e68949. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632021v5168949>

Santos Filho, F.B., Silva, T.I., Dias, M.G., Alves, A.C.L., Grossi, A.S., 2022. Paclobutrazol reduces growth and increases chlorophyll indices and gas exchanges of basil (*Ocimum basilicum*). **Braz. J. Biol.** 82, e262364. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.262364>

Silva, L.S., Cavalcante, I.H.L., Cunha, J.G., Lobo, J.T., Carreiro, D.A., Paiva Neto, V.B., 2022. Organic acids allied with paclobutrazol modify mango tree 'Keitt' flowering. **Rev. Bras.**

Frutic. 44, e003. <https://doi.org/10.1590/0100-29452022003>

brito

Silva Neto, J.J. **Inter-relações morfológicas induzidas por paclobutrazol em Capsicum spp.** 2018. 56 f. - Curso de Agronomia, Universidade Federal Viçosa, Minas Gerais, 2018.

Soumya, P. R.; Kumar, P.; Pal, M. Paclobutrazol: a novel plant growth regulator and multi-stress ameliorant. *Indian Journal Of Plant Physiology*, [S.L.], v. 22, n. 3, p. 267-278, set. 2017.

Springer Sci. and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40502-017-0316-x>.

Orozco-Meléndez, LR, Hernández-Rodríguez, OA, Cruz-Álvarez, O., Robles-Hernández, L., Ávila-Quezada, GD. (2022). Paclobutrazol e seu uso na produção de frutas: uma revisão. *Phyton-International J. of Experimental Botany*, 91 (1), 1–12. <https://doi.org/10.32604/phyton.2022.016908>

Tellez, H.O., Bonfim, G.V., Carvalho, A.C.P.P., Azevedo, B.M., 2023. Use of paclobutrazol and ethylene in the potted production of ornamental pineapple. **Ornam. Hortic.** 29, 48 - 56. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v29i1.2525>

Upreti, K.K., Reddy, Y.T.N., Prasad, S.S., Bindu, G.V., Jayaram, H.L., Rajan, S., 2013. Hormonal changes in response to paclobutrazol induced early flowering in mango cv. Totapuri. **Sci. Hortic.** 150, 441 - 418. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.11.030>

Wanderley, C.S., Faria, R.T., Ventura, M.U., Vendrame, W., 2014. The effect of plant growth regulators on height control in potted *Arundina graminifolia* orchids. **Acta Sci.** 36, 89-494. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v36i4.18085>

Yadava, L.P., 2012. Effect of Growth Retardants on Floral Biology, Fruit Set and Fruit Quality of Cape Gooseberry (*Physalis peruviana* L.). **Am. J.of Plant Physiol.** 7, 143 - 148. <https://doi.org/10.3923/ajpp.2012.143.148>

Zanão, M.P.C., Zanão Junior, L.A., Grossi, J.A.S., Pereira, N., 2018. Potted rose cultivars with paclobutrazol drench applications. **Ciênc. Rural** 48, e20161002. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20161002>