

Estádio de maturação de frutos e influência de ácido giberélico na emergência e crescimento de *Passiflora* spp.¹

Fruit maturation stage and influence of gibberellic acid on the emergence and growth of *Passiflora* spp.

Carlos Henrique Barbosa Santos², Alírio José da Cruz Neto², Tatiana Góes Junghans³, Onildo Nunes de Jesus³ e Eduardo Augusto Girardi^{3*}

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar a emergência e crescimento inicial de plantas de *Passiflora* spp. com sementes obtidas de frutos em diferentes estádios de maturação e tratadas com diferentes concentrações de ácido giberélico (GA₃). As espécies avaliadas foram *Passiflora alata*, *P. cincinnata*, *P. setacea*, *P. edulis* e *P. gibertii*. No primeiro ensaio as sementes utilizadas foram extraídas de frutos em diferentes estádios de maturação e semeadas em sacos de polietileno no delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 3 (espécie x estágio de maturação) com cinco repetições. Um segundo e terceiro experimentos avaliaram respectivamente sementes armazenadas por 11 meses e sementes coletadas de frutos recém-colhidos das mesmas espécies, imersas em solução de GA₃ (0; 250; 500 e 1.000 mg L⁻¹) e transferidas para substrato agrícola. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 4 (espécie x concentração de GA₃), com quatro blocos e vinte e cinco sementes por parcela, para análise da emergência. Frutos a partir do estágio “de vez” podem ser colhidos para *P. cincinnata*, *P. alata*, *P. edulis* e *P. setacea*, sem prejuízo da qualidade fisiológica das sementes. A solução de GA₃ até 1.000 mg L⁻¹ não incrementou a emergência e o crescimento inicial de plantas de *Passiflora* spp. armazenadas por 11 meses. Sementes obtidas de frutos maduros recém-colhidos de *Passiflora* spp. apresentam emergência mais alta e mais rápida, e crescimento inicial de plantas, após imersão em solução de GA₃ entre 500 e 1.000 mg L⁻¹.

Palavras-chave: *Passiflora* spp.. Porta-enxerto. Propagação. Sementes. Regulador de crescimento.

ABSTRACT - The aim of this work was to evaluate emergence and initial growth in plants of *Passiflora* spp. from seeds obtained from fruit at different stages of maturation and treated with different concentrations of gibberellic acid (GA₃). The species under evaluation were *Passiflora alata*, *P. cincinnata*, *P. setacea*, *P. edulis* and *P. gibertii*. For the first trial, the seeds were extracted from fruits at different stages of maturation, and sown in polyethylene bags in a completely randomised design with a 4 x 3 factorial scheme (species x stage of maturation), with five replications. A second and third experiment evaluated respectively, seeds stored for 11 months and seeds collected from freshly picked fruit of the same species, immersed in a solution of GA₃ (0, 250, 500 and 1000 mg L⁻¹) and transferred to an agricultural substrate. The experimental design was of randomised blocks in a 5 x 4 factorial scheme (species x GA₃ concentration), with four blocks and twenty-five seeds per lot to analyse emergence. In *P. cincinnata*, *P. alata*, *P. edulis* and *P. setacea*, fruit at the pre-ripe stage can be harvested with no harm to the physiological quality of the seeds. A solution of GA₃ up to 1000 mg L⁻¹ did not increase emergence or initial growth in plants of *Passiflora* spp. stored for 11 months. Seeds from ripe, freshly picked fruit of *Passiflora* spp. display greater and faster emergence, and greater initial plant growth after soaking in a 500 to 1,000 mg L⁻¹ solution of GA₃.

Key words: *Passiflora* spp.. Rootstock. Propagation. Seeds. Growth regulator.

*Autor para correspondência

DOI: 10.5935/1806-6690.20160058

¹Recebido para publicação em 10/10/2014; aprovado em 20/01/2016

Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor; pesquisa realizada com suporte financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia/Fapesb e CAPES

²Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-BA, Brasil, 44.380-000, carlosufrb@hotmail.com, alirioneto@hotmail.com

³Embrapa Mandioca e Fruticultura, Rua, Embrapa s/nº, Caixa Postal 007, Cruz das Almas-BA, Brasil, 44.380-000, tatiana.junghans@embrapa.br, onildo.nunes@embrapa.br, eduardo.girardi@embrapa.br

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de maracujá, sendo *Passiflora edulis* Sims (maracujá amarelo ou azedo) a espécie com maior valor comercial e com representatividade de 95% nos cultivos comerciais (MELETTI, 2011). A cultura do maracujazeiro é praticada especialmente pela agricultura familiar, em função da grande demanda por mão-de-obra nas operações de cultivo, estando em franca expansão devido à maior remuneração dessa fruta.

Nos últimos anos, a cultura do maracujazeiro vem sendo afetada por diversas doenças, as quais, em alguns casos, têm limitado ou inviabilizado a produção. Pesquisas em melhoramento genético vêm tentando obter cultivares resistentes (MELETTI, 2011) e desenvolver metodologias alternativas de controle, como a enxertia de maracujazeiro azedo em espécies silvestres resistentes aos patógenos de solo (CHAVES *et al.*, 2004; JUNQUEIRA *et al.*, 2006; LENZA *et al.*, 2009; NOGUEIRA FILHO *et al.*, 2011a; NOGUEIRA FILHO *et al.*, 2011b; PIRES *et al.*, 2009; RONCATTO *et al.*, 2004).

Há, no entanto, limitações para uma propagação eficiente, entre as quais se destaca a reduzida emergência de sementes de espécies silvestres de *Passiflora* spp., em geral decorrente de dormência diferenciada, o que dificulta a produção de mudas de pés francos ou de porta-enxertos promissores. Muitas técnicas podem ser utilizadas visando a quebra da dormência, dentre elas destaca-se a escarificação que pode ser mecânica ou química, temperaturas alternadas ou aplicação de reguladores vegetais (JUNGHANS; VIANA; JUNGHANS, 2008; OSIPI; NAKAGAWA, 2005; OLIVEIRA JUNIOR *et al.*, 2010; PASSOS *et al.*, 2004).

Na germinação de sementes e emergência de plântulas, as giberelinas atuam tanto na degradação do endosperma que envolve o embrião como na ativação enzimática e na mobilização de reservas energéticas que resultam no crescimento inicial e, em algumas espécies, pode substituir o efeito da luz na germinação (BRADFORD, 2004). São poucos os estudos avaliando os efeitos de GA sobre germinação de *Passiflora* (ATAÍDE *et al.*, 2006; DELANOY *et al.*, 2006; FERRARI *et al.*, 2008; FERREIRA *et al.*, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2005). O estágio de maturação dos frutos de *Passiflora* spp. também é um importante fator que pode estar relacionado à qualidade de sementes (NEGREIROS *et al.*, 2006).

Avaliou-se nesse trabalho a emergência, o índice de velocidade de emergência e o crescimento inicial de plantas de *Passiflora* spp. a partir de sementes obtidas

de frutos em diferentes estádios de maturação e de sementes novas e armazenadas submetidas a diferentes concentrações de ácido giberélico.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de avaliação

Todos os experimentos foram realizados a campo ou em casa de vegetação na Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, BA (12° 39' 25" S, 39° 07' 27" W, 226 m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSA, com evapotranspiração potencial média anual maior do que a precipitação pluviométrica média anual, estação seca de verão, temperatura média superior a 22 °C no mês mais quente do ano e umidade relativa média anual em torno de 80%.

Material vegetal

As espécies avaliadas foram *P. edulis* Sims (HFOP-08), *P. alata* Curtis (BGP 004), *P. cincinnata* Mast. (BGP 268), *P. setacea* D.C. (BGP 238) e *P. gibertii* N.E. (BGP 008), provenientes do Banco de Ativo de Germoplasma de Maracujazeiro (BGP) da Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizado em Cruz das Almas, BA. O *P. gibertii* foi utilizado apenas nos experimentos avaliando a aplicação de GA₃ sobre emergência de plântulas (Experimentos 2 e 3).

Experimento 1 - avaliação do estágio de maturação dos frutos

Os frutos foram coletados em três estádios fenológicos ("de vez", maduro e senescente) no BGP da Embrapa Mandioca e Fruticultura. A coleta de todos os frutos foi realizada em novembro de 2011, em três a cinco plantas por espécie. Selecionaram-se amostras homogêneas de frutos por espécie e estágio, usando como critérios a massa de frutos e a relação sólidos solúveis/acidez titulável (ratio) do suco, respectivamente medidas por meio de uma balança semianalítica, com um refratômetro e determinada pela porcentagem de ácido cítrico após titulação com NaOH 0,1N. Desta maneira, *P. alata*, *P. cincinnata*, *P. edulis* e *P. setacea* apresentaram, respectivamente, frutos com massa média de 219,2; 70,6; 156,6 e 82,2 g ("de vez"), 215,4; 85,4; 148,8 e 59,8 g (maduros) e 152,2; 85,6; 153,2 e 63,0 g (senescentes) e ratio de 8,72; 2,01; 2,39 e 4,74 ("de vez"), 12,09; 1,94; 2,49 e 4,81 (maduros) e 17,29; 2,11; 2,77 e 5,85 (senescentes).

Após a colheita dos frutos e a lavagem das sementes para retirada da mucilagem, realizou-se o teste de emergência em casa de vegetação com 50% de sombreamento e temperatura média de 26 °C. A

semeadura foi realizada em sacos de polietileno de dimensões 20 cm x 12 cm e o substrato utilizado foi uma mistura de solo argiloso, esterco de curral curtido e vermiculita (3: 1: 1, v: v), apresentando os seguintes atributos químicos: pH (água) 6,3; P 700 mg dm⁻³; K 5,9; Ca 6,5; Mg 3,3; H + Al 6,9; SB 16,9; T 23,2 cmol_c dm⁻³; V 70,0 % e M.O. 69,3 g kg⁻¹. Utilizou-se microaspersão intermitente acionada por um controlador de tempo, com quatro irrigações diárias a 2 L m⁻² durante 10 min.

Observações diárias da emergência foram realizadas a partir da semeadura, sendo consideradas emergidas as plântulas com cotilédones acima do nível do substrato. Calculou-se o índice de velocidade de emergência (IVE) de acordo com Maguire (1962). O experimento foi encerrado aos 60 dias após sua instalação, quando ocorreu a estabilização da emergência.

Experimento 2 - avaliação da aplicação de GA₃ em sementes armazenadas

Utilizaram-se sementes provenientes de frutos maduros dos mesmos acessos de *Passiflora* spp. avaliados no experimento anterior e armazenadas por 11 meses em câmara fria a 10 °C e 60% de UR do Laboratório de Sementes da Embrapa Mandioca e Fruticultura. As sementes estavam contidas em embalagens de papel cobertas por saco de polietileno, contendo 100 g de sementes cada. O teor de água foi estimado com três sub-amostras de 10 sementes por acesso pelo método de estufa a 105 °C (BRASIL, 2009). As espécies e os valores de teor de umidade das sementes na instalação do experimento foram, respectivamente, *P. setacea* (8,5%), *P. cincinnata* (10,1%), *P. edulis* (9,0%), *P. gibertii* (11,0%) e *P. alata* (9,4%).

Avaliaram-se quatro concentrações de ácido giberélico (GA₃): 0, 250; 500 e 1.000 mg L⁻¹. As sementes foram retiradas da câmara fria e imersas na solução durante cinco horas, sendo em seguida transferidas para bandejas de isopor contendo 128 células. Utilizaram-se a mesma casa de vegetação e substrato descritos no Experimento 1. A irrigação foi diária e manual. Após a emergência das plantas, realizou-se controle preventivo de antracnose via pulverizações quinzenais de difenoconazol (20 mL p.c. 100 L⁻¹).

A emergência e o IVE foram calculados conforme descrito no Experimento 1. Ao final do experimento, nas espécies que apresentaram plantas suficientes para proceder à avaliação biométrica, avaliou-se o crescimento de dez plantas úteis por parcela, quanto a altura (cm) e diâmetro do caule (mm), com auxílio de régua graduada, número de folhas por planta e massa de matéria seca da parte aérea e da raiz (64 °C, 72 h).

Experimento 3 - avaliação da aplicação de GA₃ em sementes obtidas de frutos recém-colhidos

Os mesmos procedimentos descritos para o Experimento 2 foram seguidos, com sementes frescas provenientes de frutos maduros recém-colhidos. Imediatamente após a colheita dos frutos e a lavagem das sementes para retirada da mucilagem, procedeu-se à imersão nas soluções de GA₃ e semeadura.

Análise estatística

No Experimento 1, o delineamento experimental foi inteiramente ao acaso em esquema fatorial 4 x 3 (espécie x estágio de maturação), totalizando 12 tratamentos, cinco repetições e um fruto na parcela. Nos Experimentos 2 e 3, o delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 4 (espécie x concentração de GA₃), em quatro blocos e dez plantas úteis para as variáveis biométricas. Em todos os experimentos, avaliou-se a emergência e o IVE com 25 sementes por parcela, e todos os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Nas variáveis em que o efeito da concentração de GA₃ foi significativo, realizou-se a análise de regressão ($p \leq 0,05$ e 0,01), estimando-se a dose ótima e o respectivo valor estimado somente quando houve significância. Para atender a normalidade e homogeneidade da variância realizou-se transformação do tipo arco-seno da raiz quadrada em dados de porcentagem e do tipo raiz quadrada de $(x + 0,5)$ em dados de IVE.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1 - avaliação do estágio de maturação dos frutos

O estágio de maturação dos frutos de *Passiflora* spp. não influenciou a taxa de emergência nem o índice de velocidade de emergência das sementes aos 60 dias após a semeadura (Tabela 1), evidenciando que os frutos podem ser colhidos antes de estarem totalmente maduros ou mesmo após o início da senescência, sem prejuízo à emergência das sementes em substrato. Por outro lado, Junghans *et al.* (2012) observaram menor emergência das sementes obtidas em frutos “de vez” em relação aos outros estádios de maturação para a espécie *P. alata*. Quando se consideram a emergência e o IVE em função da espécie estudada, observa-se que *P. edulis*, superou todas as demais (Tabela 1), apresentando *P. cincinnata* e *P. setacea* taxas reduzidas de emergência.

Tais resultados confirmam que as sementes de espécies silvestres têm dificuldade de germinar sob as mesmas condições que as espécies cultivadas de

Tabela 1 - Emergência e índice de velocidade de emergência (IVE) em sementes de frutos de *Passiflora* obtidas de frutos em três estádios de maturação, 60 dias após a semeadura

Espécie	Emergência (%)	IVE
<i>P. alata</i>	82,33 b	19,43 b
<i>P. cincinnata</i>	3,67 d	0,75 d
<i>P. edulis</i>	98,67 a	27,06 a
<i>P. setacea</i>	11,33 c	2,79 c
Maturação	Emergência (%)	IVE
“De vez”	48,25 a	12,05 a
Maduro	48,75 a	12,62 a
Senescente	50,00 a	12,84 a
CV (%)	13,94	12,98
Valor de F		
Espécie (E)	604,96**	747,32**
Maturação (M)	0,28 ^{ns}	1,00 ^{ns}
E X M	1,15 ^{ns}	0,19 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, sendo * significativo a 5% de probabilidade, ** significativo a 1% de probabilidade e ^{ns} não significativo

maracujazeiro (FERRARI *et al.*, 2008; PÁDUA *et al.*, 2011). É necessário ampliar os estudos sobre os mecanismos de dormência de sementes nessas espécies e avaliar diferentes metodologias para sua superação, uma vez que, por serem mais tolerantes as doenças foliares e de solo, essas espécies têm potencial de uso como porta-enxerto das espécies mais suscetíveis (JUNQUEIRA *et al.*, 2006; LENZA *et al.*, 2009; NOGUEIRA FILHO *et al.*, 2011b).

Experimento 2 - avaliação da aplicação de GA₃ em sementes armazenadas

P. edulis foi a espécie com maior emergência e IVE, seguida de *P. gibertii* (Tabela 2). Para as espécies *P. alata*, *P. cincinnata* e *P. setacea*, a aplicação de GA₃ não influenciou a emergência das sementes armazenadas, que se manteve sempre inferior à de *P. edulis* e *P. gibertii*. A espécie *P. alata* apresentou emergência muito baixa, a ponto de não se dispor de plantas suficientes para as avaliações biométricas. A aplicação de GA₃ não alterou o número de folhas, o diâmetro do caule e a massa seca da parte aérea e da raiz, independentemente da concentração utilizada, sendo que as espécies *P. gibertii* e *P. edulis* se destacaram com maiores altura e diâmetro do caule (Tabela 2).

Em geral, não houve efeito significativo das concentrações de GA₃ sobre a emergência e o crescimento inicial de plântulas, independentemente da espécie avaliada, o que sugere que não há efeito desse regulador de

crescimento nas espécies avaliadas quando se empregam sementes armazenadas. Observa-se ainda que, com exceção da *P. edulis* e *P. gibertii*, todas as demais espécies avaliadas apresentaram uma emergência muito baixa, que pode ter sido atribuída à perda do vigor decorrente do armazenamento (NEGREIROS *et al.*, 2006; PADUA *et al.*, 2011), ou pela dormência característica das espécies silvestres, as quais ainda não foram domesticadas e/ou melhoradas como a espécie *P. edulis* (OLIVEIRA JUNIOR *et al.*, 2010; ZUCARELI *et al.*, 2009).

Outro fator que poderia ter influenciado no resultado foi o tempo de imersão das sementes na solução de ácido giberélico. Contudo, autores que empregaram tempo de imersão de 24 horas para sementes de *P. setacea* (PÁDUA *et al.*, 2011) e outros que utilizaram cinco horas de imersão para sementes de *P. alata* (FERREIRA *et al.*, 2005), como realizado neste trabalho, observaram de forma similar o aumento da emergência, independentemente da concentração de ácido giberélico. Assim, esses resultados corroboram para que outros fatores, principalmente aqueles relacionados à duração e condições de armazenamento, tenham influência mais expressiva sobre germinação e emergência das sementes de *Passiflora* spp..

Em *P. setacea*, Pádua *et al.* (2011) observaram que a dormência foi superada após aplicação de GA₃ quando as sementes foram armazenadas por apenas cinco meses a 4 °C, podendo ser conservadas por até oito meses em temperatura subzero. Já para sementes armazenadas por 12 meses da espécie *P. cincinnata*, Zucareli *et al.*

Tabela 2 - Emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DCA), número de folhas (NFO) e massa de matéria seca da parte aérea (MSA) e de raiz (MSR) de plantas de *Passiflora* spp. obtidas de sementes armazenadas por 11 meses em câmara fria e tratadas com quatro concentrações de ácido giberélico (GA₃), 60 dias após a semeadura

Espécie	Emergência (%)	IVE	ALT (cm)	NFO	DCA (mm)	MAS (g)	MSR (g)
<i>P. alata</i>	3,75 e	0,61 d	-	-	-	-	-
<i>P. cincinnata</i>	28,25 d	5,82 c	5,59 d	4,05 c	1,13 c	0,41 a	0,07 b
<i>P. edulis</i>	91,50 a	30,33 a	10,80 b	5,14 b	1,96 a	0,48 a	0,16 a
<i>P. gibertii</i>	68,75 b	25,52 b	16,55 a	6,60 a	1,77 b	0,42 a	0,13 a
<i>P. setacea</i>	47,27 c	3,21 cd	8,93 c	4,05 c	1,00 d	0,41 a	0,07 b
Concentração GA ₃ (mg L ⁻¹)	Emergência (%)	IVE	ALT (cm)	NFO	DCA (mm)	MSA (g)	MSR (g)
0	48,20 a	13,00 a	10,06 b	4,87 a	1,48 a	0,51 a	0,12 a
250	45,80 a	12,71 a	9,58 b	5,02 a	1,46 a	0,37 a	0,11 a
500	51,60 a	13,97 a	11,67 a	4,95 a	1,49 a	0,46 a	0,11 a
1000	46,00 a	12,69 a	110,56 ab	5,02 a	1,45 a	0,36 a	0,10 a
CV (%)	18,51	25,01	16,09	11,39	7,71	50,98	45,48
Valor de F							
Espécie (E)	116,6 **	282**	118,8**	72,9**	278,7**	4,4 ^{ns}	13,9**
Concentração (C)	0,91 ^{ns}	0,67 ^{ns}	4,52**	0,27 ^{ns}	0,47 ^{ns}	1,65 ^{ns}	0,49 ^{ns}
E X C	1,43 ^{ns}	2,14*	6,77**	1,05 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,70 ^{ns}	2,22*

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, sendo * significativo a 5% de probabilidade, ** significativo a 1% de probabilidade e ^{ns} não significativo. - não avaliado por causa da baixa emergência

(2009) obtiveram 76,8 e 75,0% de plântulas normais nas concentrações de 400 e 500 mg L⁻¹ de GA₃, respectivamente, diferindo dos resultados encontrados neste trabalho nas concentrações semelhantes, pois outros fatores como a temperatura e umidade podem ter interferido na superação de dormência das sementes dessa espécie.

Houve interações significativas entre a espécie e as concentrações de GA₃ apenas para as variáveis IVE, altura de plantas e massa seca de raiz (Tabela 3). Na medida em que se aumentou a concentração de GA₃, o IVE diminuiu para a espécie *P. edulis*, enquanto nas demais espécies, não houve efeito da concentração utilizada. Amaro *et al.* (2009) observaram aumento da velocidade média de germinação com diminuição do tempo médio desta em sementes de *P. cincinnata*, aplicando GA₄. O armazenamento causa deteriorações nos tecidos das sementes, dificultando a ação do ácido giberélico sobre o desempenho das mesmas (RIVERA *et al.*, 2011).

Maior altura de plantas foi observada em *P. gibertii* quando se utilizou 500 mg L⁻¹ de GA₃ e, em *P. setacea*, com a concentração de 1.000 mg L⁻¹. Nas demais espécies, não houve diferença na altura de plantas, independentemente da concentração de GA₃ utilizada (Tabela 3). Maior massa seca de raiz foi observada em *P. gibertii* e *P. edulis*, quando se utilizaram 250 mg L⁻¹ de GA₃, enquanto para

as demais espécies, independentemente da concentração utilizada, não houve diferença no acúmulo de matéria seca da raiz. Oliveira *et al.* (2005) também verificaram que o comprimento e fitomassa seca de raiz, de caule, de folhas e total não foram significativamente alterados com o emprego de reguladores vegetais na germinação de sementes de *P. alata*.

Experimento 3 - avaliação da aplicação de GA₃ em sementes obtidas de frutos recém-colhidos

De forma similar ao experimento anterior, *P. edulis* foi a espécie com maior emergência e IVE, seguida de *P. gibertii* (Tabela 4). No entanto, em sementes obtidas de frutos recém-colhidos, a emergência e o IVE foram em geral superiores às observadas em sementes armazenadas e que, na medida em que se aumentaram as concentrações de GA₃, observou-se efeito positivo na emergência em todas as espécies avaliadas.

Em *P. alata*, Ferreira *et al.* (2005) concluíram que a emergência de sementes não armazenadas foi superior (59%) após a extração do arilo, somada ao umedecimento do substrato com GA₃ (100 mg L⁻¹), enquanto Ferrari *et al.* (2008) verificaram que o método de embebição não afetou a emergência das sementes, mas reduziu o tempo médio de emergência com o uso de 250 mg L⁻¹ de GA₄₊₇ associado a fenilmetilaminopurina.

Tabela 3 - Desdobramentos para índice de velocidade de emergência (IVE), altura de plântulas (ALT) e massa de matéria seca de raiz (MSR) de plantas de *Passiflora* spp. obtidas de sementes armazenadas por 11 meses em câmara fria e tratadas com quatro concentrações de ácido giberélico (GA₃), 60 dias após a semeadura

Espécie	Concentração GA ₃ (mg L ⁻¹)			
	0	250	500	1000
IVE				
<i>P. alata</i>	0,35 bA	0,29 cA	1,11 cA	0,67 cA
<i>P. cincinnata</i>	4,66 bA	3,51 cA	8,83 bA	6,29 cA
<i>P. edulis</i>	30,01 aA	23,96 bAB	26,07 aAB	21,96 bB
<i>P. gibertii</i>	27,36 aA	33,31 aA	29,38 aA	31,27 aA
<i>P. setacea</i>	2,56 bA	2,52 cA	4,45 bcA	3,29 cA
Altura de plantas (cm)				
<i>P. alata</i>	-	-	-	-
<i>P. cincinnata</i>	5,67 cA	4,58 cA	5,71 cA	6,41 cA
<i>P. edulis</i>	10,28 bA	10,66 bA	12,52 bA	9,76 bA
<i>P. gibertii</i>	17,34 aB	14,68 aB	20,56 aA	13,62 aC
<i>P. setacea</i>	6,94 cB	8,41 bB	7,88 cB	12,48 abA
Massa seca de raiz (g)				
<i>P. alata</i>	-	-	-	-
<i>P. cincinnata</i>	0,10 aA	0,03 bA	0,09 aA	0,06 aA
<i>P. edulis</i>	0,13 aAB	0,22 aA	0,12 aB	0,14 aAB
<i>P. gibertii</i>	0,13 aA	0,14 aA	0,14 aA	0,13 aA
<i>P. setacea</i>	0,10 aA	0,03 bA	0,09 aA	0,06 aA

Médias seguidas por mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). – não avaliado devido à baixa emergência

Considerando as variáveis biométricas, plantas de *P. gibertii* apresentaram a maior altura, número de folhas, diâmetro do caule e massa de matéria seca, seguidas de *P. edulis*, sendo que plantas de *P. alata*, *P. cincinnata* e *P. setacea* foram menores (Tabela 4). A concentração de 1.000 mg L⁻¹ de GA₃ resultou em maior emergência, IVE e número de folhas, em todas as espécies avaliadas, enquanto a concentração de 500 mg L⁻¹ resultou em maiores altura de planta e massa seca da parte aérea. Resultados semelhantes foram encontrados por Passos *et al.* (2004) com a dose 1.000 mg L⁻¹ de ácido giberélico na superação da dormência de sementes de *P. nitida* Kunth.

Para todas as variáveis analisadas neste experimento houve interação significativa entre a espécie de maracujazeiro e a concentração de GA₃ (Tabela 4). Por outro lado, quando as sementes avaliadas foram armazenadas por 11 meses, a interação foi significativa apenas para IVE, altura de plantas e massa seca de raiz. Isso deve ter ocorrido porque provavelmente o armazenamento teve um efeito negativo na viabilidade e no vigor das sementes e, conseqüentemente, nas suas

respostas fisiológicas, neste caso, observa-se que o ácido giberélico não influenciou na germinação, o que sugere que outros fatores estão envolvidos no processo.

O armazenamento é um dos principais fatores que afetam o vigor, reduzindo o potencial fisiológico das sementes sobre sua emergência e o desenvolvimento das plântulas, que por sua vez decorrem da interação entre atributos fisiológicos das sementes com as condições do ambiente (CARVALHO, NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2005).

As maiores taxas de emergência observadas em *P. edulis* foram alcançadas após a imersão das sementes em soluções de 250 a 1.000 mg L⁻¹ de GA₃ (Tabela 5). A concentração de 500 mg L⁻¹ proporcionou maior emergência de plantas de *P. alata*, enquanto em *P. setacea* a melhor resposta foi decorrente da aplicação de 1.000 mg L⁻¹. Em *P. gibertii*, a concentração de 250 mg L⁻¹, também proporcionou melhor emergência estimada das sementes (81,70%). Apesar da expressiva variação de efeitos das concentrações de GA₃ sobre as variáveis biométricas em cada espécie avaliada, de modo geral o crescimento inicial relacionou-se diretamente à concentração aplicada (Tabela 5).

Tabela 4 - Emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), altura de plantas (ALT), número de folhas (NFO), diâmetro do caule (DCA) e massa de matéria seca da parte aérea (MSA) e de raiz (MSR) de plantas de *Passiflora* spp. obtidas de sementes coletadas de frutos recém-colhidos e tratadas com quatro concentrações de ácido giberélico (GA₃), 60 dias após a semeadura

Espécie	Emergência (%)	IVE	ALT (cm)	NFO	DCA (mm)	MAS (g)	MSR (g)
<i>P. alata</i>	66,25 bc	13,76 c	4,58 d	6,68 a	1,78 b	0,40 b	0,15 b
<i>P. cincinnata</i>	62,00 c	5,55 d	5,73 c	3,88 c	1,14 c	0,38 b	0,07 d
<i>P. edulis</i>	85,00 a	27,27 a	11,24 b	5,14 b	1,99 a	0,50 a	0,18 a
<i>P. gibertii</i>	69,25 b	18,79 b	17,02 a	6,68 a	1,78 b	0,40 b	0,15 b
<i>P. setacea</i>	49,00 d	2,87 d	2,82 e	2,51 d	0,66 d	0,32 c	0,13 c
Concentração GA ₃ (mg L ⁻¹)	Emergência (%)	IVE	ALT (cm)	NFC	DC (mm)	MSPA (g)	MSR (g)
0	56,40 c	11,11 c	8,24 b	5,02 ab	1,54 a	0,38 b	0,12 c
250	67,00 b	14,33 ab	7,40 c	4,78 c	1,43 c	0,40 b	0,16 a
500	69,00 ab	12,56 bc	9,92 a	4,94 ab	1,51 ab	0,44 a	0,13 b
1000	72,80 a	16,59 a	7,71 bc	5,23 a	1,44 bc	0,38 b	0,13 b
CV (%)	7,57	22,96	32,01	26,32	18,20	31,03	39,60
VALOR de F							
Espécie (E)	107,3**	160,5**	758,7**	300,6**	673,3**	44,0**	92,6**
Concentrações (C)	39,18**	11,40**	34,87**	3,96**	7,88**	11,0**	24,46*
E X C	3,29**	3,55**	14,44**	2,21**	2,91**	4,28**	5,32**

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, sendo * significativo a 5% de probabilidade, ** significativo a 1% de probabilidade e ^{ns} não significativo

Tabela 5 - Equações de regressão, coeficientes de determinação, dose ótima no intervalo avaliado e valores estimados da emergência (%), índice de velocidade de emergência (IVE), altura da planta (cm), diâmetro do caule (mm), número de folhas, massa seca da parte aérea e da raiz (g), de *Passiflora* spp. em função de quatro concentrações de GA₃ (g L⁻¹) em sementes recém coletadas

Espécie	Equação	R ² (%)	Dose ótima (x)	Valor estimado
Emergência				
<i>P. alata</i>	$\hat{y}^{**} = 58,26 + 0,04x - 3E-05x^2$	93,95	666,67	70,26
<i>P. cincinnata</i>	$\hat{y}^* = 59,20 + 0,0064x$	86,15	1000,00	65,60
<i>P. edulis</i>	$\hat{y}^{**} = 72,02 + 0,07x - 5E-05x^2$	83,52	714,29	97,01
<i>P. gibertii</i>	$\hat{y}^{**} = 59,60 + 0,0221x$	81,93	1000,00	81,70
<i>P. setacea</i>	$\hat{y}^{**} = 40 + 0,0206x$	98,90	1000,00	60,60
IVE				
<i>P. alata</i>	$\hat{y}^* = 12,93 + 0,0019x$	71,80	1000,00	14,83
<i>P. cincinnata</i>	$\hat{y}^{ns} = 4,79 + 0,004x - 3E-06x^2$	99,93	-	-
<i>P. edulis</i>	$\hat{y}^{**} = 22,84 + 0,0101x$	75,42	1000,00	32,94
<i>P. gibertii</i>	$\hat{y}^{**} = 14,59 + 0,0096x$	45,22	1000,00	24,19
<i>P. setacea</i>	$\hat{y}^{ns} = 2,58 - 0,0004x + 1E-06x^2$	87,85	-	-
Altura de Plantas				
<i>P. alata</i>	$\hat{y}^* = 3,82 + 0,0017x$	89,37	1000,00	5,52
<i>P. cincinnata</i>	$\hat{y}^{ns} = 5,33 - 0,0013x + 3E-06x^2$	82,61	-	-
<i>P. edulis</i>	$\hat{y}^* = 10,99 + 0,0053x - 6E-06x^2$	23,24	883,33	10,99
<i>P. gibertii</i>	$\hat{y}^{**} = 16,22 + 0,011x - 12E-06x^2$	25,60	458,33	18,74
<i>P. setacea</i>	$\hat{y}^* = 2,12 + 0,0061x - 6E-06x^2$	98,71	508,33	3,67

Continuação da Tabela 5

Diâmetro do Caule				
<i>P. alata</i>	$\hat{y}^{ns} = 1,81 - 0,000055x$	5,13	-	-
<i>P. cincinnata</i>	$\hat{y}^{ns} = 1,071 + 0,000133x$	90,02	-	-
<i>P. edulis</i>	$\hat{y}^* = 2,07 - 0,000161x$	68,09	1000,00	1,91
<i>P. gibertii</i>	$\hat{y}^{ns} = 1,81 - 0,000055x$	5,13	-	-
<i>P. setacea</i>	$\hat{y}^{ns} = 0,74 - 0,00035x + 2E-07x^2$	95,77	-	-
Número de Folhas				
<i>P. alata</i>	$\hat{y}^* = 6,76 - 0,0021x + 2E-06x^2$	82,94	525,00	6,21
<i>P. cincinnata</i>	$\hat{y}^* = 3,52 + 0,00065x$	65,40	1000,00	4,17
<i>P. edulis</i>	$\hat{y}^{ns} = 5,25 - 0,0008x + 1E-06x^2$	27,19	-	-
<i>P. gibertii</i>	$\hat{y}^* = 6,76 - 0,0021x + 2E-06x^2$	82,94	525,00	6,21
<i>P. setacea</i>	$\hat{y}^{ns} = 2,58 - 0,0009x + 1E-06x^2$	98,81	-	-
Massa seca da parte aérea				
<i>P. alata</i>	$\hat{y}^* = 0,37 + 0,0002x - 2E-07x^2$	43,38	500,00	0,42
<i>P. cincinnata</i>	$\hat{y}^* = 0,34 + 0,0002x - 2E-07x^2$	18,16	500,00	0,39
<i>P. edulis</i>	$\hat{y}^{**} = 0,54 + 0,0002x - 2E-07x^2$	94,49	500,00	0,55
<i>P. gibertii</i>	$\hat{y}^* = 0,37 + 0,0002x - 2E-07x^2$	43,38	500,00	0,42
<i>P. setacea</i>	$\hat{y}^{**} = 0,284 + 0,0003x - 2E-07x^2$	46,16	750,00	0,39
Massa seca da raiz				
<i>P. alata</i>	$\hat{y}^{**} = 0,13 + 0,0001x - 1E-07x^2$	61,08	500,00	0,16
<i>P. cincinnata</i>	$\hat{y}^* = 0,051 + 0,000097x - 8E-08x^2$	44,00	606,25	0,08
<i>P. edulis</i>	$\hat{y}^{ns} = 0,174 + 0,00002x$	2,93	-	-
<i>P. gibertii</i>	$\hat{y}^* = 0,13 + 0,0001x - 1E-07x^2$	61,08	500,00	0,16
<i>P. setacea</i>	$\hat{y}^{ns} = 0,13 - 0,000002 - 5E-09x^2$	1,82	-	-

** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F. ns não significativo a 5% de probabilidade. ¹baseado na média dos valores observados. - não estimado

Apesar de terem sido conduzidos separadamente, uma análise conjunta dos três experimentos permite inferir que *P. edulis* apresenta uma elevada taxa de emergência de sementes independente do estágio de maturação, tempo de armazenamento e aplicação de ácido giberélico. Por outro lado, *P. alata*, *P. setacea* e *P. cincinnata* apresentaram taxas muito variadas de emergências entre os experimentos, mesmo quando avaliadas em condições similares de tratamento. Por exemplo, *P. cincinnata* apresentou valores médios de 3,67; 28,25 e 62,0% de emergência em sementes obtidas de frutos maduros, na ausência de GA₃, respectivamente nos experimentos 1, 2 e 3. Essa avaliação, contrastante ao que se observa em *P. edulis*, possivelmente resulta do estado silvestre destas espécies que ainda não passaram por processo de seleção e melhoramento genético.

O conjunto dos resultados observados nestes experimentos confirma que, em um mesmo grupo genético, nem todas as espécies, variedades ou sementes individuais

comportam-se de maneira semelhante no mesmo período de tempo, sob ampla faixa de condições experimentais, pois, a influência do fator ‘espécie’ exerce função determinante e está associada a conhecimentos básicos sobre a fisiologia de sementes e das condições que interferem no seu comportamento (MARCOS FILHO, 2005).

CONCLUSÕES

1. Frutos de *Passiflora alata*, *P. cincinnata*, *P. edulis* e *P. setacea* podem ser colhidos nos estádios “de vez”, maduro e senescente visando o fornecimento de sementes para multiplicação de plantas sem prejuízo à emergência;
2. A imersão de sementes armazenadas por 11 meses em câmara fria em soluções de GA₃ até 1.000 mg L⁻¹ não aumentou a emergência e o crescimento inicial de plantas de *Passiflora* spp.;

3. Sementes frescas obtidas de frutos maduros recém-colhidos de *Passiflora alata*, *P. cincinnata*, *P. edulis*, *P. gibertii* e *P. setacea* apresentam emergência mais elevada e mais rápida, além de maior crescimento inicial de plantas, após a imersão em solução de GA₃ entre 500 e 1.000 mg L⁻¹.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo do primeiro autor; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb), pelo auxílio à pesquisa (Termo de Outorga RED0004/2012); à Embrapa Mandioca e Fruticultura, pelo apoio técnico; ao pesquisador Dr. Eder Jorge de Oliveira, pelo fornecimento do material vegetal.

REFERÊNCIAS

- AMARO, A. C. E. *et al.* Combinações entre GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina e ethephon na germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 195-202, 2009.
- ATAÍDE, E. M. *et al.* Efeito de giberelina (GA₃) e do bioestimulante 'Stimulate' na indução floral e produtividade do maracujazeiro-amarelo em condições de safra normal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 343-346, 2006.
- BRADFORD, K. J. **Seed production and quality**. Davis: University California, 2004, 134 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA : ACS, 2009. 395 p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.
- CHAVES, R. C. *et al.* Enxertia de maracujazeiro-azedo em estacas herbáceas enraizadas de espécies de passifloras nativas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 120-123, 2004.
- DELANOY, M. *et al.* Germination of *Passiflora mollissima* (Kunth) L. H. Bailey, *Passiflora tricuspidata* Mast. and *Passiflora nov* sp. seeds. **Scientia Horticulturae**, v. 110, n. 2, p. 198-203, 2006.
- FERRARI, T. B. *et al.* Emergência de sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis): fases e efeito de reguladores. **Biotemas**, v. 21, n. 3, p. 65-74, 2008.
- FERREIRA, G. *et al.* Efeito de arilo na emergência de sementes de *Passiflora alata* Curtis em diferentes substratos e submetidas a tratamentos com giberelina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 277-280, 2005.
- JUNGHANS, T. G. *et al.* Estádios de maturação do fruto na emergência de plântulas de *Passiflora alata*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: SBF, 2012. p. 5936-5939.
- JUNGHANS, T. G.; VIANA, A. J. C.; JUNGHANS, D. T. Remoção parcial do tegumento na germinação *in vitro* e *ex vitro* de sementes de *Passiflora gibertii* N. E. Brown. **Magistra**, v. 20, n. 3, p. 231-235, 2008.
- JUNQUEIRA, N. T. V. *et al.* Reação a doenças e produtividade de um clone de maracujazeiro-azedo propagado por estaquia e enxertia em estacas herbáceas de *Passiflora* silvestre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 97-100, 2006.
- LENZA, J. B. *et al.* Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro propagadas por enxertia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 1135-1140, 2009.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection in evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.
- MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 83-91, 2011.
- NEGREIROS, J. R. S. *et al.* Influência do estágio de maturação e do armazenamento pós colheita na germinação e desenvolvimento inicial do maracujazeiro amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 21-24, 2006.
- NOGUEIRA FILHO, G. C. *et al.* Florescimento e produção de maracujazeiro-amarelo obtido por enxertia hipocotiledonar em Jaboticabal-SP e Araguari-MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 227-236, 2011a.
- NOGUEIRA FILHO, G. C. *et al.* Produção de mudas de maracujazeiro-amarelo por enxertia hipocotiledonar sobre sete espécies de passifloras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 237-245, 2011b.
- OLIVEIRA JÚNIOR, M. X. *et al.* Superação de dormência de maracujá-do-mato (*Passiflora cincinnata* Mast.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 584-590, 2010.
- OLIVEIRA, A. *et al.* Efeito de reguladores vegetais no desenvolvimento de mudas de *Passiflora alata* Curtis. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 9-13, 2005.
- OSIPI, E. A. F.; NAKAGAWA, J. Efeito da temperatura na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryander). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 179-181, 2005.
- PÁDUA, J. G. *et al.* Emergência de sementes de *Passiflora setacea* e dormência induzida pelo armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 1, p. 80-85, 2011.
- PASSOS, I. R. S. *et al.* Utilização do ácido giberélico para a quebra de dormência de sementes de *Passiflora nítida* Kunth germinadas *in vitro*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 380-381, 2004.

PIRES, M. C. *et al.* Enxertia de progênies de maracujazeiro-roxo australiano em espécies nativas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 823-830, 2009.

RIVERA, A. A. C. *et al.* Efeito do ácido giberélico na qualidade fisiológica de sementes redondas de milho doce, sob diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 10, n. 3, p. 247-256, 2011.

RONCATTO, G. *et al.* Comportamento de maracujazeiros (*Passiflora* spp.) quanto à morte prematura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 552-554, 2004.

ZUCARELI, V. *et al.* Fotoperíodo, temperatura e reguladores vegetais na emergência de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 3, p.106-114, 2009.