



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**ÁCIDO GIBERÉLICO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES, VIGOR
DE PLÂNTULAS E CRESCIMENTO INICIAL DE MARACUJAZEIRO
AMARELO**

CARLOS ALAN COUTO DOS SANTOS

CRUZ DAS ALMAS – BAHIA

DEZEMBRO – 2009

**ÁCIDO GIBERÉLICO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES, VIGOR DE
PLÂNTULAS E CRESCIMENTO INICIAL DE MARACUJAZEIRO AMARELO**

CARLOS ALAN COUTO DOS SANTOS

Engenheiro Agrônomo

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2007.

Dissertação submetida ao Colegiado de Curso do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Elvis Lima Vieira

Co-orientador: Prof. Dr. Clovis Pereira Peixoto

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA - 2009

FICHA CATALOGRÁFICA

S237 Santos, Carlos Alan Couto dos.

Ácido giberélico na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial de maracujazeiro amarelo/ Carlos Alan Couto dos Santos.. - Cruz das Almas, BA, 2010.

76 f.: il.

Orientador: Elvis Lima Vieira

Co-Orientador: Clóvis Pereira Peixoto

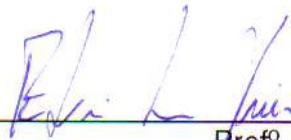
Dissertação (Mestrado) – . Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

1. Maracujazeiro amarelo – germinação. 2. Ácido giberélico - maracujá. 3. Maracujá – crescimento. 4. Maracujá – germinação. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Título.

CDD 634.425

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
CARLOS ALAN COUTO DOS SANTOS**



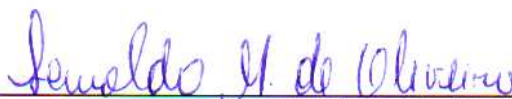
Prof.º Dr. Elvis Lima Vieira

Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas - UFRB
(Orientador)



Prof.º Dr. Paulo Araquém Ramos Cairo

Departamento de Fitotecnia e Zootecnia - UESB



Prof.º Dr. Lenaldo Muniz de Oliveira

Departamento de Ciências Biológicas - UEFS

Dissertação homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Ciências Agrárias em

Conferindo o Grau de Mestre em Ciências Agrárias em

DEDICATÓRIA

À Deus por iluminar os meus caminhos.

Ao meu pai José Carlos Couto e à minha mãe Maria José Del Pezzo pela educação, amor e apoio.

Ao grande amor da minha vida, a minha esposa Adna Couto, pelo amor, dedicação e cuidado.

À minha filha Isabelle Couto, que trouxe muita alegria à minha vida.

Sem eles, eu não estaria realizando este sonho.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, pela proteção e cuidado.

Ao orientador Professor Dr. Elvis Lima Vieira, pela orientação, ensinamentos, amizade, paciência, confiança e apoio durante toda a execução desse trabalho.

Ao co-orientador Professor Dr. Clovis Pereira Peixoto, pela orientação, ensinamentos, amizade e colaboração no trabalho.

Aos meus pais, pela educação dada, confiança, estímulo, carinho e apoio em todas as minhas decisões.

A minha esposa Adna Couto pelo amor, dedicação e cuidado.

As minhas irmãs Selma, Sandra, Celi e Leila pelo apoio e incentivo.

A Sra. Nória Lima e toda sua família pela ajuda, apoio e consideração.

A todos meus familiares pelo estímulo e por torcerem sempre pelo meu sucesso.

Aos colegas de trabalho do Instituto Adventista de Ensino do Nordeste (IAENE): Iamazaque Paulino, Marlice Neves, Milse Reis, Simone C. Liedke Bravo, Felipe Amorim e Emerson Rocha pelo apoio e torcida.

A UFRB pela oportunidade de realização do curso.

A Stoller do Brasil – Divisão Arbore Ltda, pelo fornecimento do regulador vegetal (GA₃).

Aos professores da pós-graduação, pelos ensinamentos valiosos transmitidos. Em especial ao Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo e Dr. Anacleto Ranulfo dos Santos pela ajuda constante e colaboração nos trabalhos.

Ao amigo Jorge de Almeida pela nova amizade conquistada e parceria nas pesquisas.

Aos colegas Cleiton Almeida, Patrícia da Silveira, Gisele Machado, Cícera Régis e Denis Benjamim pela ajuda na realização dos trabalhos.

A todos...

Muito Obrigado.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO.....	01
Capítulo 1	
ÁCIDO GIBERÉLICO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E VIGOR DE PLÂNTULAS DE MARACUJAZEIRO AMARELO.....	19
Capítulo 2	
CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE MARACUJAZEIRO AMARELO SUBMETIDAS À PULVERIZAÇÃO FOLIAR COM GIBERELINA.....	36
Capítulo 3	
CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE MARACUJAZEIRO AMARELO SUBMETIDAS À PRÉ-EMBEBIÇÃO DE SEMENTES E PULVERIZAÇÃO FOLIAR COM GIBERELINA	51
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67

ÁCIDO GIBERÉLICO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES, VIGOR DE PLÂNTULAS E CRESCIMENTO INICIAL DE MARACUJAZEIRO AMARELO

Autor: Carlos Alan Couto dos Santos

Orientador: Prof. Dr. Elvis Lima Vieira

Co-orientador: Prof. Dr. Clovis Pereira Peixoto

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar a ação da giberelina líquida (4% de ácido giberélico - GA₃), na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial de maracujazeiro amarelo. Para o Teste Padrão de Germinação, sementes de maracujazeiro amarelo foram pré-embebidas, por seis horas, em giberelina nas seguintes concentrações: 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 mL do produto por litro de solução e água destilada como controle, contendo 20,0; 40,0; 80,0; 160,0 e 0,0 mg GA₃ L⁻¹ de solução, respectivamente. Avaliou-se, em papel de germinação, a percentagem de germinação, plântulas normais na primeira contagem, plântulas anormais, sementes mortas, sementes firmes, comprimento de raiz, de caule e total de plântulas e em areia, o índice de velocidade de emergência (IVE). Para avaliar a ação do produto, via pulverização foliar, no crescimento inicial, o regulador vegetal foi testado em dois grupos de plantas: nas oriundas de sementes pré-embebidas por seis horas (soluções contendo 20,0; 40,0; 80,0; 160,0 e 0,0 mg GA₃ L⁻¹ de solução) e em plantas oriundas de sementes sem pré-embebição. Inicialmente, sementes foram semeadas em sacos de polietileno com capacidade de 2 kg, contendo areia lavada. Aos 40 DAS o regulador vegetal foi aplicado pulverizado nas plantas, durante sete dias consecutivos e aos 70 DAS registrou-se: comprimento da raiz, de caule e total, o número de folhas, a massa seca da raiz, folhas, parte aérea e total das plantas. Em todas as etapas, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições. Conclui-se que o ácido giberélico exerce efeitos positivos sobre a germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial do maracujazeiro amarelo.

Palavras-chave: *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg, crescimento, embebição de sementes, fitoregulador, pulverização foliar.

GIBBERELIC ACID IN SEED GERMINATION, SEEDLING VIGOR AND INITIAL GROWTH OF YELLOW PASSION FRUIT

Author: Carlos Alan Couto dos Santos

Adviser: Dr. Elvis Lima Vieira

Co-adviser: Dr. Clovis Pereira Peixoto

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the mode of action of gibberellin (4% gibberellic acid - GA₃) on seed germination, seedling vigor and early growth of yellow passion fruit. For the standard germination test, seeds of passion fruit were pre-soaked for six hours in gibberellin in the following concentrations: 0,5; 1,0; 2,0 and 4,0 mL of product per liter of solution and water served as control, containing 20,0; 40,0; 80,0; 160,0 and 0,0 mg GA₃ L⁻¹ solution, respectively. It was evaluated on germination paper, the percentage of germination of normal seedlings in the first count, abnormal seedlings, dead seeds, firm seeds, root, stem and number of seedlings and sand, the index of germination speed (IVE). To evaluate the action of the product, by foliar sprays, the initial growth, the plant growth regulator was tested in two groups of plants: on seeds pre-soaked for six hours (solutions containing 20,0; 40,0; 80,0; 160,0 and 0,0 mg GA₃ L⁻¹ solution) and in plants grown from seeds without pre-soaking. Initially, seeds were sown in polyethylene bags with a capacity of 2 kg of washed sand. At 40 DAS the plant growth regulator was sprayed on the plants used for seven consecutive days and at 70 DAS was recorded: length of root, stem and total leaf number, dry mass of roots, leaves, shoots and total plants. At all stages, a completely randomized design with five treatments and four replications. It is concluded that gibberellic acid has positive effects on seed germination, seedling vigor and early growth of yellow passion fruit.

Keywords: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg., growth, soaking of seeds, growth crop regulator, foliar spray.

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro é originário da América Tropical e possui mais de 150 espécies nativas do Brasil. As espécies mais cultivadas no Brasil e no mundo são o maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg), maracujazeiro roxo (*Passiflora edulis* Sims) e o maracujazeiro doce (*Passiflora alata*) (FILHO, 2008).

Centro de origem de um grande número de espécies da família Passifloraceae, o Brasil tem o maracujazeiro amarelo como o seu principal representante. A espécie *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg (maracujazeiro amarelo), gênero *Passiflora*, ocupa 95% dos pomares comerciais do país (MELETTI e MAIA, 1999). O Brasil é o principal produtor mundial de maracujá, com aproximadamente 45.327 ha (IBGE, 2006) plantados e uma produção, em 2006, de 615.196 mil toneladas de frutos (AGRIANUAL, 2006).

Apesar de ser o principal produtor, a produtividade média nacional é de 6 a 12 t ha⁻¹, em regime de sequeiro (IBGE, 2006), a qual pode ser considerada baixa, quando comparada à do Havaí, que apresenta, em média, produtividade de 50 t ha⁻¹ (RUGGIERO et al., 1996).

Dentre as regiões produtoras do Brasil, destacam-se a Sudeste e a Nordeste, sendo os principais estados produtores: Bahia, Espírito Santo, São Paulo, Rio de Janeiro, Ceará e Sergipe. Atualmente, o agronegócio com maracujá no Brasil gera R\$ 500 milhões anuais e 250 mil empregos, podendo absorver mão-de-obra entre cinco e seis pessoas (direta e indiretamente) por hectare, durante dois anos (EMBRAPA, 2008).

Em relação ao mercado internacional, a Europa importa 90% do suco concentrado produzido no Brasil. O mercado internacional de maracujá é considerado emergente, necessitando apenas de uma garantia de continuidade e fornecimento ao longo dos anos (RUGGIERO et al., 1996). Entre as espécies mais difundidas e cultivadas comercialmente estão o maracujazeiro amarelo,

maracujazeiro roxo e o maracujazeiro doce (BRUCKNER,1997; SILVA e SÃO JOSÉ, 1994; SOUSA e MELETTI, 1997).

O maracujazeiro amarelo apresenta elevado potencial produtivo em regiões tropicais e subtropicais, por apresentar grande diversidade de aptidão edafoclimática (CARVALHO et al., 1999). A cultura do maracujazeiro amarelo possui grande importância devido à qualidade de seus frutos, que possuem elevadas concentrações de sais minerais e vitaminas A e C, podendo ser destinados para o consumo “in natura” ou na fabricação de sucos e doces (RAMOS et al., 2002).

O gênero *Passiflora* compreende plantas que podem se apresentar como ervas ou arbustos de hastes cilíndricas ou quadrangulares, angulosas, suberificadas, glabras ou pilosas. Seus representantes diferem dos outros gêneros pela presença de cinco estames, cinco pétalas e cinco sépalas, pelo ginandróforo ereto com estames de extremidades livres e com três estigmas, (TEIXEIRA, 1994).

O maracujazeiro é uma planta lenhosa, perene, de crescimento rápido e contínuo, com ramos podendo atingir de 5 a 10 m de comprimento. Possui folhas simples, trilobadas, exceto jovens, quando as folhas apresentam-se inteiras ou bilobadas. As flores abrem-se uma única vez, iniciando-se por volta das 12 horas, e fecham-se à noite. O fruto é ovóide ou globoso, conforme a variedade, de coloração amarela ou amarela esverdeada (SOUZA e MELETTI, 1997), apresenta um diâmetro longitudinal de 5,1 a 9,1 cm, com peso de 38 a 105 gramas (MANICA, 1997).

O fruto do maracujazeiro tem a forma ovóide ou globosa, raramente fusiforme, com polpa mucilagínosa. É dependente de uma polinização eficiente para a sua formação (CUNHA, 1998). A casca coriácea, quebradiça e lisa, protegendo o mesocarpo, no interior do qual estão às sementes.

O sistema radicular do maracujazeiro-amarelo apresenta o maior volume de raízes finas a uma profundidade de 10,0 cm atingindo até 30,0 cm, sendo que 73,0% das raízes encontram-se na profundidade de 20,0 cm. Em relação ao tronco, as raízes encontram-se num raio de 60,0 cm (URASHIMA, apud ARAÚJO, 1998).

As sementes, segundo Vanderplank (1996), são epigeas, ocorrendo a hipoginia em alguns casos, como em *P. discophora* Jorg. Laws. Elas são tidas

como ortodoxas intermediárias. O mesmo autor citou que as sementes são tolerantes a perdas de umidade, alcançando 4,5%, fato que permite a armazenagem em temperaturas baixas em nitrogênio líquido a 196° C. apresentam forma oval, sendo providos de arilo sacciforme, carnosos ou membranosos, sendo o endosperma carnosos.

Problemas de germinação são muito comuns no gênero *Passiflora*, inclusive no maracujá amarelo, a espécie mais cultivada. Quando recém-colhida, a semente apresenta uma dormência temporária que tem sido superada com o armazenamento controlado por 30 a 40 dias, especialmente em localidades de clima subtropical. No Centro-Sul do país, tem sido necessário muitas vezes retardar a semeadura, e, portanto, também o início da safra, aguardando a elevação natural da porcentagem de germinação (MELLETTI et al 2002).

Para a produção de mudas por sementes, a padronização e aperfeiçoamento do teste de germinação visa avaliar o potencial germinativo das sementes em diferentes lotes (MACHADO et al., 2002). Este teste deve ser realizado sob condições de temperatura e substrato ideais e específicos para cada espécie (SILVA e AGUIAR, 2004).

Os testes de vigor procuram detectar diferenças significativas no potencial fisiológico de lotes com germinação semelhante, fornecendo informações adicionais às proporcionadas pelo teste de germinação. Paralelamente, espera-se que os resultados permitam distinguir com segurança os lotes de alto dos de baixo vigor e que as diferenças detectadas estejam relacionadas ao comportamento das sementes durante o armazenamento e após a semeadura (MARCOS FILHO, 2005).

A muda é o insumo mais importante na implantação de um pomar; mudas produzidas com qualidade, desde que adequadamente manejadas, originam pomares produtivos e rentáveis, mas para isso é necessária a utilização de uma boa técnica de formação das mesmas (PASQUAL et al., 2001).

O ácido giberélico (GA₃): efeitos na fisiologia de plantas cultivadas.

Para Castro e Vieira (2001) hormônios vegetais são compostos orgânicos, não nutrientes, produzidos na planta, os quais a baixas concentrações (10^{-4} M),

promovem, inibem ou modificam processos fisiológicos e morfológicos do vegetal. A pré-embebição de sementes em substrato contendo solução com substâncias promotoras de crescimento, consiste em uma técnica bastante conhecida há vários anos. Bewley e Black (1994) afirmam que os reguladores vegetais endógenos podem estar envolvidos em vários processos durante o desenvolvimento das sementes como: no crescimento e desenvolvimento da semente, tecidos extra-seminais, na acumulação e armazenamento de reservas e diversos efeitos fisiológicos em tecidos e órgãos.

Os hormônios, assim como as enzimas, o DNA e as vitaminas têm a propriedade de exercer efeitos, por vezes de capital importância morfofisiológica, quando presentes em baixas concentrações (Castro e Vieira, 2001). O hormônio é formado em certas partes da planta e é translocado para outros locais onde ele provoca respostas bioquímicas, fisiológicas e/ou morfológicas. Tanto os hormônios naturais, como as substâncias sintéticas que exercem efeitos semelhantes aos hormônios, são denominadas conjuntamente de reguladores de crescimento vegetal (RODRIGUES e LEITE, 2004). Os órgãos vegetais podem ser influenciados por estas substâncias de tal maneira que a morfologia da planta é alterada (DÁRIO et al. 2004).

A utilização de reguladores vegetais em culturas que já possuem alto nível tecnológico torna-se uma alternativa interessante. Com a descoberta dos efeitos dos reguladores vegetais sobre as plantas cultivadas e os benefícios promovidos por estas substâncias, muitos compostos e combinações desses produtos têm sido pesquisados com a finalidade de resolver problemas do sistema de produção e melhorar qualitativa e quantitativamente a produtividade (CASTRO e VIEIRA, 2003).

Processos como germinação, crescimento vegetativo, florescimento, frutificação e maturação são afetados por diversos fatores, sendo que os hormônios vegetais desempenham um papel importante no controle de desenvolvimento dos componentes da produtividade. Portanto, conhecer a respeito dos locais de produção, biossíntese, vias de transporte, estrutura química, mecanismos de ação e efeitos fisiológicos destas substâncias é importante para estudos que visem alterar as respostas fisiológicas das plantas, através de manipulação destas substâncias e/ou a aplicação de seus similares (CATO, 2006).

Os estudos sobre as giberelinas se iniciaram em 1930 e se intensificaram a partir de 1950. A função desse grupo de hormônios está associada à promoção

do crescimento caulinar, dentre outros efeitos fisiológicos. Plantas submetidas a aplicações de giberelinas podem ser induzidas a obter um maior crescimento na sua estatura (ECHER, 2006).

As giberelinas foram caracterizadas como hormônios vegetais na década de 1950. Atualmente, mais de uma centena de giberelinas são conhecidas, constituindo um grupo definido pela sua estrutura química e não pela sua atividade biológica, uma vez que são biologicamente inativas. Das giberelinas conhecidas, 73 foram identificadas em plantas superiores, 25 em fungos e 14 são comuns aos dois grupos (RODRIGUES e LEITE, 2004).

É um grupo de ácidos diterpenóides que consiste de 19 a 20 átomos de carbono, e todas as GAs têm a mesma estrutura em anel básico ent-gitberelano (Figura1) (BARATA et al. 2002).

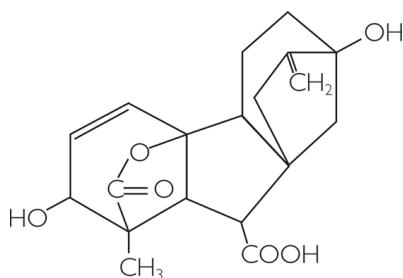


Figura 1. Estrutura molecular do ácido giberélico (GA₃)

Fonte: http://www.kalipedia.com/ciencias-vida/tema/hormonas-vegetales.html?x=20070417klpcnavid_147.Kes&ap=2

As diferenças entre diversas giberelinas residem no número e na localização das duplas ligações e dos grupos hidroxilas (TAIZ e ZEIGER, 2008).

Kobayashi e Cols. (1996), determinaram a rota biossintética completa da giberelina em sementes e tecidos vegetais de várias espécies, pelo surgimento de vários precursores e intermediários radioativos e examinando a produção de outros compostos da rota.

Segundo Hedden e Phillips (2000), a rota biossintética da giberelina pode ser dividida em três etapas (Figura 2), cada uma ocorrendo em um compartimento celular diferente.

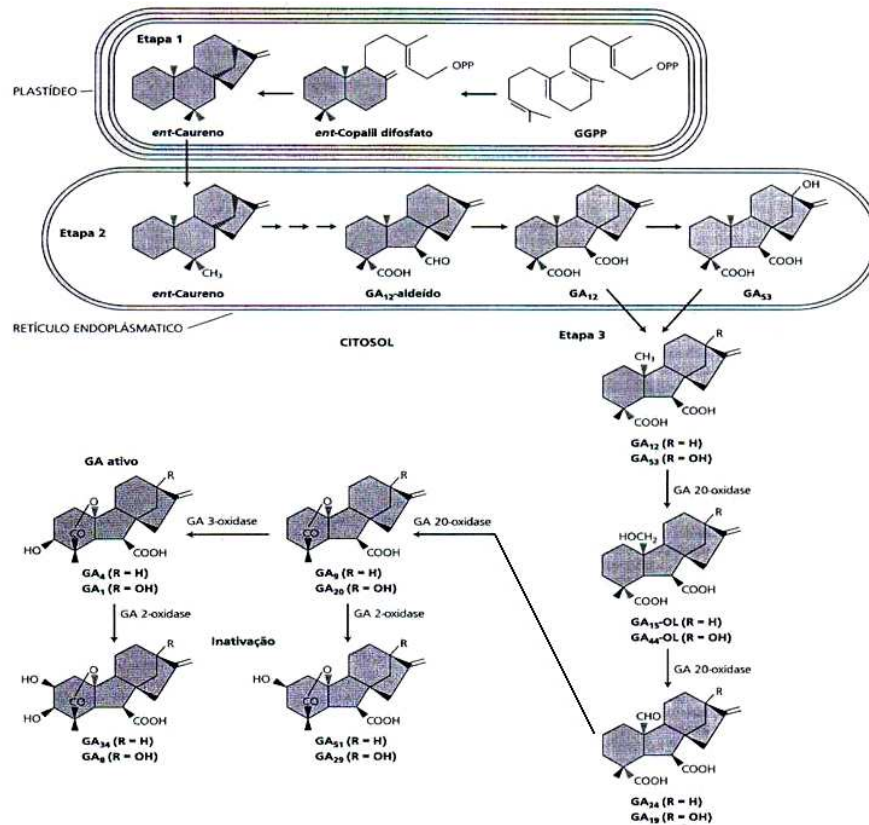


Figura 2: Rota da biossíntese das giberelinas (Fonte: TAIZ e ZEIGER, 2008).

Na etapa I, o geranylgeranyl difosfato (GGPP) é convertido a ent-caureno via copallil difosfato (CPP) nos plastídeos. Na etapa 2, que ocorre no retículo endoplasmático, o ent-caureno é convertido a GA₁₂ ou GA₅₃, dependendo se o GA é hidroxilado no carbono 13. Na maioria dos vegetais, predomina a rota de hidroxilação-C13, embora em *Arabidopsis* e algumas outras espécies a rota de não-hidroxilação do carbono 13 seja a principal. Na etapa 3, GA₁₂ ou GA₅₃ são convertidos em outros GAs no citosol. Esta conversão prossegue com uma série de oxidações no carbono 20. Na rota de hidroxilação-C13 esta série de oxidações leva à produção de GA₂₀. O GA₂₀ é, então, oxidado para formar a giberelina ativa GA₁, por reação de 3p-hidroxilação (o equivalente sem 13-OH é o GAJ. Por último, a hidroxilação do carbono 2 converte GA₂₀ e GA₁ às formas inativas GA₂₉ e GA₈, respectivamente. OL = anel aberto de lactona (Figura 2).

As giberelinas estão presentes em toda a planta, no caule, nas folhas, nas raízes, nas sementes, nos embriões e no pólen. São sintetizadas no ápice do caule, nas folhas em crescimento e em sementes e embriões em

desenvolvimento, porém não necessariamente ao mesmo tempo e nas mesmas taxas (RODRIGUES e LEITE, 2004).

Aplicação exógena deste promotor influencia o metabolismo protéico, podendo dobrar a taxa de síntese de proteínas das sementes (MC DONALD e KHAN, 1983). Os níveis endógenos de giberelina ativa regulam sua própria síntese por ativar ou inibir a transcrição de genes para enzimas que participam da biossíntese ou da degradação da giberelina. (TAIZ E ZEIGER, 2008).

Segundo Castro et al. (2002), em sementes imaturas de *Phaseolus vulgaris*, as formas predominantes de giberelinas livres são GA₁, embora sejam encontradas pequenas quantidades de GA₄, GA₅, GA₆, GA₃₇ e GA₃₈. Entretanto, em sementes maduras encontra-se principalmente GA₃-glucosídeo, com pequenas quantidades de glicosil ésteres de GA₁, GA₄, GA₃₇ e GA₃₈. Como nas auxinas, estas formas conjugadas armazenadas representam, provavelmente, formas de hormônio inativo que podem ser ativadas por hidrólises. Ainda segundo esses autores, o transporte de giberelinas tem sido estudado por aplicações de GAs radioativas em ramos ou coleóptiles. GAs têm sido detectadas em seiva tanto de floema quanto de xilema. O transporte de GAs não aparenta ser polar, como nas auxinas, porém elas movem-se ao longo do floema com material orgânico translocado, de acordo com a relação fonte-dreno. GAs encontradas no xilema ocorrem devido, provavelmente, à simples translocação lateral a partir do floema. Uma outra hipótese é que GAs sintetizadas nas raízes e distribuídas para a parte aérea da planta, através do xilema. Não se conhece se as GAs são transportadas como hormônios livres ou na forma conjugada.

O padrão oficial de desenvolvimento e comportamento de cada planta é o resultado de um complexo interligado entre os fatores genéticos, fisiológicos e ambientais (HIGASHI et al, 2002). As giberelinas endógenas influenciam uma grande variedade de processos do desenvolvimento e atuam durante todo o ciclo das plantas (RODRIGUES e LEITE, 2004).

O ácido giberélico é considerado ativador enzimático endógeno que promove a germinação, segundo LEWITT (1974). Taiz e Zeiger (2008) afirmam que GA₁ é a giberelina biologicamente ativa, enquanto GA₃ é rara em plantas superiores e GA₄ ocorre apenas em algumas espécies e que ambas são tão efetivas quanto a GA₁ em bioensaios.

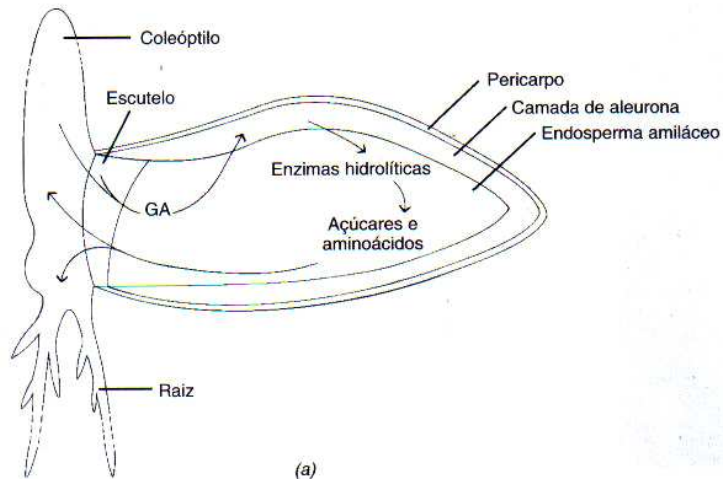


Figura 3: mecanismos de ação da giberelina em semente de cevada. Fonte: Raven (2002)

Segundo Raven (2002), a giberelina (GA) produzida no embrião migra para a camada de aleurona, estimulando a síntese de enzimas hidrolíticas. Essas enzimas são liberadas no interior do endosperma amiláceo, onde quebram as reservas do endosperma em açúcares e aminoácidos, as quais são solúveis e difusíveis. Os açúcares e aminoácidos são então absorvidos pelo escutelo (cotilédone) e transportados para o eixo caulinar e as raízes, promovendo o crescimento (Figura 3). Segundo Stenzel et al. (2003), tal fato levará ao estímulo ao alongamento celular, fazendo com que a raiz rompa o tegumento da semente, acelerando a germinação com maior uniformidade.

No que se refere à promoção do crescimento de plantas intactas, Stefanini (2002), afirma que os efeitos das giberelinas aparecem no crescimento (alongamento do caule), comprimento dos internódios, área foliar e acúmulo de matéria seca. Para TAIZ e ZEIGER (2008), as giberelinas aumentam a extensibilidade da parede celular sem acidificação.

Behringer et al afirmaram que:

A taxa de alongamento pode ser influenciada tanto pela extensibilidade da parede celular quanto pela taxa de absorção de água controlada osmoticamente. A giberelina não apresenta efeito nos parâmetros osmóticos, mas tem sido consistentemente observado que causa um aumento tanto na extensibilidade mecânica das paredes celulares quanto no relaxamento por estresse das paredes das células vivas. Uma análise de genótipos de ervilha, que diferem no conteúdo de giberelina ou na sensibilidade a este hormônio, mostrou que a giberelina diminui a força mínima que causará a extensão da parede (o limiar de cedência da parede) (Behringer et al., 1990).

Assim, giberelina e auxina parecem exercer seus efeitos modificando as propriedades das paredes celulares.

Segundo TAIZ e ZEIGER (2008), no caso da auxina, o afrouxamento da parede celular parece ser mediado, em parte, pela acidificação da parede. No entanto, este não parece ser o mecanismo de ação da giberelina. Em nenhum caso um aumento no processo de extrusão de prótons induzido por giberelina foi demonstrado. Por outro lado, a giberelina nunca está presente em tecidos com ausência completa de auxina e os efeitos da giberelina no crescimento podem depender da acidificação da parede celular induzida por auxina.

Ainda segundo esses autores, existe a possibilidade da existência de um mecanismo independente de afrouxamento da parede giberelina-específico e que as respostas de crescimento à aplicação de giberelina e auxinas são aditivas. Várias sugestões têm sido feitas com respeito ao mecanismo de alongamento do caule estimulado por giberelina, todos apresentando evidências experimentais, embora ainda nenhum tenha fornecido uma resposta clara. Há evidência, por exemplo, de que a enzima xiloglucano endotransglicosilase (XET) está envolvida na extensão da parede promovida por giberelina. A função da XET pode ser facilitar a entrada das expansinas na parede celular (as expansinas são proteínas da parede celular causadoras do seu afrouxamento em condições de acidez, por enfraquecer as ligações de hidrogênio entre os polissacarídeos). Tanto as expansinas quanto a XET podem ser necessárias para o alongamento celular estimulado por giberelina.

Uso do ácido giberélico em Passifloráceas

O uso de reguladores vegetais tem sido preconizado nas diversas etapas da propagação de Passifloráceas, seja com o objetivo de aumentar a porcentagem e uniformidade de germinação das sementes (CONEGLIAN et al., 2000; ROSSETO et al., 2000; FERREIRA et al., 2001; FOGAÇA et al., 2001), seja para promover o crescimento de plântulas pé-franco ou porta-enxerto (OLIVEIRA et al., 2005). Como reflexo, observa-se o interesse dos produtores na expansão dos pomares, aumento da produtividade, o que tem gerado uma intensa demanda por informações técnicas.

A propagação do maracujazeiro pode ser sexuada ou vegetativa empregando-se estaquia, enxertia (RUGGIERO, 1998; FERREIRA, 2000) e cultivo 'in vitro' (GRATTAPAGLIA et al., 1991). O método mais usual no estabelecimento de pomares comerciais ainda é o de mudas formadas de propagação sexual devido ao menor custo de produção (LEONEL e PEDROSO, 2005), embora com elevada desuniformidade (BRUCKNER et al., 1995). Ruggiero (1991) e Menzel et al. (1989) sugerem a enxertia de Passifloráceas como alternativa. Porém, na prática, poucos são os pomares implantados com mudas enxertadas, devido ao elevado tempo gasto para sua formação. Contudo, alguns dos aspectos mais comumente abordados são o percentual de germinação, o estabelecimento de mudas em menor tempo e a obtenção de mudas de boa qualidade.

Ruggiero et al. (1994) afirmam que o tempo gasto desde a sementeira até o plantio no campo é de 165 a 200 dias para a propagação através da enxertia, o que aumenta o custo e limita o emprego da muda enxertada.

Existem formas de quebrar a dormência, facilitar a germinação e melhorar o desenvolvimento das plantas, dentre estas, está o uso dos reguladores vegetais, que atuam diretamente no metabolismo da semente ou da planta (COLL et al., 2001).

Em experimento com a imersão de sementes de *Passifloráceas* em reguladores vegetais, Ferreira (1998) verificou incremento no processo germinativo de *P.alata*, obtendo-se 85,0% de germinação com 100,0 mg L⁻¹ de GA₃. Melo et al. (apud OSIPI, 2000) obtiveram resultados efetivos na superação da dormência e emergência das plântulas de *P. nítida* por meio da imersão em solução de 1.500,0 e 2.000,0 mg GA₃ L⁻¹.

Para a produção de mudas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata*), Ferreira et al. (2001) verificaram que, a partir de 100 mg L⁻¹ de ácido giberélico, observou-se aumento na germinação e maior desenvolvimento inicial de mudas em sacos de polietileno preto com substrato comercial. De acordo Stenzel et al. (2003) sementes de fruta-do-conde tratadas com 500 mg L⁻¹ de GA₃ apresentaram uma germinação de 75% enquanto que as sementes tratadas com 100,0 mg L⁻¹ apresentaram 44% de germinação. Rosseto et al. (2000) verificaram que sementes de *Passiflora alata* sem arilo e submetidas à pré-embebição em ácido giberélico, apresentaram aumento na porcentagem de germinação.

As giberelinas aumentam tanto a divisão celular como o alongamento celular, porque o aumento no número e no comprimento das células tem sido notado após aplicação de giberelinas. Constatou-se que as giberelinas podem induzir crescimento por alterarem a distribuição do cálcio no tecido, sabe-se que o cálcio reduz a extensibilidade da parede em dicotiledôneas, mas não em monocotiledôneas, pode ser que as GAs induzam a diminuição da concentração de cálcio da parede, possivelmente estimulando a absorção de cálcio para o interior da célula (RODRIGUES e LEITE, 2004).

O uso de reguladores vegetais tem sido preconizado na fruticultura por diversos autores nas diversas etapas do manejo, entre as quais para melhorar a germinação das sementes, promovendo o crescimento de plantas jovens (HORE & SEN 1993).

Há uma carência de literatura sobre produção de mudas de maracujazeiro amarelo, principalmente fazendo uso da giberelina líquida (GA_3 4%), demonstrando a necessidade do estabelecimento de técnicas apropriadas para a propagação e o desenvolvimento inicial das plantas.

Com base nos problemas identificados na cultura, o produto poderá solucionar problemas de ordem fisiológica quanto ao tempo de germinação, vigor das sementes, plântulas e promover melhor crescimento inicial. Os resultados desse trabalho poderão também servir de suporte científico para abreviar o tempo de formação de mudas e promover plantas mais uniformes e vigorosas.

Diante do exposto objetivou-se nesse trabalho avaliar a ação do ácido giberélico, aplicado via pré-embebição, na germinação de sementes e no vigor de plântulas de maracujazeiro amarelo, bem como estudar os efeitos da pulverização foliar com o regulador vegetal (GA_3 4%), sobre o crescimento inicial de plantas de maracujazeiro amarelo, oriundas de sementes pré-embebidas e não pré-embebidas em soluções com ácido giberélico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2006 - **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo, FNP Consultoria & Comércio. (Maracujá). 2006. p. 370-375.

ARAÚJO, J. A. C. de. Irrigando o maracujazeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 5., 1998, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, p. 157-172, 1998.

BARATA, R. M; CHABREGAS, S.M; KLUGE, R.A. Biossíntese de auxinas e giberelinas. In: **Introdução à Fisiologia do Desenvolvimento Vegetal**. Maringá: EDUEM, p.46-92, 2002.

BEHRINGER, F. J., COSGROVE, D. J., REID, J. B.; DAVIES, J. Physical basis for altered stem elongation rates in internode length mutants of Pisum. **Plant Physiol.** 94: p. 166-173, 1990

BEWLEY, J. D. & BLACK, M. **Seeds: Physiology of Development and Germination**, Second Edition. Plenum Press. New York and London. 1994, 45p.

BRUCKNER, C. H. **Perspectivas do melhoramento genético do maracujazeiro**. In: SÃO JOSÉ, A. R.; BRUCKNER, C. H.; MANICA, I.; HOFFMANN, M. (Ed.). Maracujá: Temas selecionados – Melhoramento, morte prematura, polinização, taxionomia. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1997. p.7-24

BRUCKNER, C.H.; CASALI, V.W.D.; REGAZZI, A.J.; SILVA, A.M. Self-incompatibility in passion fruit (*Pasiflora edulis Sims*). **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 370, p. 45-57, 1995.

CASTRO, P. R. E.; VIEIRA, E. L. Ação de bioestimulante na cultura do feijoeiro. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, V. **Feijão irrigado: tecnologia e produtividade**. Piracicaba: ESALQ, p. 73-100, 2003.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicação de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária Ltda., 2001. 132p.

CASTRO, P.R.C.; SENA, J.O.A. de; KLUGE, R.A. **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá: Eduem, 2002. 254p.

CATO, S. C. **Ação de bioestimulante nas culturas do amendoimzeiro, sorgo e milho e interações hormonais entre auxina, giberelina e citocinina**. 2006. 73p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo.

COLL, J. B.; RODRIGO, G. N.; GARCIA, B. S.; TAMES, R. S. **Fisiologia Vegetal**. Madrid: Ediciones Piramide, 2001. 566p.

CONEGLIAN, R. C. C.; ROSSETO, C. A. V.; SHIMIZU, M. K.; VASCONCELLOS, M. A. da S. Efeitos de métodos de extração e de ácido giberélico na qualidade de sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata Dryand*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 463-467, dez. 2000.

CUNHA, M.A.P. da. Prioridades de pesquisa por subárea e objetivo. In: REUNIÃO – TÉCNICA: PESQUISA EM MARACUJAZEIRO NO BRASIL, 1997, Cruz das Almas, BA: EMBRAPA/CNPMPF, 1998. p.11-14 (EMBRAPA-CNPMPF. Documentos, 77).

DÁRIO *et al.*, Influência do uso de fitorregulador no crescimento de arroz irrigado. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v.11, n.1, p.183-191, 2004.

EMBRAPA. Reunião Técnica, 2005. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2005/dezembro/foldernoticia>>. Acesso em 26 jun. 2008.

ERCHER, M. de M.; et. al. Uso de bioestimulante na formação de mudas de maracujazeiro amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 3, p. 351-360, 2006.

FERREIRA, G. **Estudo da embebição e do efeito de fitorreguladores na germinação de sementes de passifloráceas**. 1998. 144f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

FERREIRA, G. Propagação do maracujazeiro. **Informe Agropecuário**, v.21, p.18-24, 2000.

FERREIRA, G.; FOGAÇA, L. A.; BLOEDORN, M. Efeito do ácido giberélico (GA3) aplicado em sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata Dryander*) para a produção de mudas em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.1, p.126 -129, 2001.

FERREIRA, G.; FOGAÇA, L. A.; MORO, E. Germinação de sementes de *Passiflora alata Dryander* (maracujá-doce) submetidas a diferentes tempos de embebição e concentrações de ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.1, p.160-163, 2001.

FILHO, G. A. F.; LEITE, J. B. V.; RAMOS, J. V. Maracujá. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/maracuja.htm>> Acesso em: 16 jan. 2009.

FOGAÇA, L.A.; FERREIRA, G.; BLOEDORN, M. Efeito do ácido giberélico (GA3) aplicado em sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata Dryander*) para a produção de mudas em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n.1, p. 152-155, 2001.

GRATTAPAGLIA, D.; CALDAS, L. S.; SILVA, J. R.; MACHADO, M. A. Cultura de tecidos de maracujá. In: São José, A. R. (ed.) **A cultura do maracujá no Brasil**. FUNEP, Jaboticabal, Brasil, p.61-75,1991.

HEDDEN, P, AND PHILLIPS, A. L. Gibberellin metabolism: New insights revealed by the genes. **Trends Plant Sci.**,v. 5, p. 523-530, 2000.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. de A.; GONÇALVES, A. N. Nutrição e adubação em minijardim clonal hidropônico de Eucalyptus. **Circular técnica IPEF**, n. 194, 2002. 21p.

HORE, J.K. & SEN, S.K. Viability of papaya (*Carica papaya* L.) seeds under different pre-storage treatments. **Environment and Ecology**, v.11, p. 273-275, 1993.h

IBGE. Produção agrícola municipal (PAM). Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/> > Acesso em: 13 jun. 2006.

KOBAYASHI, M., SPRAY C. R., PHINNEY B. O., GASKIN, P, AND MACMILLAN, J. Gibberellin metabolism in maize: The stepwise conversion of gibberellin Aldehyde to gibberellin AZO. **Plant Physiol**, v.110, p. 413-118, 1996.

LEONEL, S; PEDROSO, C. J. Produção de mudas de maracujazeiro doce com uso de biorregulador. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, p. 107-09, 2005.

MANICA, I. Maracujá: taxonomia – anatomia – morfologia. In: SÃO JOSÉ, A.L.; BRUCKNER, C. H.; MANICA, I.; HOFFMANN, M. (Ed.). **Maracujá: Temas Seleccionados – Melhoramento, morte prematura, polinização, taxionomia**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1997. p. 7-24.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

McDONALD, M.D.; KHAN, A.A. Acid scarification and protein synthesis during seed germination. **Agronomy Journal**, Madison, v.2, n.75, p.111-114, 1983.

MELETTI, L. M. M.; FURLANI, P.R.; ÁLVARES, V.; SOARES-SCOTT, M.D.; BERNUCCI, L.C.; AZEVEDO FILHO, J.A. Novas tecnologias melhoram a produção de mudas de maracujá. **O Agrônomo**, Campinas, p. 30-33, 2002.

MELETTI, L.M.M; MAIA, M.L. **Maracujá: produção e comercialização**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 64 p. (Boletim Técnico, 181).

MENZEL, C. M.; WINKS, C. W.; SIMPSON, D.R. Passionfruit in Queensland. III. Orchard management. **Queensland Agricultural Journal**, Brisbane, v.115, p.155-164, 1989.

OLIVEIRA, A.; FERREIRA, G.; RODRIGUES, J. D.; FERRARI, T. B.; KUNZ, V. L.; PRIMO, M. A.; POLETTI, L. D. Efeito de reguladores vegetais no desenvolvimento de mudas de *Passiflora alata* Curtis. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n.1, p. 9-13, 2005.

OSIP, E. AF. **Efeito da temperatura, da maturação do fruto e do armazenamento na qualidade fisiológica da semente de maracujá doce** (*Passiflora alata* Dryander). Botucatu, 2000. 98p. Tese de Doutorado.

PASQUAL, M.; CHALFUN, N. N. J.; RAMOS, J. D. et al. **Fruticultura comercial: Propagação de plantas frutíferas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 137p.

RAVEN, P. H., EVERT, R. S., EICHHORNT, S. E. **Biologia Vegetal**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2002. 906 p.

RODRIGUES, T.J.D.; LEITE, I.C. **Fisiologia vegetal: hormônios das plantas**. Jaboticabal: Funep, 2004. 78p.

ROSSETO, C. A. V.; CONEGLIAN, R. C. C.; NAKAGAWA, J. et al. Germinação de sementes de maracujá – doce (*Passiflora alata* Dryand) em função de tratamento pré-germinativo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n. 1, p. 247-252, 2000.

RUGGIERO, C. Enxertia do maracujazeiro. In: SÃO JOSÉ, A.R. et al. **A cultura do maracujá no Brasil**. Jaboticabal: FUNEP/FCAVJ UNESP, 1991. p. 43-59.

RUGGIERO, C. Maracujá: do plantio à colheita. **Anais do Vº Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Maracujazeiro**, Jaboticabal, Brasil, p. 388, 1998.

RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, J.C.; NOGUEIRA FILHO, G.C. Enxertia do maracujazeiro. In: SÃO JOSÉ, A. R. **Maracujá: produção e mercado**. Vitória da Conquista – BA: DFZ/UESB, 1994. p. 49-57.

RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A. R.; VOLPE, C. A.; OLIVEIRA, J. C. DE; DURIGAN, J. F.; BAUMGARTNER, J. G.; SILVA, J. R. DA; NAKAMURA, K.; FERREIRA, M. E.; PEREIRA, V. P. **Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção**. Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria de Desenvolvimento Rural, Programa de Apoio à produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 64p.

SÃO JOSÉ, A.R.; SOUZA, I.V B.; DUARTE FILHO, J. LEITE, M.J.N. Formação de mudas de maracujazeiros. In: SÃO JOSÉ, A.R. **Maracujá: produção e mercado**. Vitória da Conquista – BA. DFZ/UESB, 1994. p. 41-48.

SILVA, A. C.; SÃO JOSÉ, A. R. Classificação botânica do maracujazeiro. In: SÃO JOSÉ, A. R. (Ed.). **Maracujá, produção e mercado**. Vitória da conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1994. 255 p.

SOUZA, J. S. I.; MELETTI, I. M. M. **Maracujá: espécies, variedades e cultivo**. Piracicaba,;FEALQ. 1997. 179f.

STEFANINI, M.B.; RODRIGUES, S.D.; MING, L.C. Ação de fitorreguladores no crescimento da erva-cidreira brasileira. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.1, p.18-23, 2002.

STENZEL, N. M. C.; MURATA, I. M.; NEVES, C. S. V. J.; Superação de dormência em sementes de atemóia e fruta-do-conde. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal. v. 25, n.2, ago. 2003.

STENZEL, N. M. C.; NEVES, C. S. V. J.; GOMES, J. C.; MEDINA, C. C. Performance of 'Ponkan' mandarin on seven rootstocks. **Hortscience**, Alexandria, v. 38, n. 2, p. 176-178, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4^oed. Editora Artmed, Porto Alegre, 2008, 820p.

TEIXEIRA, C. G. Cultura. In: TEIXEIRA, C. G.; CASTRO, J. V.; TOCCHINI, R. P.; NISIDA, A. L. A. C.; HASHIZUME, T.; MEDINA, J. C.; TURATTI, J. M.; LEITE, R. S. S. F.; BLISKA, F. M. M.; GARCIA, A. E. B. C. (Ed). **Maracujá: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas: Instituto Tecnologia de Alimentos, 1994. p. 1-142.

VANDERPLANK, J. **Passion flowers**, 2. ed. Cambridge: The MIT Press, 1996. 224 p.

CAPÍTULO 1

ÁCIDO GIBERÉLICO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E VIGOR DE PLÂNTULAS DE MARACUJAZEIRO AMARELO¹

¹ Artigo submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB.

Ácido giberélico na germinação de sementes e vigor de plântulas de maracujazeiro amarelo

Resumo - Objetivou-se avaliar os efeitos da giberelina líquida (GA_3) na germinação de sementes e vigor de plântulas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg). Sementes de maracujazeiro amarelo foram pré-embebidas em soluções de ácido giberélico a 4%, por seis horas, nas seguintes concentrações: 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 mL do produto por litro de solução e água destilada como controle. As sementes foram distribuídas em papel de germinação e mantidas em germinador, à temperatura de 25°C com fotoperíodo de 12 horas. O teste de vigor foi conduzido simultaneamente com o teste padrão de germinação e as plântulas avaliadas aos 14 dias após a semeadura (DAS). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições, com 50 sementes em cada rolo de papel. Avaliou-se a porcentagem de germinação de sementes, plântulas normais na primeira contagem, plântulas anormais, sementes mortas, sementes firmes, comprimento de raiz, da parte aérea e total de plântulas e índice de velocidade de emergência (IVE). Os dados foram submetidos à análise de variância e para as médias dos tratamentos foram ajustadas equações de regressão polinomial. Os resultados indicam que a pré-embebição das sementes de maracujazeiro amarelo com GA_3 , estimula a porcentagem de germinação e reduz a porcentagem de sementes mortas. O regulador vegetal proporciona incremento no comprimento da parte aérea das plântulas de maracujazeiro amarelo.

Termos para indexação: *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg, Crescimento inicial, Giberelinas, Pré-embebição de sementes.

Gibberellic acid on seed germination and seedling vigor of passion fruit

Abstract - The objective was to evaluate the net effects of gibberellin (GA₃) in seed germination and seedling vigor of passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg). Seeds of passion fruit were pre-soaked in solutions of gibberellic acid to 4%, for six hours in the following concentrations: 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 mL of product per liter of solution and distilled water as control. The seeds were spread on germination paper and kept in a germination chamber at a temperature of 25 °C with a photoperiod of 12 hours. The current test was conducted simultaneously with the pattern of germination and seedlings measured at 14 days after sowing (DAS). A completely randomized design with five treatments and four replicates with 50 seeds in each roll. It was evaluated the percentage of seed germination, seedling normal on the first count, abnormal seedlings, dead seeds, seed firm, root length, shoot and total seedling index and emergence rate (IVE). The data was subjected to analysis of variance and the average treatment were adjusted polynomial regression equations. The results indicate that pre-soaking the seeds of passion fruit with GA₃, stimulates germination and reduces the percentage of dead seeds. The growth regulator provides an increase in the length of the tops of yellow passion fruit.

Index terms: *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg, Initial growth, Gibberellins, Pre-soaking seeds.

Introdução

O maracujazeiro é originário da América Tropical e possui mais de 150 espécies nativas do Brasil. Apesar da grande variabilidade, os cultivos comerciais baseiam-se em uma única espécie, *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg., mais conhecida como maracujá amarelo ou azedo. Ela representa 95% dos pomares, devido à qualidade dos seus frutos, vigor, produtividade e rendimento em suco (Meletti & Maia, 1999).

A propagação do maracujazeiro pode ser sexuada ou vegetativa empregando-se estaquia, enxertia (Ferreira, 2000) e cultivo 'in vitro' (Grattapaglia et al., 1991). O método mais usual no estabelecimento de pomares comerciais ainda é o de mudas formadas de propagação sexual devido ao menor custo de produção (Leonel & Pedroso, 2005) embora com elevada desuniformidade (Bruckner et al., 1995).

Muitas informações são conhecidas quanto à germinação de sementes do maracujazeiro, porém, é unânime a afirmativa de que o início e o término da germinação das sementes de Passifloráceas ocorrem de forma irregular, podendo, este período, ser de dez dias a três meses, o que dificulta a formação das mudas, por não serem uniformes (Luna, 1984).

Com a descoberta dos efeitos dos reguladores vegetais sobre as plantas cultivadas e os benefícios promovidos por estas substâncias de crescimento, muitos outros compostos e combinações desses produtos têm sido pesquisados com a finalidade de melhorar qualitativamente e quantitativamente a produtividade das culturas (Castro & Vieira, 2001).

O uso de reguladores vegetais tem sido preconizado nas diversas etapas da propagação de *Passifloráceas* com o objetivo de aumentar a porcentagem e uniformidade de germinação das sementes (Coneglian et al., 2000; Rossetto et al., 2000; Ferreira et al., 2001; Fogaça et al., 2001)

Técnicas que induzem a maior germinação e qualidade fisiológica são fatores importantes para aumentar o potencial e desempenho das sementes e, por conseguinte, a uniformidade das plantas em condições de campo (Aragão et al, 2003). Segundo Stenzel et al. (2003) tal fato ocorre devido ao estímulo, pela giberelina, da síntese de enzima que digerem as reservas armazenadas no endosperma, formando açúcares simples, aminoácidos e ácidos nucléicos, que são absorvidos e transportados para as regiões de crescimento do embrião, estimulando o alongamento celular, fazendo com que a raiz rompa o tegumento da semente, acelerando a germinação com maior uniformidade.

Diversos autores, entre eles Ferreira (1998) e Rosseto et al. (2000), mostraram que sementes tratadas com ácido giberélico apresentaram aumento na porcentagem de germinação. Ferreira et al. (2001), testando diferentes concentrações e tempo de embebição em *Passiflora alata*, verificaram que a giberelina aumentou o poder germinativo das sementes. Para Rodrigues e Leite (2004), a significância do efeito do GA₃ (giberelina) tornou-se clara quando se demonstrou que o embrião sintetiza giberelinas e as libera para o endosperma durante a germinação.

O tratamento de sementes é uma tecnologia recomendada pela pesquisa, diminuindo assim falhas na germinação (Farias et al., 2003).

Como se verifica, a germinação de sementes de maracujazeiro apresenta problemas. Estudos que possam elucidar o processo e verificar sua viabilidade são importantes para que os produtores de mudas consigam melhorar seu rendimento e obter lucros mais rápidos.

Neste estudo, objetivou-se avaliar os efeitos do ácido giberélico, via pré-embebição de sementes, na germinação de sementes, vigor e crescimento inicial de plântulas de maracujazeiro amarelo.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, no município de Cruz das Almas – BA.

Foram utilizadas sementes do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg) e giberelina líquida composta de 4% de GA₃ e 96% de ingredientes inertes. Os tratamentos utilizados foram: 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 mL do produto por litro de solução e água destilada como controle (0,0). A Tabela 1 mostra a quantidade de ácido giberélico (mg L⁻¹) presente nas soluções utilizadas (tratamentos).

A aplicação dos tratamentos foi por meio da pré-embebição das sementes durante seis horas. Após a aplicação dos tratamentos, as sementes foram submetidas aos testes padrão de germinação de sementes e vigor de plântulas.

Para o teste padrão de germinação utilizou-se como substrato, papel para germinação de sementes umedecido na proporção de duas vezes e meia o volume de água em relação à massa do papel. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes. Os rolos compostos por três folhas de papel, tendo duas, como base para distribuição das

sementes e uma folha como cobertura, foram colocados em germinador à temperatura de 25°C com fotoperíodo de 12 horas, conforme Brasil (1992).

A porcentagem de germinação total foi realizada computando-se todas as plântulas normais aos 7, 14 e 28 dias após a sementeira (DAS). Também nesse período foram registradas as plântulas anormais. Foram consideradas plântulas normais àquelas que mostraram potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais, quando desenvolvidas em solo de boa qualidade e sob condições favoráveis de umidade, temperatura e luz (Brasil, 1992).

Ao final do teste de germinação, foram identificadas as sementes firmes e mortas. Foram consideradas sementes mortas àquelas que não germinaram, não estavam duras nem dormentes, apresentando-se amolecidas e atacadas por microorganismos e sementes firmes aquelas que absorveram água, não germinaram nem apodreceram, permanecendo firmes e aparentemente viáveis até o final do teste, são sementes que resistiram ao tratamento (Brasil, 1992).

O teste de vigor de plântulas foi conduzido simultaneamente com o teste padrão de germinação. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, para cada concentração, distribuídas no terço superior do papel de germinação pré-umedecido com água destilada. Aos 14^o DAS, com auxílio de uma régua milimetrada, determinou-se o comprimento (cm) do eixo raiz-hipocótilo e do epicótilo das plântulas (Brasil, 1992).

O teste de emergência de plântulas em areia foi realizado utilizando-se bandejas plásticas (442 x 280 x 75 mm), contendo areia lavada e peneirada. Em cada bandeja (tratamento) foram semeadas 100 sementes para cada tratamento, sendo 25 sementes por repetição. Após a sementeira, as sementes foram cobertas com uma camada de areia e o substrato foi umedecido até atingir 60% de sua saturação hídrica. As caixas foram colocadas no Laboratório de Fisiologia Vegetal em temperatura ambiente e as contagens do número de plântulas emergidas ocorreram diariamente a partir do 12^o DAS. O Índice de Velocidade de Emergência (IVE) foi calculado usando a fórmula proposta por Maguire (1962): $IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n$. Onde E_1, E_2, E_n = número de plântulas normais na primeira, segunda, até a última contagem e N_1, N_2, N_n = número de dias desde a primeira, segunda, até a última contagem realizada ao 33^o DAS. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos (5 bandejas) com quatro repetições.

Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância e para as médias dos tratamentos foram ajustadas equações de regressão polinomial. Para as variáveis computadas em porcentagem foi utilizada a transformação de dados arco-seno da raiz

(x/100) visando o atendimento das pressuposições da análise de variância (Banzatto & Konkra, 2006). Utilizou-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000) para realização das análises estatísticas.

Resultados e Discussão

No teste de germinação, as variáveis: porcentagem de plântulas anormais e porcentagem de sementes firmes, não apresentaram diferenças significativas quanto às características avaliadas em função dos tratamentos com GA₃ (Tabela 2).

Para as variáveis: porcentagem de germinação e porcentagem de sementes mortas, a análise de variância demonstrou efeitos significativos (P<0,01) em relação às concentrações de giberelina utilizadas, via pré-embebição de sementes (Tabela 2).

A equação de regressão foi ajustada para um modelo quadrático, onde se verificou que a germinação estimada de 64,0 % foi obtida na concentração de 100,0 mg GA₃ L⁻¹ de solução (ponto de máximo), obtendo um acréscimo de 42,0% em relação ao controle, que obteve 45,0% de germinação (Figura 1).

Estes resultados concordam com Ferreira et al. (2001), os quais verificaram que, na produção de mudas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata*), concentrações a partir de 100,0 mg GA₃ L⁻¹ promoveram aumento na germinação. Rosseto et al. (2000), verificaram um acréscimo significativo na germinação de sementes de maracujá-doce escarificadas e tratadas com 300,0 mg GA₃ L⁻¹.

Melo et al. (2000) obtiveram resultados efetivos na superação da dormência e emergência das plântulas de *Passiflora nítida* através da imersão em solução de 1.500,0 e 2.000,0 mg GA₃ L⁻¹. Stenzel et al. (2003) obtiveram com 50,0 mg GA₃ L⁻¹ em sementes de atemóia, cultivares Gefner, PR - 1 e PR - 3, as porcentagens de germinação de 67,5%, 36,3% e 61,3% respectivamente. Porém, com 100,0 mg GA₃ L⁻¹ os autores obtiveram decréscimo na porcentagem de germinação. Silva et al. (2007) observaram que a dormência fisiológica em sementes de *Anona crassiflora* (araticum ou marolo) pode ser superada com emprego de 143,0 mg L⁻¹ de GA₄₊₇, com obtenção 43,0% de germinação.

Rosseto et al. (2000), verificaram que sementes de *Passiflora alata* sem arilo e submetidas à pré-embebição em ácido giberélico, apresentaram aumentos na porcentagem de germinação. O ácido giberélico possui efeito marcante no processo de germinação de sementes, ativando enzimas hidrolíticas que atuam ativamente no desdobramento das substâncias de reserva.

Através da análise de regressão, verificou-se a influência ($P < 0,01$) das diferentes concentrações do regulador vegetal sobre a porcentagem de sementes mortas, ajustando-se uma função quadrática (Figura 2).

Com base neste modelo matemático verificou-se que na concentração de $94,0 \text{ mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$ de solução (ponto de mínimo) obteve-se 26,0% de sementes mortas, isso significa uma redução 42,0% em relação ao controle, que apresentou 37,0% demonstrando o efeito benéfico do GA_3 .

Esses resultados estão de acordo com Lima-Brito et al. (2006), que verificaram em sementes de *Annona squamosa* uma redução significativa na porcentagem de sementes mortas em relação ao controle, após a pré-embebição por 24 horas das sementes em $750,0 \text{ mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$.

A porcentagem de germinação do maracujazeiro amarelo foi reduzida a partir da concentração $100,0 \text{ mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$ de solução, a curva apresenta tendência crescente, e logo após o ponto de máximo começou a diminuição até a concentração $160,0 \text{ mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$ de solução (Figura 1). Esse declínio representa uma queda de 14,0% na germinação em relação à concentração máxima estimada. Mecanismo semelhante foi observado para a variável porcentagem de sementes mortas. Na Figura 2, observa-se que a partir do ponto de mínimo ($94,0 \text{ mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$), há um aumento de 23,0% na porcentagem de sementes mortas até a concentração máxima testada ($160,0 \text{ mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$). Tanto a redução na porcentagem de germinação, quanto o aumento na porcentagem de sementes mortas ocorreram em concentrações elevadas do produto. Ambos os casos sugerem um aumento da atividade de algumas enzimas (celulase e outras), as quais atuam degradando o material da parede celular, processo desencadeado pelo excesso de ácido giberélico (Takaki et al, 1979).

No teste de vigor de plântulas, a variável comprimento da parte aérea das plântulas (14 DAS), a análise de variância apresentou significância ($P < 0,05$), como é observado na Tabela 3. A equação de regressão foi ajustada para um modelo quadrático, onde se verificou que o comprimento da parte aérea de 6,4 cm foi obtido na concentração máxima estimada de $128,0 \text{ mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$ de solução, com incremento de 15,0% em relação ao controle com 5,5 cm (Figura 3). De acordo com o gráfico, nota-se um pequeno declínio de 0,63% a partir do ponto de máximo até a concentração máxima ($160,0 \text{ mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$). Esta análise sugere que concentrações a partir desse ponto ($128,0 \text{ mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$) são consideradas elevadas, uma vez que a plântula já apresenta giberelina endógena.

O uso de reguladores de crescimento na fase de germinação melhora o desempenho das plântulas, acelerando a velocidade de emergência e realçando o

potencial das sementes de várias espécies. O uso de compostos químicos biologicamente ativos, como reguladores e estimulantes de crescimento, pode cessar ou diminuir o impacto de fatores adversos na qualidade e desempenho das sementes (Aragão et al. 2003).

Para as variáveis: comprimento da raiz de plântulas (14 DAS) e plântulas normais na primeira contagem, a análise de variância não demonstrou diferenças significativas quanto às características avaliadas (Tabela 3). Segundo Taiz & Zeiger (2008), embora o crescimento do caule possa ser significativamente aumentado por GAs, elas apresentam pouco efeito no crescimento da raiz.

Broch et al. (1997), relatou que os efeitos de 200,0 mg L⁻¹ de ácido giberélico e 10,0 mg L⁻¹ de Erel adicionados na água de pré-embebição das sementes não influenciaram significativamente no comprimento das raízes de plântulas de arroz no sistema pré-germinativo.

Através de análise de regressão, verificou-se influência (P<0,05) das diferentes concentrações do regulador vegetal sobre o crescimento total de plântulas, ajustando-se a uma função linear (Figura 4). Concentrações do produto até 160,0 mg GA₃ L⁻¹ de solução proporcionaram incremento crescente no comprimento total de plântulas de maracujazeiro, promovendo um crescimento total de 14,7 cm, resultando em um incremento de 15,0% em relação ao controle que apresentou um incremento total de 12,8 cm. Observa-se que para cada aumento unitário de ácido giberélico (mg GA₃ L⁻¹ de solução), ocorreu um acréscimo de 0,47 cm no comprimento total de plântulas (Figura 4).

Estes resultados concordam com Ferreira et al. (2001), que na produção de mudas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata*), verificaram que concentrações a partir de 100,0 mg L⁻¹ de ácido giberélico promoveram maior desenvolvimento inicial. Sauter e Kende (1992) afirmam que o maior crescimento da planta baseia-se na alongação das células do meristema intercalar, que ao aumentar de tamanho promovem a divisão celular.

Segundo Taiz & Zeiger (2008), as giberelinas, como o ácido giberélico (GA₃), aumentam a alongação e divisão celular, o que é evidenciado pelo aumento do comprimento e do número de células em resposta à aplicação deste fitorregulador.

De acordo com Schmidt et al. (2003), a ação de uma substância reguladora de crescimento depende de fatores ambientais, número e período de aplicação, concentração utilizada, estágio de crescimento da planta e da espécie ou cultivar tratada.

Conclusões

1. O ácido giberélico na concentração de 100,0 mg L⁻¹, ministrado via pré-embebição por seis horas, estimula a germinação de sementes.
2. Quantidades crescentes do produto até 94,0 mg GA₃ L⁻¹ reduzem a porcentagem de sementes mortas do maracujazeiro amarelo.
3. O ácido giberélico em concentrações entre 128,0 e 160,0 mg L⁻¹, é eficiente na promoção do vigor de plântulas de maracujazeiro, principalmente no comprimento da parte aérea e total. Contudo, o regulador vegetal não incrementa o comprimento da raiz e velocidade de emergência.

Referências

- ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F.; ALVES, E.; CATANEO, A. C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Atividade aminolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super doce tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n.1, p. 43-48, 2003.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 4^a ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. 2 ed. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 1992. 365p.
- BROCH, D. L.; POSSENTI, J. C.; BEVILAQUA, G. A. P. Influência da lâmina de água e de reguladores de crescimento no estabelecimento do arroz pré-germinado. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 3, n.2, p. 51-57, Mai. - Ago., 1997.
- BRUCKNER, C.H.; CASALI, V.W.D.; REGAZZI, A.J.; SILVA, A.M. Self-incompatibility in passion fruit (*Pasiflora edulis Sims*). **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 370, p. 45-57, 1995.

CARVALHO, A. J. C. de; MARTINS, D. P.; MONERAT, P. H. et al. Produtividade e qualidade do maracujazeiro amarelo em resposta à adubação potássica sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.21, n.3, p.333-337, 1999.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicação de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária Ltda., 2001. 132p.

CONEGLIAN, R. C. C.; ROSSETO, C. A. V.; SHIMIZU, M. K.; VASCONCELLOS, M. A. da S. Efeitos de métodos de extração e de ácido giberélico na qualidade de sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata Dryand*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 463-467, dez. 2000.

FARIAS A. Y. K.; ALBUQUERQUE, M. C de F.; NETO CASSETARI, D; Qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro submetidas a tratamentos químicos e biológicos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.1, p. 121-127, 2003.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0 In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45, São Carlos, **Programa e resumos...** São Carlos: UFSCar, Julho de 2000, p.255-258.

FERREIRA, G. **Estudo da embebição e do efeito de fitorreguladores na germinação de sementes de passifloráceas**. 1998. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

FERREIRA, G.; FOGAÇA, L. A.; BLOEDORN, M. Efeito do ácido giberélico (GA₃) aplicado em sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata Dryander*) para a produção de mudas em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.1, p.126-129, 2001.

FERREIRA, G. Propagação do maracujazeiro. **Informe Agropecuário**, v.21, p.18-24, 2000.

FOGAÇA, L.A.; FERREIRA, G.; BLOEDORN, M. Efeito do ácido giberélico (GA₃) aplicado em sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata, Dryander*) para a produção de mudas em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n.1, p. 152-155, 2001.

GRATTAPAGLIA, D.; CALDAS, L. S.; SILVA, J. R.; MACHADO, M. A.. Cultura de tecidos de maracujá. In: São José, A. R. (ed.) **A cultura do maracujá no Brasil**. FUNEP, Jaboticabal, Brasil, p.61-75, 1991.

LEONEL, S.; PEDROSO, C. J. Produção de mudas de maracujazeiro doce com uso de biorregulador. **Revista Brasileira de Fruticultura**.; v. 27, n. 1, p. 107-09, 2005.

LIMA-BRITO, Alone. Efeito do ácido giberélico (GA₃) na emergência de plântulas *Annona crassiflora* Mart., *Annona squamosa* L. e *Annona muricata* L. **Magistra**, Cruz das Almas – Ba, v. 18, n. 1, p. 27-33, jan./mar.,2006.

LUNA, J.V.U. **Instruções para a cultura do maracujá**. Salvador: Epaba, 1984. 25p. (Circular Técnica, 7).

MAGUIRE, J. D. Speeds of germination aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, p. 176-177, 1962.

MELETTI, L.M.M.; MAIA, M.L. **Maracujá: produção e comercialização**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 62 p. (Boletim Técnico, 181).

MELO, A.L.; OLIVEIRA, J.C.; VIEIRA, R.D. Superação de dormência em sementes de *Passiflora nitida* H.B.K. com hidróxido de cálcio, ácido sulfúrico e ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n.2, p.463-467, 2000.

RAMOS, J. D.; PIO, R.; LOPES, P. J. N. **Recomendações básicas para a Cultura do maracujazeiro-azedo**. Lavras: UFLA, 2002. 36p. (UFLA. Boletim de Extensão, 101).

RODRIGUES, T de J. D.; LEITE, I. C. **Fisiologia vegetal – hormônios das plantas**. Jaboticabal: Funep, 2004.

ROSSETO, C. A. V.; CONEGLIAN, R. C. C.; NAKAGAWA, J. et al. Germinação de sementes de maracujá – doce (*Passiflora alata* Dryand) em função de tratamento pré-germinativo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n. 1, p. 247-252, 2000.

SAUTER M.; KENDE H. Levels of β -glucan and lignin in elongating internodes of deepwater rice. **Plant and Cell Physiology** , v.33, p.1089-1097, 1992.

SCHMIDT, C. M.; BELLÉ, R. A.; NARDI, C.; TOLEDO, K. A. Ácido giberélico (GA₃) no crisântemo (*Dedranthema grandiflora* Tzvelev.) de corte viking: cultivo de verão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 267-274, 2003.

SILVA, E.A.A.; MELO, D.L.B.; DAVIDE, A.C.; BODE, N.; ABREU, G.B.; FARIA, J.M.R.; HILHORST, H.W.M. Germination ecophysiology of *Annona crassiflora* seeds. **Annals of Botany** v.99, p.823-830, 2007

STENZEL, N. M. C.; MURATA, I. M.; NEVES, C. S. V. J.; Superação de dormência em sementes de atemóia e fruta-do-conde. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal. v. 25, n.2, ago. 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4^oed. Editora Artmed, Porto Alegre, 2008, 820p.

TAKAKI, M.; DIETRICH, S.M.C.; FURTADO, J.S. Anatomical changes in the hard endosperm of gibberellic acid treated coffee seeds during germination. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.2, p.103-106, 1979.

Tabela 1. Soluções (tratamentos) de giberelina líquida (mL L^{-1}) com as respectivas concentrações de ácido giberélico (mg L^{-1}) utilizadas e controle.

mL L^{-1} de giberelina líquida (4% de GA_3)	Concentrações de GA_3 presente nos tratamentos
Controle (água)	0 $\text{mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$
0,5 mL L^{-1}	20 $\text{mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$
1,0 mL L^{-1}	40 $\text{mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$
2,0 mL L^{-1}	80 $\text{mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$
4,0 mL L^{-1}	160 $\text{mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as variáveis: porcentagem de germinação total (GT), plântulas anormais (PA), sementes firmes (SF) e sementes mortas (SM) do maracujazeiro amarelo em resposta aos tratamentos de pré-embebição de sementes em ácido giberélico mais o controle.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS			
		GT	PA	SF	SM
TRAT	4	0,020**	0,004 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,0150**
ERRO	15	0,001	0,004	0,003	0,002
CV (%)		5,15	24,92	20,37	8,43
MÉDIA GERAL		0,83	0,272	0,307	0,599

** Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para o teste de vigor de plântulas para as variáveis: plântulas normais na primeira contagem (PN1), comprimento de raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento total (CT) de plântulas e índice de velocidade de emergência (IVE) de maracujazeiro amarelo em resposta aos tratamentos de pré-embebição de sementes com ácido giberélico mais o controle.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		PN1	CR	CPA	CT	IVE
TRAT	4	0,009 ^{ns}	0,964 ^{ns}	0,47*	2,78*	0,04 ^{ns}
ERRO	15	0,006	0,362	0,089	0,580	0,024
CV (%)		14,30	8,01	5,01	5,64	19,83
MÉDIA GERAL		0,83	0,272	5,98	13,50	0,79

*Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

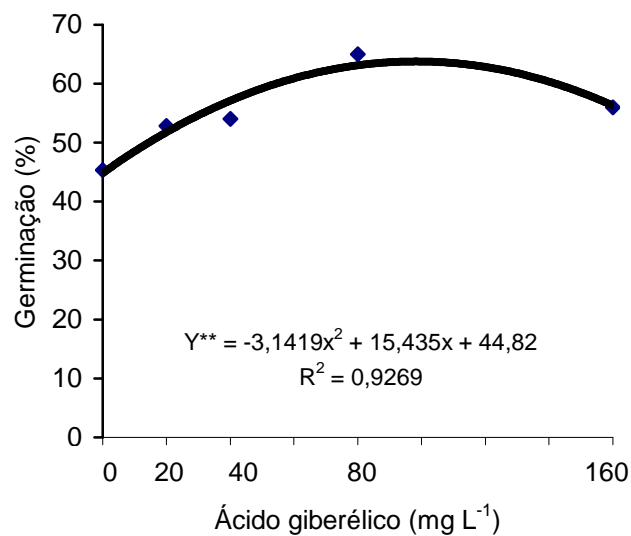


Figura 1. Porcentagem de germinação sementes de maracujazeiro amarelo, em resposta aos tratamentos de pré-embebição em ácido giberélico.

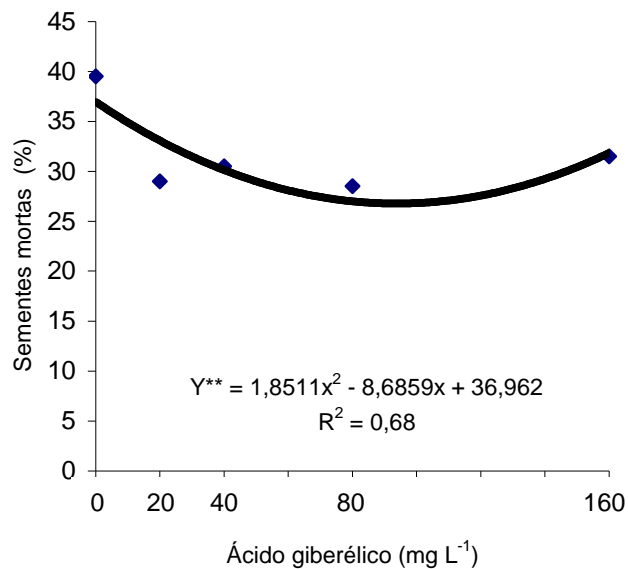


Figura 2. Porcentagem de sementes mortas de maracujazeiro amarelo, em resposta aos tratamentos de pré-embebição de sementes em ácido giberélico.

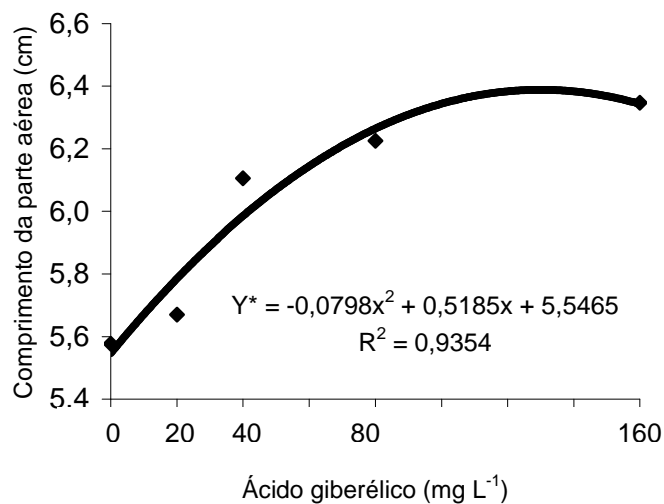


Figura 3. Comprimento da parte aérea de plântulas de maracujazeiro amarelo, em resposta aos tratamentos de pré-embebição de sementes em ácido giberélico.

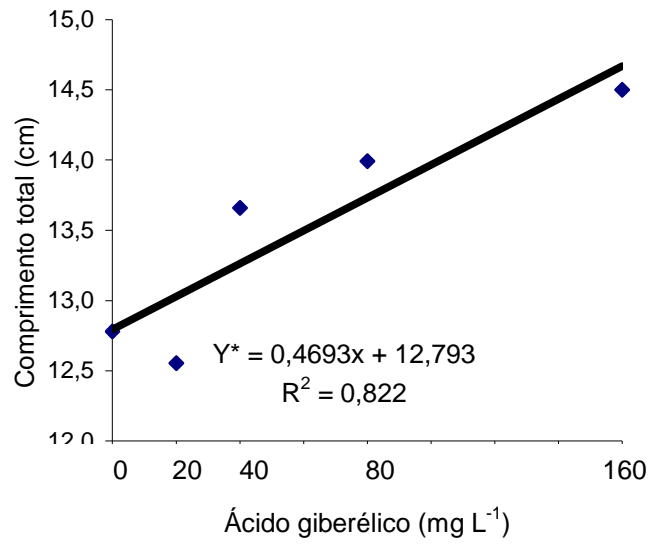


Figura 4. Comprimento total de plântulas de maracujazeiro amarelo, em resposta aos tratamentos de pré-embebição de sementes com ácido giberélico.

CAPÍTULO 2

CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE MARACUJAZEIRO AMARELO SUBMETIDAS À PULVERIZAÇÃO FOLIAR COM GIBERELINA¹

¹ Artigo aceito pelo Comitê Editorial do periódico científico *Comunicata Scientiae*.

CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE MARACUJAZEIRO AMARELO SUBMETIDAS À PULVERIZAÇÃO FOLIAR COM GIBERELINA

RESUMO - Objetivou-se avaliar os efeitos da ação da giberelina no crescimento inicial de plantas de maracujazeiro, sob pulverização foliar, em diferentes soluções de GA₃. O experimento foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal e em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da UFRB. Foram utilizadas sementes de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg) e o regulador de crescimento giberelina líquida (4% GA₃), nas concentrações 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 mL de giberelina líquida por litro de solução e água destilada como controle. As sementes foram semeadas em sacos de polietileno preto de 15cm de largura x 20cm de comprimento (capacidade 2 kg), contendo areia lavada. Inicialmente foram colocadas quatro sementes por saco em cada repetição. Aos 15 dias após a semeadura (DAS) realizou-se o desbaste deixando uma planta por saco. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições. Aos 40 DAS, as plantas foram submetidas a pulverizações com as soluções de giberelina durante sete dias consecutivos. Aos 70 DAS registraram-se: comprimento da raiz, de caule e total (cm), o número de folhas, a massa seca de raiz, folha, caules e total das plantas (g). Concentrações no intervalo entre 95 e 100 mg GA₃ L⁻¹, ministrado via pulverização foliar, promovem crescimento expressivo no comprimento do caule. O regulador vegetal, para concentrações no intervalo de 78,0 e 92,0 mg GA₃ L⁻¹, incrementa a massa seca de raiz, caule e total em plantas de maracujazeiro amarelo.

Palavras-chave: *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg, ácido giberélico, crescimento, fitorregulador.

INITIAL GROWTH OF THE YELLOW PASSION FRUIT PLANTS UNDER LEAF SPRAYS WITH GIBBERELLIN

ABSTRACT - It aimed to evaluate the effects of the action of gibberellin on the growth of passion fruit, or foliar spray in different solutions of GA₃. The experiment was conducted at the Laboratory of Plant Physiology and in the greenhouse of the Center for Agricultural, Environmental and Biological Sciences of UFRB. Seeds of passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg) and growth regulator gibberellin liquid (4% GA₃), at concentrations 0,5;1,0; 2,0; 4,0 mL of liquid per liter of gibberellin solution and distilled water as control. The seeds were sown in polyethylene bags with 15cm wide x 20cm long (capacity 2 kg) containing washed sand. It was initially placed four seeds per bag in each repetition. At 15 days after sowing (DAS) it was held thinning leaving one plant per bag. The experimental design was completely randomized with five treatments and four replications. At 40 DAS, plants were subjected to spraying with solutions of gibberellin for seven consecutive days. At 70 DAS were recorded: length of root, stem and total (cm), number of leaves, dry weight of root, leaf, stem and total plant (g). Concentrations in the range between 95,0 and 100,0 mg GA₃ L⁻¹, given by foliar sprays, promote significant growth in stem length. The plant regulator, for concentrations in the range of 78,0 and 92,0 mg GA₃ L⁻¹, increases the dry weight of root, stem and total passion fruit plant.

Keywords: *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg, gibberellic acid, growth, crop regulator.

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro azedo ou amarelo, *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg, é a principal *Passiflorácea* cultivada no Brasil (Lima, 2002). A sua propagação pode ser sexuada ou vegetativa, empregando-se estaquia, enxertia (Ferreira, 2000) e cultivo 'in vitro' (Grattapaglia et al., 1991). Entretanto, o método mais usual no estabelecimento de pomares comerciais ainda é o de mudas formadas de propagação sexual devido ao menor custo de produção (Leonel e Pedroso, 2005) embora com elevada desuniformidade (Bruckner et al., 1995). Apesar de existirem muitas informações sobre a cultura do maracujazeiro, é unânime a afirmativa de que o início e o término da germinação das sementes de *Passifloráceas* ocorrem de forma irregular, podendo, este período, ser de dez dias a três meses, o que dificulta a formação das mudas, por não serem uniformes (Luna, 1984). Segundo Natale et al. (2004), a produção de mudas constitui-se em uma das etapas mais importantes do sistema produtivo, influenciando diretamente no desempenho da planta. Assim, o sucesso da instalação de um pomar de frutíferas é garantido pelo uso de mudas de alta qualidade, homogêneas, de rápida formação e com precocidade na produção.

Com a descoberta dos efeitos dos reguladores vegetais sobre as plantas cultivadas e os benefícios promovidos por estas substâncias, muitos compostos e combinações desses produtos têm sido pesquisados com a finalidade de resolver problemas do sistema de produção e melhorar qualitativa e quantitativamente a produtividade (Castro & Vieira, 2003).

Diversos trabalhos têm demonstrado os benefícios das giberelinas na promoção do crescimento inicial mais rápido e uniforme em plantas cultivadas: Higashi, et al. (2002), Leite et al. (2003), Rodrigues & Leite (2004), Scaloni et al. (2006), Almeida (2008).

Segundo Rodrigues & Leite (2004), as giberelinas aumentam tanto a divisão celular como o alongamento celular, porque aumentam o número e o comprimento das células. Segundo Daykin et al. (1997) estes efeitos, ocorrem devido à ação das giberelinas controlarem a plasticidade da parede celular, através do controle da ação de determinadas enzimas, que podem regular o fluxo de água nas células durante a expansão.

A aplicação exógena de GAs provoca a promoção do alongamento do caule de plantas intactas, sem que haja aumento do número de entrenós (Almeida & Pereira,

1996), pois o alvo da ação das giberelinas é o meristema intercalar, o qual está localizado próximo à base do entrenó (Taiz & Zeiger, 2008).

De acordo com Schmidt et al. (2003), a ação de uma substância reguladora de crescimento depende de fatores ambientais, número e período de aplicação, concentração utilizada, estágio de crescimento da planta e da espécie ou cultivar tratada. Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho, avaliar o crescimento inicial de plantas de maracujazeiro amarelo sob pulverização foliar com giberelina (4% GA₃).

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal e em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas – UFRB, no município de Cruz das Almas – BA, no período de julho a outubro de 2008. Utilizaram-se o regulador de crescimento giberelina líquida (4% de ácido giberélico) e sementes de maracujá redondo amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg), sem defensivos, com grau de pureza de 100%. As sementes foram colocadas em sacos de polietileno preto de 15 cm de largura x 20 cm de comprimento (capacidade 2 kg), contendo areia lavada e peneirada. Inicialmente foram colocadas quatro sementes por saco em cada repetição. Aos 15 dias após a semeadura (DAS), realizou-se um desbaste, deixando-se uma planta por saco.

Aos 40 (DAS), as plantas foram submetidas a pulverizações foliares com as soluções durante sete dias consecutivos. O regulador vegetal foi aplicado via pulverização foliar nas concentrações 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 mL por litro de solução e como controle (0,0) água destilada. Utilizou-se um pulverizador manual, com capacidade de 500 mL. A Tabela 1 mostra a quantidade de ácido giberélico (mg L⁻¹) presente nas soluções utilizadas (tratamentos).

As pulverizações foram feitas nas primeiras horas da manhã, de forma a uniformizar o produto por toda planta, ou seja, molhadas intensamente, até ser atingido o ponto de escorrimento (Coelho et al., 1983).

Aos 70 DAS, foram avaliados o comprimento da raiz, de caule e total (cm), o número de folhas, a massa seca da raiz, caule e total das plantas. A determinação do comprimento da raiz e do caule foi realizada com uma régua graduada (Brasil, 1992). As massas secas foram determinadas após secagem em estufa a 65°C ± 5, até peso constante, durante 72 horas e posteriormente pesadas em balança de precisão.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (concentrações de GA₃) e quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e para as médias dos tratamentos foram ajustadas equações de regressão polinomial (Banzatto & Konkra, 2006). Utilizou-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000) para realização das análises estatísticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de folhas, o comprimento da raiz, o comprimento total e a massa da seca de folhas, não diferiram para as diferentes concentrações de GA₃ aplicadas (Tabela 2). Almeida (2008) também não encontrou efeito significativo entre os tratamentos (50,0; 150,0; 250,0 e 400,0 mg GA₃ L⁻¹ e água destilada como controle), para as variáveis comprimento da raiz e massa seca de folhas, quando pulverizou giberelina líquida (4% GA₃) em bioensaio com plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). Esses resultados podem ser explicados pelo fato da giberelina atuar de forma pouco marcante no crescimento da raiz conforme sugeriram Taiz & Zeiger (2008).

Leonel & Rodrigues (1996), também não encontraram incrementos na aplicação, via pulverização foliar, para as concentrações 25,0; 50,0; e 75,0 mg GA₃ L⁻¹ em limoeiro 'Cravo'. Contudo, Leonel & Pedroso (2005), observaram incremento no número de folhas em maracujazeiro doce à medida que aumentaram as concentrações de GA₃ até 300,0 mg L⁻¹ de solução.

Contudo, os tratamentos com o ácido giberélico (mg L⁻¹) via pulverização foliar, foram significativos para as variáveis comprimento de caule, massa seca da raiz, caule e total de plantas de maracujazeiro amarelo (Tabela 2).

No comprimento de caule, verificou-se efeito significativo (P<0,01) para os tratamentos. A equação de regressão foi ajustada para um modelo quadrático. De acordo com a Figura 1, o comprimento estimado de caule de 8,4 cm foi obtido na concentração de 96,0 mg GA₃ L⁻¹ de solução (ponto de máximo). Esta concentração promoveu um incremento de 95,35% em relação ao controle que foi de 4,28 cm. Na Figura 1 observa-se ainda, que a partir do controle até o ponto de máximo (de 96,0 mg GA₃ L⁻¹), a curva possui tendência crescente, e logo após esse ponto começa a apresentar uma rápida diminuição, até a concentração 160,0 mg GA₃ L⁻¹. Esse declínio até esta concentração, representa uma redução no comprimento de caule de 28,57% em relação à concentração máxima estimada, sugerindo que concentrações elevadas do produto levam a inibição do

crescimento do caule, uma vez que a planta já apresenta giberelina endógena. Efeito na redução do crescimento em função da giberelina endógena, também foi verificado por Carvalho et. al. (2005), quando pulverizaram ácido giberélico (concentrações de 3,0; 14,0; 29,0; 59,0; 145,0 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ e água destilada como controle) em bananeiras da cultivar Prata-Gigante. Para estes autores, concentrações a partir de 68,0 $\mu\text{mol.L}^{-1}$, foram consideradas elevadas, uma vez que a planta já apresenta giberelina endógena.

A promoção no crescimento de caule em plantas de maracujazeiro amarelo, constatada neste experimento, estão de acordo com Casper & Taylor (1989), que ao pulverizarem 50,0 mg L^{-1} de GA_3 em plantas de pessegueiro, observaram aumento no diâmetro dos ramos, bem como, no número de ramos laterais. Efeito semelhante foi verificado por Modesto et al. (1994), que ao utilizarem plântulas de limão Cravo (*Citrus limonia* Osbeck), observaram que o ácido giberélico, pulverizados nas concentrações 25,0; 50,0; 100,0; 150,0 mg $\text{GA}_3 \text{ L}^{-1}$ e água destilada como controle, em intervalos quinzenais, influenciou no comprimento e diâmetro do caule das plântulas. Scalon et al. (2006), quando pulverizaram giberelina em mudas de orelha-de-macaco (*Enterolobium contortisiliquunn* (Vell.) Morong), registraram incremento no comprimento do caule de plantas. Incremento significativo no comprimento do caule, também foi verificado por Júnior et al (2008), que após realizarem pulverização foliar nas concentrações 50,0; 100,0; 150,0; 200,0 mg $\text{GA}_3 \text{ L}^{-1}$ e água destilada como controle, obtiveram incremento crescente no crescimento da parte aérea de plantas de pessegueiro.

Segundo Higashi, et al. (2002), as giberelinas são mais freqüentemente associadas à promoção de crescimento da parte aérea e a aplicação de giberelinas pode induzir grandes aumentos na altura das plantas. Elas atuam em diversos fenômenos fisiológicos, no entanto, o gênero ou a espécie somado a outros fatores, podem determinar o efeito específico na resposta.

Com exceção da massa seca de folhas, a análise de variância demonstrou efeitos significativos ($P < 0,05$) em relação às concentrações de ácido giberélico utilizadas, via pulverização foliar, para a massa seca de plantas de maracujazeiro amarelo (Tabela 2). Para a massa seca da raiz, a equação de regressão foi ajustada para um modelo quadrático (Figura 2). Com base neste modelo, a massa seca da raiz estimada de 0,06 g foi obtida na concentração (ponto de máximo) de 78,8 mg $\text{GA}_3 \text{ L}^{-1}$ de solução (Figura 2). Esta máxima concentração estimada, promoveu um incremento de 62,0% nessa variável em relação ao controle que foi de 0,035g. A curva possui tendência crescente, e logo após esse ponto de máximo, começa a apresentar uma rápida diminuição até a concentração de 160,0 mg $\text{GA}_3 \text{ L}^{-1}$ de solução. Esse declínio representa uma redução de

68,0 % em relação à concentração máxima. Resultados diferentes foram encontrados por Almeida (2008), que após pulverizações giberelina líquida em plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum L.*), não verificou diferenças significativas entre os tratamentos para essa variável.

A massa seca de caule de plantas de maracujazeiro amarelo apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) para os tratamentos (Tabela 2). Um modelo quadrático foi ajustado e demonstrou que para a concentração estimada (ponto de máximo) de $91,6 \text{ mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$ de solução para esta variável, foi de $0,04 \text{ g}$. Nesta concentração, verificou-se um incremento de $178,2\%$ em relação ao controle que foi de $0,015 \text{ g}$ (Figura 3).

Observa-se que a partir do controle ($0,0 \text{ mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$) até o ponto de máximo ($91,6 \text{ mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$), a curva apresenta tendência crescente, e em seguida uma diminuição da massa seca de caules de $55,0\%$ até a concentração de $160,0 \text{ mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$ de solução. Resultados diferentes foram encontrados por Leite et al. (2003), que avaliando os efeitos de giberelina na cultura da soja, observaram que a aplicação desse regulador vegetal, nas concentrações $50,0$ e $100,0 \text{ mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$ de solução, não incrementou esta variável. Almeida (2008), também, após pulverizações em bioensaio com plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum L.*), também, não verificou diferenças significativas entre os tratamentos para a massa seca de caules.

O efeito da redução da massa seca (raízes e caules) é uma consequência da redução que ocorre no crescimento destes órgãos e a inibição de forma diferenciada a partir da concentração máxima, observado em raízes e caules do maracujazeiro amarelo, sugere que o ácido giberélico atue promovendo o crescimento de forma especial para os diferentes órgãos, indicando o mesmo mecanismo de ação observado após tratamento com auxinas.

Um bioensaio clássico, realizado por Thimann (1937), demonstrou que as raízes são mais sensíveis à aplicação de auxinas quando comparadas aos caules. Como o ácido giberélico e auxina parecem exercer efeitos semelhantes na fisiologia de plantas, foi observado neste estudo, que o sistema radicular de maracujazeiro amarelo é mais sensível que o caule de plantas, à ação do ácido giberélico, pois o declínio da seca da raiz foi a partir da concentração de $78,8 \text{ mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$ de solução, enquanto que a massa de caule foi a partir de $91,6 \text{ mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$, confirmando essa maior sensibilidade (Figuras 2 e 3).

Apesar de o ácido giberélico aumentar a extensibilidade da parede celular sem acidificação da parede, mecanismo observado pela ação de auxina, o ácido giberélico nunca está presente em tecidos com ausência completa de auxina e seus efeitos no crescimento podem depender da acidificação da parede celular induzida por auxina (Taiz & Zeiger, 2008).

A análise de variância (Tabela 2) e regressão polinomial mostraram resultados significativos para a variável massa seca total ($P < 0,05$). De acordo o modelo matemático, a massa seca total estimada de 0,14g foi obtida na concentração (ponto de máximo) de 84,0 mg GA₃ L⁻¹ de solução. Nesta concentração, o regulador vegetal promoveu um incremento de 87,66% para essa variável em relação ao controle, que foi de 0,0746g (Figura 4).

Observa-se que a partir do controle (água destilada) até o ponto de máximo (84,0 mg GA₃ L⁻¹), a curva possui tendência crescente, e logo após esse ponto começa a apresentar uma rápida diminuição de 62,4% até a concentração de 160,0 mg GA₃ L⁻¹ de solução.

CONCLUSÕES

Concentrações no intervalo entre 95,0 e 100,0 mg GA₃ L⁻¹ ministrado via pulverização foliar, promovem crescimento expressivo no comprimento do caule. Pulverizações realizadas com o regulador vegetal proporcionam aumentos significativos na massa seca de raízes, caules e total em plantas de maracujazeiro, para concentrações no intervalo entre 78,0 e 92,0 mg GA₃ L⁻¹.

REFERÊNCIAS

Almeida, A. Q. 2008. *Ação de estimulante vegetal e giberelina no crescimento, desenvolvimento e produção de Nicotiana tabacum L.*, 85p. (Dissertação de Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas de Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Brasil.

Almeida, J. A. S., Pereira, M. F. D. A. 1996. Efeito de GA₃ e paclobutrazol no desenvolvimento vegetativo do girassol. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Brasília 9: 55-60.

Banzatto, D.A., Kronka, S.N. 2006. *Experimentação agrícola*. Funep, Jaboticabal, Brasil. 237 p.

Brasil, Ministério da Agricultura. 1992. *Regras para análise de sementes*. Departamento Nacional de Produção Vegetal, Brasília, Brasil. 365 p.

Bruckner, C.H., Casali, V.W.D.; Regazzi, A.J., Silva, A.M. 1995. Self-incompatibility in passion fruit (*Pasiflora edulis Sims*). *Acta Horticulturae* 370: 45-57.

Carvalho, J.A.B.S., Peixoto, C.P., Silva, S.O., Ledo, C.A.S, Peixoto, M.F.S.P., Alves, J.S. 2005. Uso da giberelina GA₃ na seleção do porte de bananeira das cultivares prata e prata-anã. *Revista Brasileira de Fruticultura* 27: 449-453.

Casper, J. A., Taylor, B. H. 1989. Growth and development of Young Loring peach trees after foliar sprays of paclobutrazol and GA₃. *HortScience* 24: 240-242,

Castro, P. R E., Vieira, E L. 2003. Ação de bioestimulante na cultura do feijoeiro. In: Fancelli, A. L.; DOURADO, E.V. *Feijão irrigado: tecnologia e produtividade* 28: 73-100.

Coelho, Y.S., Oliveira, A.A.R., Caldas, R.C. 1983. Efeitos do ácido giberélico (GA₃) no crescimento de porta-enxertos para citros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 18: 1229-1232.

Daykin, A., Scott, I. M., Francis, D., Causton, D. R. 1997. Effects of gibberellin on the cellular dynamics of dwarf pea internode development. *Planta* 203: 526-535.

Ferreira, D. F. 2000. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria. *Programa e resumos...* São Carlos, Brasil. p. 255-258.

Ferreira, G. 2000. Propagação do maracujazeiro. *Informe Agropecuário* .21: 18-24.

Grattapaglia, D., Caldas, L. S., Silva, J. R., Machado, M. A. 1991. Cultura de tecidos de maracujá. In: São José, A. R (ed.) *A cultura do maracujá no Brasil*. Funep, Jaboticabal, Brasil. p. 61-75.

Higashi, E. N., Silveira, R. L. V. A.; Gouvêa, C. F.; Basso, L. H. M. 2002. Ação fisiológica de hormônios vegetais na condição hídrica, metabolismo e nutrição mineral. In: Castro, P.R.C.; Sena, J.O.A.; Kluge, R.A. *Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal*. Editora da Universidade Estadual de Maringá (Eduem), Maringá, Brasil. p. 175-186.

Junior, A. W., Silva, J. O. C., Santos, C. E. M.; Pimente, L. D., Negreiros, J. R. S. N., Bruckner, C.H. 2008. Ácido giberélico no crescimento inicial de mudas de pessegueiro. *Ciência e. agrotecnologia* 32: 1035-1039.

Leite, V. M., Rosolem, C. A., Rodrigues, J. D. 2003. Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. *Scientia Agricola*. 60: 537-541.

Leonel, S., Pedroso, C. J. 2005. Produção de mudas de maracujazeiro doce com uso de biorregulador. *Revista Brasileira de fruticultura* 27: 107- 119.

Leonel, S., Rodrigues, J.D. 1995. Efeito de fitorreguladores, no crescimento e desenvolvimento de porta-enxerto de limoeiro Cravo. In: Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal. *Programas e resumos...* Lavras, Brasil. p.19.

Leonel, S., Rodrigues, J. D. 1996. Efeitos de giberelinas, citocininas e do nitrato de potássio no crescimento e desenvolvimento do porta-enxerto de limoeiro 'Cravo'. *Scientia Agrícola* 53: 261-266.

Lima, A. A. 2002. Maracujá produção: aspectos técnicos. *Embrapa: Informações Tecnológicas* 43: 76-84

Luna, J.V.U. 1984. Instruções para a cultura do maracujá. *Epaba: Circular Técnica* 7: 25

Modesto, J.C., Rodrigues, J.D., Pinho, S.Z. 1994. Efeitos da aplicação de ácido giberélico (GA₃) em "seedlings" de limão "Cravo" (*Citrus limonia* Osbeck). In: Reunião Anual da SBPC, 46. *Anais...* Vitória, Brasil. p.16.

Natale, W., Prado, R. M., Leal, R, M., Franco, C.F. 2004. Efeitos da aplicação de zinco no desenvolvimento, no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro. *Revista Brasileira de fruticultura* 26: 310-314.

Rodrigues, T. J. D., Leite, I. C. 2004. *Fisiologia vegetal – hormônios das plantas*. Funep, Jaboticabal, Brasil.78p.

Scalon, S.P.Q., Mussury, R.M., Gomes, A.A., Silva, K.A., Watheir, F., Folho, S.H. 2006. Germinação e crescimento inicial da muda de orelha-de-macaco (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong): efeitos de tratamentos químicos e luminosidade. *Revista Árvore* 30: 529-536.

Schmidt, C. M, Bellé, R. A., Nardi, C., Toledo, K. A. 2003. Ácido giberélico (GA₃) no crisântemo (*Dedranthema grandiflora* Tzvelev.) de corte viking: cultivo de verão. *Ciência Rural* 33: 267-274.

Taiz, L.; Zeiger, E. 2008. *Fisiologia Vegetal*. Artmed, Porto Alegre, Brasil. 820p.

Thimann, K.V. 1937. On the nature of inhibitors caused by auxin. *American Journal of Botany* 24: 407-412.

Tabela 1. Soluções (tratamentos) de giberelina líquida (mL L⁻¹) com as respectivas concentrações de ácido giberélico (mg L⁻¹) utilizadas e controle.

mL L ⁻¹ de giberelina líquida (4% de GA ₃)	Concentrações de GA ₃ presente nos tratamentos
Controle (água)	0 mg GA ₃ L ⁻¹
0,5 mL L ⁻¹	20 mg GA ₃ L ⁻¹
1,0 mL L ⁻¹	40 mg GA ₃ L ⁻¹
2,0 mL L ⁻¹	80 mg GA ₃ L ⁻¹
4,0 mL L ⁻¹	160 mg GA ₃ L ⁻¹

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as variáveis: comprimento da raiz (CR), comprimento de caule (CC), comprimento total (CT), número de folhas (NF), massa seca da raiz (MSR) massa seca da folha (MSF), massa seca de caule (MSC) e massa seca total (MST) das plantas de maracujazeiro amarelo, em resposta aos tratamentos de pulverizações com ácido giberélico mais controle (água).

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS							
		CR	CC	CT	NF	MSR	MSF	MSC	MST
TRAT	4	7,43 ^{ns}	9,63**	14,54 ^{ns}	0,87 ^{ns}	0,0005*	0,0005 ^{ns}	0,0004*	0,0004*
ERRO	15	16,00	0,901	18,33	0,433	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001
CV (%)		15,90	14,89	13,57	13,17	29,93	50,54	35,84	33,80
MÉDIA GERAL		25,17	6,38	31,54	5,00	0,04	0,03	0,029	0,10

** Significativo a 1% de probabilidade; *Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo

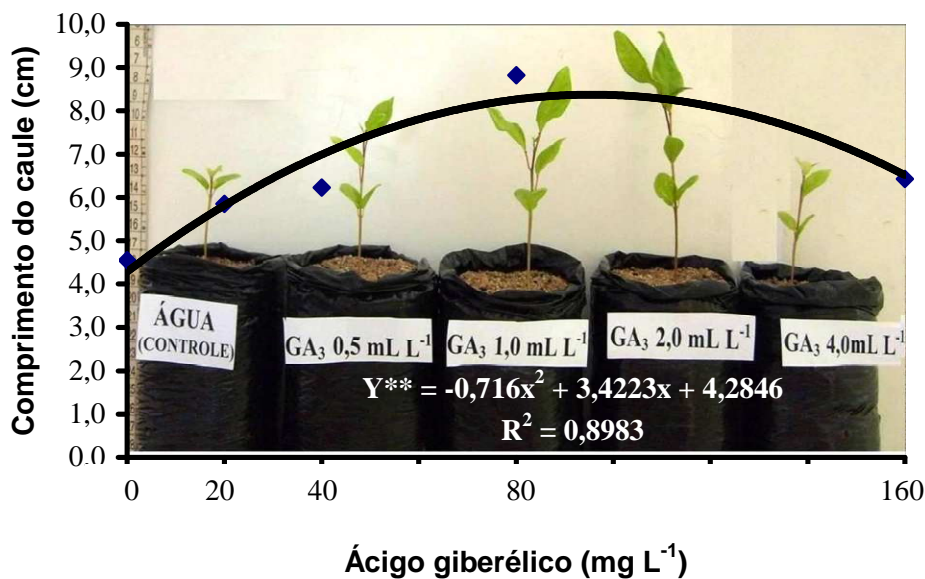


Figura 1. Comprimento do caule plantas de maracujá amarelo, em resposta a pulverização foliar com ácido giberélico.

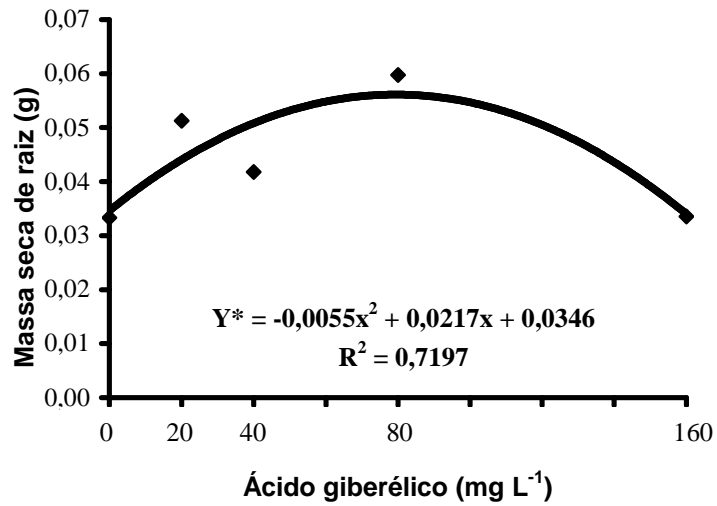


Figura 2. Massa seca de raiz de plantas de maracujazeiro amarelo, em resposta a pulverização foliar com ácido giberélico.

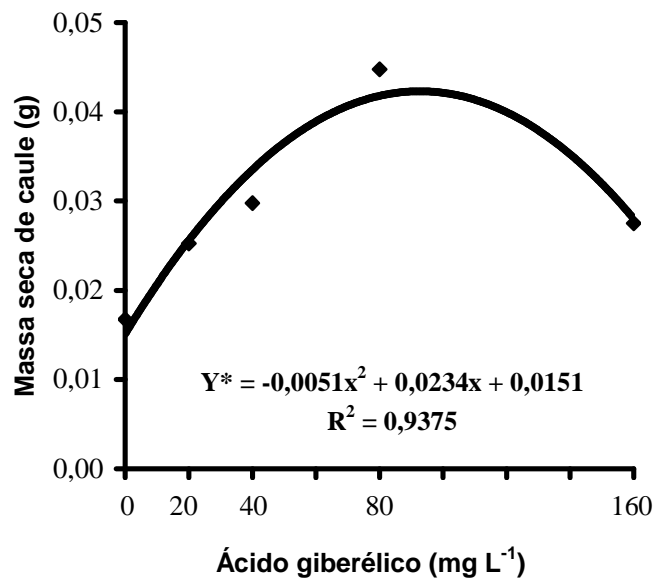


Figura 3. Massa seca de caule de plantas de maracujá amarelo, em resposta a pulverização foliar com ácido giberélico.

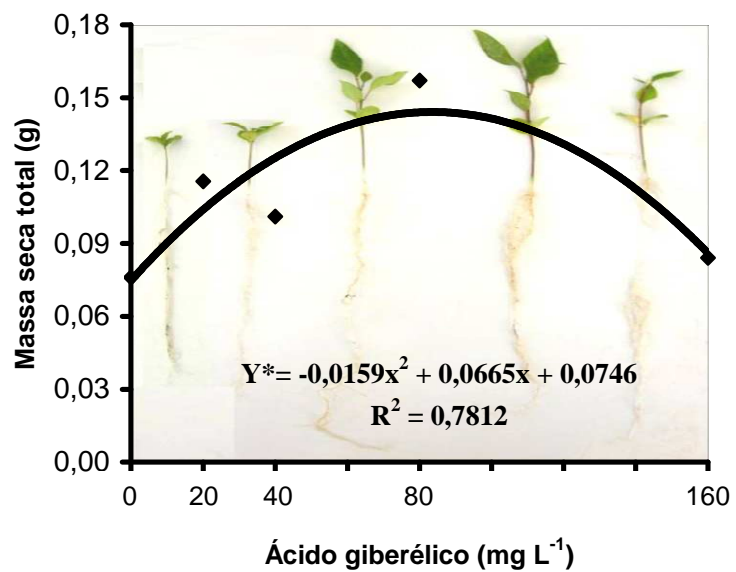


Figura 4. Massa seca total de plantas de maracujá amarelo, em resposta a pulverização foliar com ácido giberélico.

CAPÍTULO 3

CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE MARACUJAZEIRO AMARELO SUBMETIDAS À PRÉ-EMBEBIÇÃO DE SEMENTES E PULVERIZAÇÃO FOLIAR COM GIBERELINA¹

¹ Artigo submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB.

Crescimento inicial de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas à pré- embebição de sementes e pulverização foliar com giberelina

Resumo - Objetivou-se avaliar os efeitos da ação da giberelina, via pulverização foliar, no crescimento inicial de plantas de maracujazeiro oriunda de sementes pré-embebidas em giberelina líquida (4% de ácido giberélico e 96% de ingredientes inertes). O experimento foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal e em casa de vegetação do Centro do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da UFRB. Utilizaram-se sementes de maracujazeiro amarelo e o regulador nas concentrações 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 mL de giberelina líquida por litro de solução e como controle água destilada. Sementes foram pré-embebidas em soluções de ácido giberélico por seis horas, em seguida foram colocadas para secar a sombra durante 20 minutos e semeadas em sacos de polietileno preto de 15cm x 20cm (capacidade 2 kg) contendo areia lavada. Inicialmente foram colocadas quatro sementes por saco em cada repetição. Aos 15 dias após a semeadura (DAS) realizou-se um desbaste deixando uma planta por saco. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições. Aos 40 DAS, as plantas foram submetidas a 7 dias consecutivos de pulverizações com as soluções de giberelina nas mesmas concentrações utilizadas na pré-embebição de sementes. Aos 70 DAS registrou-se o comprimento da raiz, da parte aérea e total, o número de folhas, a massa seca da raiz, folhas, parte aérea e total das plantas. O regulador vegetal ministrado via pré-embebição de sementes mais pulverização foliar, promove maior crescimento inicial e incrementa a massa seca de plantas de maracujazeiro amarelo.

Termos para indexação: *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. Ácido giberélico. Pré-embebição de sementes. Via foliar. Desenvolvimento inicial.

Initial growth of yellow passion fruit plants subjected to pre-soaking seed and foliar spraying with gibberellin

Abstract -This study aimed to evaluate the effects of gibberellin action, by leaf sprays, the initial growth of passion fruit coming from seeds pre-soaked in gibberellin net (4% acid and 96% inert ingredients). The experiment was conducted at the Laboratory of Plant Physiology and in the greenhouse of the Center for Agricultural, Environmental and Biological Sciences of UFRB. Seed lots of yellow passionfruit was used and the regulator in the concentrations 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 mL of gibberellin per liter of liquid solution and as a control distilled water. Seeds were pre-soaked in solutions of gibberellic acid for six hours, then put the shade to dry for 20 minutes and seeded in black polyethylene bags 15cm x 20cm (capacity 2 kg) containing washed sand. Initially it was placed four seeds per bag in each repetition. At 15 days after sowing (DAS) it was made a thinning leaving one plant per bag. A completely randomized design with five treatments and four replications. After 40 DAS, the plants were subjected to 7 consecutive days of spraying with solutions of gibberellin in the same concentrations used in the pre-soaking of seeds. At 70 DAS it was recorded the length of root, shoot and total leaf number, dry mass of roots, leaves, shoots and the total of plants. The plant growth regulator administered via pre-soaking seeds more foliar spray, promotes higher initial growth and increases the dry weight of yellow passion fruit plants.

Index terms: *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. Gibberellic acid. Seed pre-soaking. Foliar. Initial development.

Introdução

O Brasil é o principal produtor mundial de maracujá, com aproximadamente 34.994 ha plantados e uma produção, em 2003, de 485,34 mil toneladas de frutos (Agrianual, 2006). Apesar de ser o principal produtor, a produtividade média nacional é de 14 t ha⁻¹ (Bruckner, 1997; IBGE, 2004), a qual pode ser considerada baixa, quando comparada a do Havaí que apresenta, em média, produtividade de 50 t ha⁻¹ (Ruggiero et al., 1996).

Dentre as regiões produtoras do Brasil destacam-se a Sudeste e a Nordeste, sendo os principais estados produtores: Bahia, Espírito Santo, São Paulo, Rio de Janeiro, Ceará e Sergipe. Atualmente, o agronegócio com maracujá no Brasil gera R\$ 500 milhões e 250 mil empregos, podendo absorver mão-de-obra entre cinco e seis pessoas (direta e indiretamente) por hectare durante dois anos (Embrapa, 2008).

Apesar de existirem muitas informações sobre a cultura do maracujazeiro, é unânime a afirmativa de que o início e o término da germinação das sementes de *Passifloráceas* ocorrem de forma irregular, podendo, este período, ser de dez dias a três meses, o que dificulta a formação das mudas, por não serem uniformes (Luna, 1984). O método mais usual no estabelecimento de pomares comerciais ainda é o de mudas formadas de propagação sexual devido ao menor custo de produção (Leonel & Pedroso, 2005) embora com elevada desuniformidade (Bruckner et al., 1995). Com a descoberta dos efeitos dos reguladores vegetais sobre as plantas cultivadas e os benefícios promovidos por estas substâncias, muitos compostos e combinações desses produtos têm sido pesquisados com a finalidade de resolver problemas do sistema de produção e melhorar qualitativa e quantitativamente a produtividade (Castro & Vieira, 2003).

Diferentes resultados de pesquisa preconizam o uso de biorreguladores como forma de acelerar e incrementar a germinação das sementes e, também, promover o crescimento de mudas de diferentes espécies (Burns & Coggins, 1969; Kiang, 1984; Leonel et al, 1994; Ferreira, 1998).

Sobre incrementos no crescimento de plantas jovens, Taiz & Zeiger (2008) reportam que as giberelinas estimulam a síntese de enzimas hidrolíticas, que atuam sobre amidos, proteínas e aminoácidos, liberando energia para a síntese protéica, necessária para o desenvolvimento das plantas. As giberelinas endógenas influenciam uma grande variedade de processos do desenvolvimento e atuam durante todo o ciclo das plantas (Rodrigues & Leite, 2004).

A função desse grupo de hormônios está associada à promoção do crescimento caulinar, dentre outros efeitos fisiológicos. Plantas submetidas a aplicações de giberelinas

podem ser induzidas a obter um maior crescimento na sua estatura (Echer, 2006). O padrão oficial de desenvolvimento e comportamento de cada planta é o resultado de um complexo interligado entre os fatores genéticos, fisiológicos e ambientais (Higashi et al. 2002). Neste contexto, objetivou-se neste ensaio, avaliar os efeitos do ácido giberélico, via pré-embebição de sementes e pulverização foliar no crescimento inicial de plantas de maracujazeiro amarelo.

Material e Métodos

O ensaio foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal e em Casa de Vegetação do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas – UFRB, no município de Cruz das Almas – BA. Utilizaram-se o regulador de crescimento giberelina líquida (4% de ácido giberélico) e sementes de maracujá redondo amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg), sem defensivos, com grau de pureza de 100%.

O regulador vegetal (4% de ácido giberélico e 96,0% de ingredientes inertes) foi testado na pré-embebição de sementes e via pulverização foliar nas concentrações 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 mL de giberelina líquida por litro de solução e como controle água destilada. A tabela 1 mostra a quantidade de ácido giberélico (mg L^{-1}) presente nas soluções utilizadas (tratamentos).

Inicialmente as sementes foram pré-embebidas por seis horas nas soluções de ácido giberélico (tratamentos) e em seguida colocadas para secar a sombra. Após a secagem, as sementes foram colocadas em sacos de polietileno preto de 15 cm de largura x 20 cm de comprimento (capacidade 2 kg), contendo areia lavada. Foram colocadas quatro sementes por saco em cada repetição e aos 15 dias após a semeadura (DAS), realizou-se o desbaste deixando-se uma planta por saco.

Aos 40 (DAS), as plantas foram submetidas à pulverização foliar nas mesmas concentrações da pré-embebição durante sete dias consecutivos. Utilizou-se um pulverizador manual, com capacidade de 500 mL. As pulverizações foram feitas nas primeiras horas da manhã, de forma a uniformizar o produto por toda planta, ou seja, molhadas intensamente, até ser atingido o ponto de escorrimento (Coelho et al., 1983). Aos 70 DAS foram avaliados o comprimento da raiz, parte aérea e total (cm), o número de folhas, a massa seca da raiz, parte aérea e total das plantas.

Para a determinação do comprimento da raiz e da parte aérea foi utilizada uma régua graduada (Brasil, 1992). As massas secas foram determinadas após secagem em

estufa a $65^{\circ}\text{C} \pm 5$, até peso constante durante 72 horas. Após este tempo as amostras foram pesadas em balança de precisão (0,0001g) para a determinação da massa seca.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos (concentrações de GA_3) com quatro repetições, de uma planta cada. Os dados foram submetidos à análise de variância e para as médias dos tratamentos foram ajustadas equações de regressão polinomial. (Banzatto & Kronka, 2006). Utilizou-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000) para realização das análises estatísticas.

Resultados e Discussão

A análise de variância revelou que não houve efeito significativo entre os tratamentos para a variável número de folhas. O comprimento da raiz, caule e total e massa seca da raiz, caule, folhas e total de plantas de maracujazeiro amarelo, responderam positivamente aos tratamentos com o regulador vegetal (Tabela 2).

O comprimento de caule de plantas pulverizadas e oriundas de sementes pré-embebidas foi altamente significativo ($P < 0,01$) (Tabela 2). A equação de regressão foi ajustada para um modelo quadrático. Com base nesta equação, verificou-se que o comprimento de caule estimado de 7,4 cm foi obtido na concentração (ponto de máximo) de $84,0 \text{ mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$ de solução, registrando um incremento de 87,7% em relação ao controle que foi de 3,9 cm (Figura 1). De acordo com este gráfico, é notável um declínio de 63,7% a partir do ponto máximo até a concentração $160,0 \text{ mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$ de solução. Esses resultados concordam com Modesto et al. (1996) que estudaram o efeito do ácido giberélico sobre o comprimento e diâmetro do caule de plântulas de limão "cravo" (*Citrus limonia* Osbeck) em condições de campo e observaram que o fitorregulador promoveu efeito favorável com relação ao incremento do comprimento do caule, sendo o tratamento na concentração de $150,0 \text{ mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$ de solução, superior aos demais e que o diâmetro do caule atingiu maiores dimensões com aplicação de ácido giberélico nas concentrações de 50,0 e 25,0 $\text{mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$ de solução. Porém, estes resultados diferem dos relatados por Barros (2006), os quais mostram que a pré-embebição de sementes mais a pulverização foliar com giberelina (4% GA_3), não causaram efeitos significativos no comprimento do caule em plantas de algodão e milho.

Para a produção de mudas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata*), Ferreira et al. (2001) verificaram que, a partir de $100,0 \text{ mg L}^{-1}$ de ácido giberélico, se observou aumento na germinação e maior desenvolvimento inicial de mudas em sacos de polietileno preto

com substrato comercial. Neste contexto, Davies (1995) e Taiz & Zeiger (2008) reportam efeitos fisiológicos diferentes entre espécies e que podem diferir em função de influências ambientais, época e número de aplicações, fase de crescimento e concentrações empregadas, conforme observado entre as espécies do gênero *Passiflora* citadas.

Leite et al. (2003), observaram que houve aumento na altura das plantas, altura do primeiro nó e diâmetro do caule, quando pulverizaram 100,0 mg GA₃ L⁻¹ em soja. Broch et al. (1997), verificaram a influência do manejo da lâmina de água e do ácido giberélico no estabelecimento de plântulas de arroz e concluiu que a barreira física exercida pela água atrasa o desenvolvimento inicial da parte aérea das plântulas, mas o ácido giberélico aumenta o desenvolvimento inicial das mesmas.

A variável comprimento da raiz, de plantas pulverizadas oriundas de sementes pré-embecidas, aos 70 DAS apresentou significância (P<0,01) (Tabela 2). A equação de regressão foi ajustada para um modelo quadrático, onde se verificou que o comprimento radicular vertical (ponto de máximo) de 25,2 cm foi obtido na concentração de 58,4 mg GA₃ L⁻¹ de solução, obtendo um incremento no crescimento do sistema radicular de 14,6% em relação ao controle, que foi de 21,99 cm (Figura 2). Um declínio de 35,2% a partir do ponto máximo é observado até a concentração testada de 160,0 mg GA₃ L⁻¹ de solução. Este declínio no crescimento, também foi verificado por Carvalho et. al. (2005), quando pulverizaram ácido giberélico (concentrações de 3,0; 14,0; 29,0; 59,0 e 145,0 µmol.L⁻¹ e água destilada como controle) em bananeiras da cultivar Prata-Gigante. Para estes autores, concentrações a partir de 68,0 µmol.L⁻¹, foram consideradas elevadas, uma vez que a planta já apresenta giberelina endógena.

O efeito de redução do crescimento, de forma diferenciada a partir da concentração máxima, observado em raízes e caules do maracujazeiro amarelo, sugere que o ácido giberélico atue promovendo o crescimento de forma especial para os diferentes órgãos, indicando o mesmo mecanismo de ação observado após tratamento com auxinas. Segundo Taiz & Zeiger (2008), o ácido giberélico aumentar a extensibilidade da parede celular sem acidificação da parede, mecanismo observado pela ação de auxina, o ácido giberélico nunca está presente em tecidos com ausência completa de auxina e seus efeitos no crescimento podem depender da acidificação da parede celular induzida por auxina.

O mecanismo de ação da auxina em diferentes órgãos, verificado por Thimann (1937), demonstrou que as raízes são mais sensíveis à aplicação de auxinas quando comparadas aos caules. Como o ácido giberélico e auxina parecem exercer efeitos semelhantes na fisiologia de plantas, foi observado neste estudo, que o sistema radicular

de maracujazeiro amarelo é mais sensível que o caule de plantas à ação do ácido giberélico, pois o declínio do comprimento de caule foi a partir da concentração 84,0 mg GA₃ L⁻¹, enquanto que o comprimento de raiz foi a partir da concentração de 58,4 mg GA₃ L⁻¹ de solução, confirmando essa maior sensibilidade (Figuras 1 e 2).

O comprimento total de plantas de maracujazeiro amarelo oriundas de sementes pré-embtidas e pulverizadas com o produto, apresentou aos 70 DAS, significância (P<0,05) pelo teste F da análise de variância (Tabela 2). A equação de regressão foi ajustada para um modelo matemático quadrático. Com base neste modelo matemático, verificou-se que o comprimento total das plantas de maracujazeiro amarelo estimado de 32,6 cm foi obtido na concentração ótima de 68,8 mg GA₃ L⁻¹ de solução, obtendo um incremento de 25,8 % em relação ao controle que foi de 25,9 cm (Figura 3). Observa-se um declínio de 57,0% na curva de tendência a partir do ponto máximo (68,8 mg GA₃ L⁻¹) até a concentração máxima testada (160,0 mg GA₃ L⁻¹), sugerindo que concentrações elevadas de ácido giberélico provocam redução do crescimento, uma vez que a planta já apresenta ácido giberélico (Carvalho, 2005).

Os resultados desta pesquisa estão de acordo com Leonel e Pedroso (2005), que ao realizarem pulverizações em plantas de maracujazeiro doce com GA₃, a intervalos quinzenais, (concentrações 100,0; 200,0; 300,0; 400,0 mg GA₃ L⁻¹ e água destilada como controle) evidenciaram que os tratamentos realizados com o biorregulador proporcionaram incrementos significativos na altura de plantas e os melhores resultados estiveram associados à concentração de 300,0 mg GA₃ L⁻¹ de solução.

Quanto à massa seca de caule, raiz, folhas e total, a análise variância revelou diferenças significativas (P<0,05) pelo teste F para os tratamentos. Apesar do resultado significativo (Tabela 2), não foi possível o ajuste de uma equação de regressão com valores de coeficiente de determinação (R²) altos e com significado biológico. Segundo Banzatto & Kronka (2006), quando determinamos uma equação de regressão é conveniente apresentar o correspondente coeficiente de determinação (R²) que representa, em percentagem, quanto à variação na resposta é explicada pela regressão em questão.

Contudo, as curvas de tendência em função das concentrações utilizadas são demonstradas na Figura 4.

Na concentração 20,0 mg GA₃ L⁻¹ de solução, a massa seca de caule (Figura 4a), raiz (Figura 4b) e folha (Figura 4c), incrementaram sobre o grupo controle o equivalente a 100,0%, 36,3%, 148,0%, respectivamente. Esses resultados estão de acordo com Barros (2006), que após pulverizar giberelina líquida (4% GA₃) em plantas de algodão e soja,

oriundas de sementes pré-embebidas, obteve incremento significativo para variável massa seca de caule. Botelho et al. (2003), em seu ensaio com uvas de mesa 'Vênus', avaliando características dos cachos e bagos, e utilizando 20,0 mg GA₃ L⁻¹ de solução, constataram que a utilização desse regulador vegetal promoveu aumento na massa seca da folhas. Broch et al. (1997), descreve que o ácido giberélico proporcionou incremento na massa seca (18,0%) do sistema radicular em plântulas de arroz. Barros (2006), após pulverizar giberelina líquida (4% GA₃), em plantas de algodão, soja e milho, oriundas de sementes pré-embebidas, obteve incremento significativo para variável massa seca de raiz.

A massa seca total (Figura 4d) de plantas oriundas de sementes pré-embebidas por seis horas e pulverizadas com o regulador vegetal na concentração 20,0 mg GA₃ L⁻¹, foi de 0,13 g, o que representa um incremento de 77,4% em relação ao controle que obteve 0,07 g, indicando também um aumento favorável a esta variável. Na Figura 4d, é observado que a partir da concentração 20 mg GA₃ L⁻¹ de solução, há um rápido declínio até a concentração 160,0 mg GA₃ L⁻¹ de solução. Todas as concentrações testadas a partir de 20 mg GA₃ L⁻¹, não promoveram incremento, ou seja as concentrações 40,0; 80,0 e 160,0 mg GA₃ L⁻¹ de solução, não responderam positivamente para a variável massa seca total, apresentando médias abaixo do controle na ordem de 31,36%, 15,14% e 21,95% respectivamente.

Apesar do maior comprimento de planta ser observado para concentrações no intervalo entre 58,0 e 85,0 mg (Figura 3), as plantas de maracujazeiro amarelo apresentaram maior massa seca para todas as partes estudadas (caules, raízes e folhas), quando submetidas a concentração de 20,0 mg GA₃ L⁻¹. Isto porque, crescimento nem sempre significa um aumento de tamanho (Felipe, 1985). Peixoto (2005), explica que alguns organismos utilizam materiais de reserva para produzir novas células, havendo multiplicação celular, sem, contudo aumentar em extensão, que se dá por vacuolização.

Conclusões

Concentrações no intervalo entre 58,0 e 85,0 mg GA₃ L⁻¹ ministradas via pré-embebição de sementes mais a pulverização foliar, promovem melhor crescimento de planta. O regulador vegetal proporciona aumentos significativos na massa de plantas de maracujazeiro amarelo, na concentração de 20 mg GA₃ L⁻¹.

Referências Bibliográficas

AGRIANUAL 2006 - **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo, FNP Consultoria & Comércio. 2006. p. 370-375: (Maracujá).

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 4ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.

BARROS, Tânia. Fonseca. **Ação de giberelina líquida na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial de plantas cultivadas**. 2006. 53f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Curso de Pós-graduação em Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal da Bahia, 2006.

BOTELHO, R. V.; et al. Efeitos do thidiazuron e do ácido giberélico nas características dos cachos e bagos de uvas de mesa 'Vênus' na região noroeste do estado de São Paulo. **Ciênc. agrotec.** 2003; 27: 312-18.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. 2 ed. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 1992. 365p.

BROCH, D. L.; POSSENTI, J. C.; BEVILAQUA, G. A. P. Influência da lâmina de água e de reguladores de crescimento no estabelecimento do arroz pré-germinado. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 3, n.2, p. 51-57, Mai. - Ago., 1997.

BRUCKNER, C.H.; CASALI, V.W.D.; REGAZZI, A.J.; SILVA, A.M. Self-incompatibility in passion fruit (*Pasiflora edulis Sims*). **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 370, p. 45-57, 1995.

BRUCKNER, C. H. Perspectivas do melhoramento genético do maracujazeiro. In: SÃO JOSÉ, A. R.; BRUCKNER, C. H.; MANICA, I.; HOFFMANN, M. (Ed.). **Maracujá: Temas selecionados – Melhoramento, morte prematura, polinização, taxionomia**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1997. p. 7-24.

BURNS, R.M.; COGGINS, JR, C.W. Sweet orange germination and growth aided by water and gibberellin seed soak. **California Agriculture**, Oakland, v. 23, n. 12, p. 18-19, 1969.

CARVALHO, J.A.B.S.; PEIXOTO, C. P.; SILVA, S. O; LEDO, C. A. S.; PEIXOTO, M. F. S. P.; SILVA, J. Uso da giberelina GA₃ na seleção do porte de bananeira das cultivares prata e prata-anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.3, p.449-453, 2005.

CASTRO, P. R E.; VIEIRA, E L. Ação de bioestimulante na cultura do feijoeiro. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, V. **Feijão irrigado: tecnologia e produtividade**. Piracicaba: ESALQ, p. 73-100, 2003.

COELHO, Y. da S.; OLIVEIRA, A.A.R.; CALDAS, R.C. Efeitos do ácido giberélico (AG₃) no crescimento de porta-enxertos para citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, V. 18, n. 11, p. 1229- 1232, 1983.

DAVIES, P.J. **Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology**. 2nd ed. London: Klumer Academic Publishers, 1995. 833p.

EMBRAPA. Reunião Técnica, 2005. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2005/dezembro/foldernoticia>. Acesso em 26 jun. 2008.

ECHER, M. de M.; GUIMARÃES, V. F.; KRIESER, C. R.; ABUCARMA, V. M.; KLEIN, J.; SANTOS, L.; DALLABRIDA, W. R. Uso de bioestimulante na formação de mudas de maracujazeiro amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 3, p. 351-360, 2006.

FELIPPE, G. M. **Desenvolvimento**. In: FERRI, M. G. Fisiologia vegetal. São Paulo. EPU, 1985. V.I, p. 1-37.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0 In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45., São Carlos, **Programa e resumos...** São Carlos: UFSCar, Julho de 2000, p.255-258.

FERREIRA, Gisela. **Estudo da embebição e do efeito de fitorreguladores na germinação de sementes de Passifloráceas**. 1998. 144f. Tese (Doutorado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

FERREIRA, G.; FOGAÇA, L. A.; BLOEDORN, M. Efeito do ácido giberélico (GA₃) aplicado em sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryander) para a produção de mudas em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.1, p.152-155, 2001.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. de A.; GONÇALVES, A. N. Nutrição e adubação em minijardim clonal hidropônico de *Eucalyptus*. **Circular técnica IPEF**, n. 194, 2002. 21p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção agrícola municipal. Culturas temporárias e perenes. 2004. v. 29. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 ago. 2004.

KIANG, C.K. Effect of soil application of Promalin on the root growth of citrus seedlings. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Gainesville, v. 96, p. 56, 1984.

LEITE, V. M.; ROSOLEM, C. A.; RODRIGUES, J. D. Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. **Scientia Agrícola**, v.60, p. 537-541, 2003.

LEONEL, S. ; PEDROSO, C. J. Produção de mudas de maracujazeiro doce com uso de biorregulador. **Rev. Bras. Frutic.** v. 27, p.107-09, 2005.

LEONEL, S.; MODESTO, J.C.; RODRIGUES, J.D. Influência de fitorreguladores e nitrato de potássio na germinação de sementes e no crescimento de porta-enxerto de *Citrus amblycarpa*. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 51, n. 2, p. 252-259, 1994.

LUNA, J.V.U. **Instruções para a cultura do maracujá**. Salvador: Epaba, 1984. 25p. (Circular Técnica, 7).

MODESTO, J. C.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. Efeito do ácido giberélico sobre o comprimento e diâmetro do caule de plântulas de limão “cravo” (*Citrus limonia* Osbeck). **Scientia Agrícola**, v.53, n.2-3, Piracicaba, May/Dec. 1996.

PEIXOTO, C. P. **Curso de Fisiologia Vegetal** – Apostila de Aulas (Fisiologia Vegetal) – Escola de Agronomia. Universidade Federal da Bahia. Cruz das Almas, BA. 2005.

RODRIGUES, T de J. D.; LEITE, I. C. **Fisiologia vegetal** – hormônios das plantas. Jaboticabal: Funep, 2004.

RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A. R.; VOLPE, C. A. OLIVEIRA, J. C.; DURIGAN, J.F.; BAUMGARTNER, J. G.; SILVA, J.R.; NAKAMURA, K.I.; FERREIRA, M. E., KAVATIR; PEREIRA, V. P. **Maracujá para exportação**: aspectos técnicos da produção. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 64 p. (Publicações Técnicas FRUPEX, 19).

Taiz, L.; Zeiger, E. 2008. *Fisiologia Vegetal*. Artmed, Porto Alegre, Brasil. 820p.

THIMANN, K.V. On the nature of inhibitors caused by auxin. **American Journal of Botany**, v. 24, p. 407-412, 1937.

Tabela 1. Soluções (tratamentos) de giberelina líquida (mL L^{-1}) com as respectivas concentrações de ácido giberélico (mg L^{-1}) utilizadas e controle.

mL L^{-1} de giberelina líquida (4% de GA_3)	Concentrações de GA_3 presente nos tratamentos
Controle (água)	0 mg $\text{GA}_3 \text{ L}^{-1}$
0,5 mL L^{-1}	20 mg $\text{GA}_3 \text{ L}^{-1}$
1,0 mL L^{-1}	40 mg $\text{GA}_3 \text{ L}^{-1}$
2,0 mL L^{-1}	80 mg $\text{GA}_3 \text{ L}^{-1}$
4,0 mL L^{-1}	160 mg $\text{GA}_3 \text{ L}^{-1}$

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as variáveis comprimento da raiz (CR), comprimento de caule (CC), comprimento total (CT), número de folhas (NF), massa seca da raiz (MSR) massa seca da folha (MSF), massa seca de caule (MSC) e massa seca total (MST) de plantas de maracujazeiro amarelo, oriundas de sementes pré-embebidas e pulverizadas com ácido giberélico mais o controle (água).

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS							
		CR	CC	CT	NF	MSR	MSC	MSF	MST
TRAT	4	61,71*	8,11**	100,86*	1,67 ^{ns}	0,0007*	0,0004**	0,0009**	0,0036*
ERRO	15	18,96	0,95	24,39	0,63	0,0001	0,0002	0,0001	0,0004
CV (%)		19,36	18,0	17,65	18,51	26,20	20,02	52,19	28,25
MÉDIA GERAL		22,49	5,49	27,98	4,30	0,04	0,02	0,02	0,08

** Significativo a 1% de probabilidade; *Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo

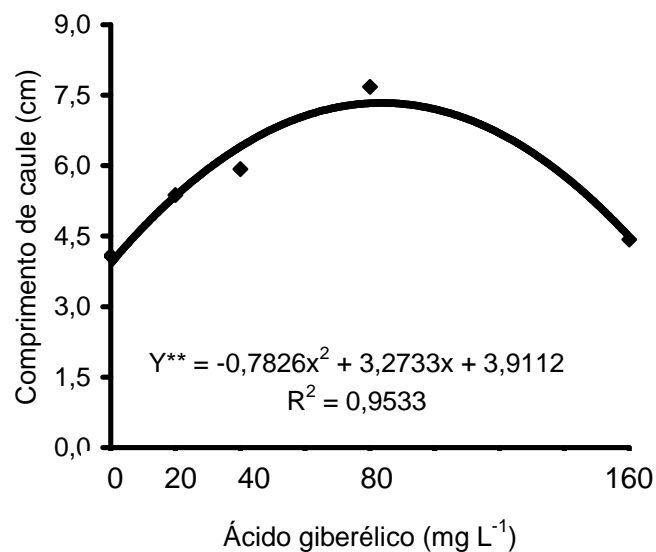


Figura 1. Comprimento de caule de plantas de maracujá amarelo, em resposta a pré-embebição de sementes e pulverização foliar com ácido giberélico.

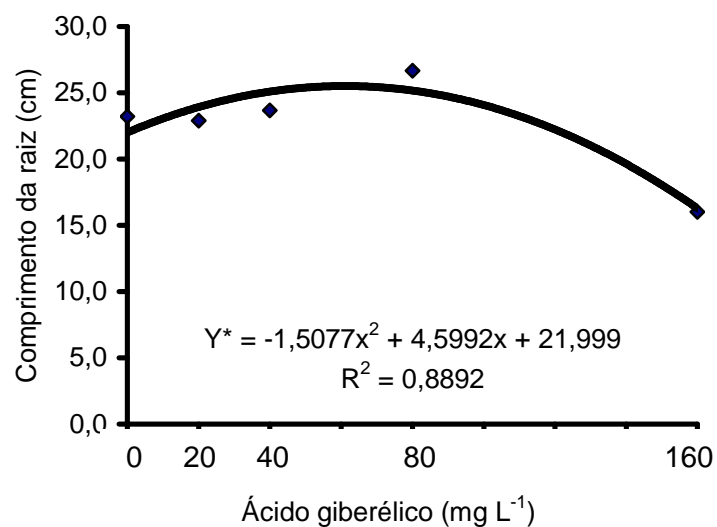


Figura 2. Comprimento da raiz de plantas de maracujá amarelo, em resposta a pré-embebição de sementes e pulverização foliar com ácido giberélico.

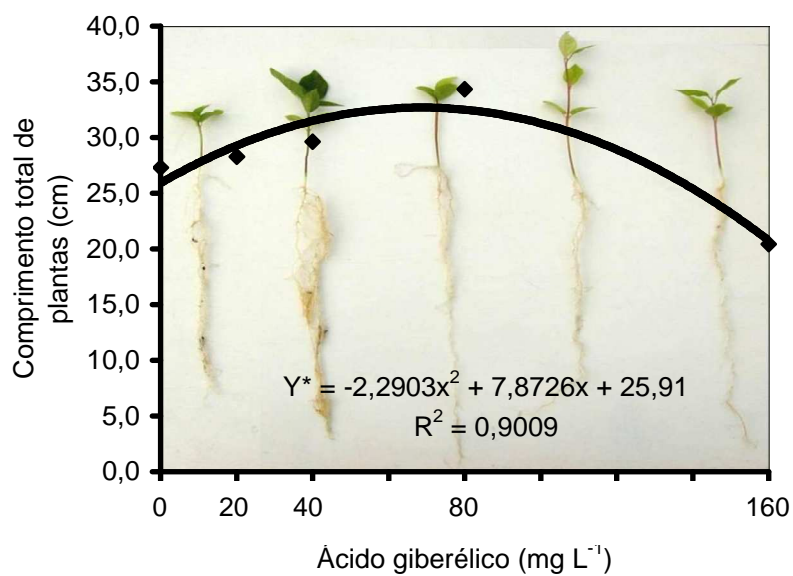


Figura 3. Comprimento total de plantas de maracujá amarelo, em resposta a pré-embebição de sementes e pulverização foliar com ácido giberélico.

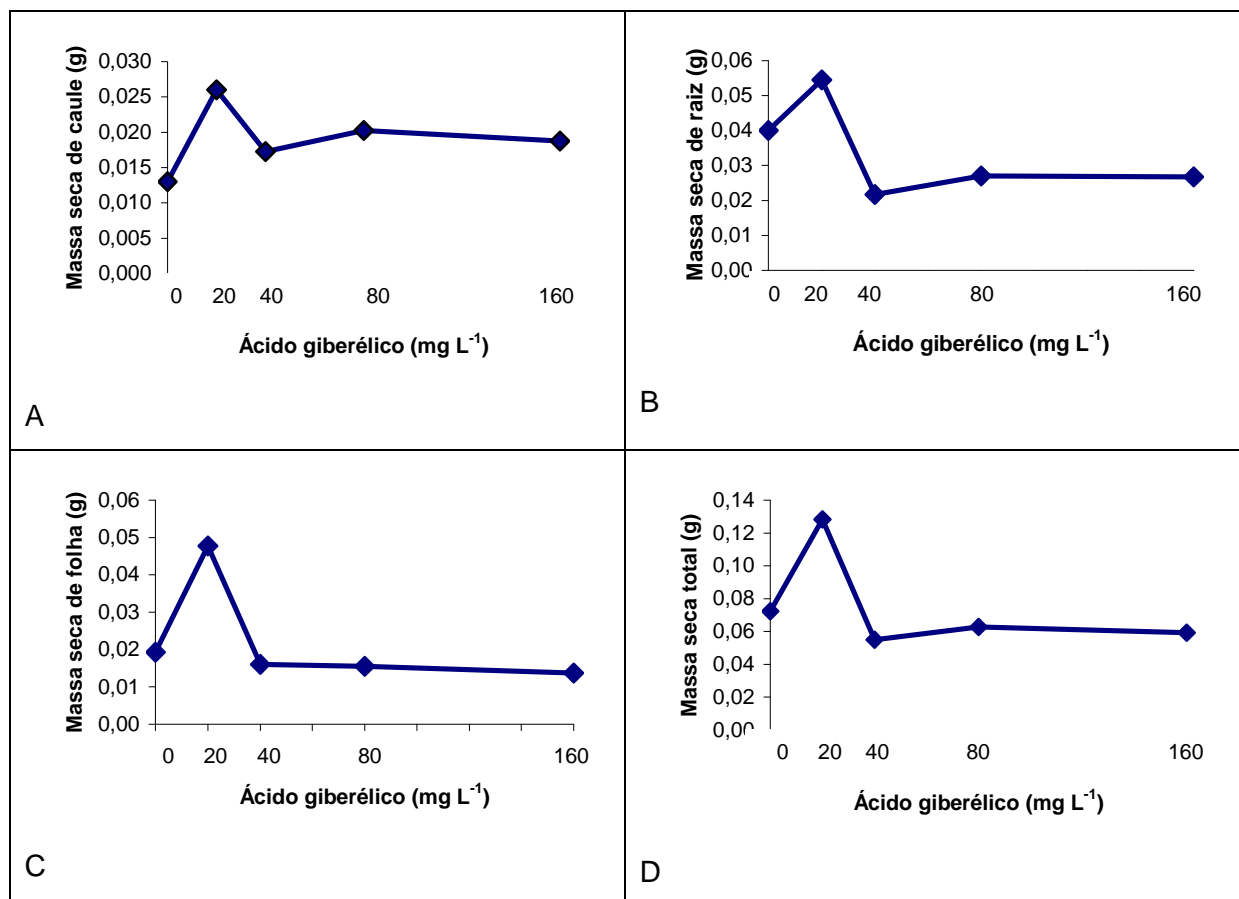


Figura 4. Massa seca de caule (A), massa seca de raiz (B), massa seca de folha (C) e massa seca total (D) de plantas de maracujazeiro amarelo, submetidas aos tratamentos de pré-embebição de sementes mais pulverização foliar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Originário das regiões tropicais, o maracujá encontra no Brasil e, principalmente, na Bahia, condições ótimas para seu cultivo, sendo uma cultura que demonstra ser geralmente rentável. A cadeia agroindustrial de maracujá tem grande relevância devido ao contingente de produtores envolvidos na atividade, que em sua maioria são pequenos proprietários. Outro aspecto importante é o volume de empregos diretos e indiretos que são gerados e que provocam efeitos multiplicadores de renda e emprego na economia, além de contribuir para a fixação de famílias no meio rural. Contudo, ainda são vários os problemas encontrados na produção desta frutífera, como: baixa germinação, o uso de mudas de má qualidade e a desuniformidade dos pomares, o que acarreta um custo elevado de mão de obra até o estabelecimento das mesmas.

A aplicação de reguladores e estimulantes vegetais tem apresentado resultados significativos na maioria das plantas cultivadas. Nesta pesquisa o regulador vegetal giberelina líquida (4% de GA₃ e 96% de ingredientes inertes) demonstrou resultados positivos e constitui um passo para minimização dos problemas que cultura do maracujazeiro amarelo apresenta atualmente, principalmente no que diz respeito à formação de mudas.

Na germinação de sementes e vigor de plântulas o produto mostrou bons resultados a partir da concentração de 90,0 mg GA₃ L⁻¹. Com destaque para a porcentagem de germinação que obteve um acréscimo de 42% a mais em relação ao controle, na concentração estimada de 100,0 mg GA₃ L⁻¹. Esse resultado oferece boas perspectivas para uma etapa tão importante que é a formação de mudas, pois o período de germinação em *Passifloráceas* varia de dez dias a três meses, o que dificulta a formação das mudas.

O regulador vegetal também se mostra viável quando pulverizado nas plantas. O produto foi testado em dois grupos de plantas, nas oriundas de sementes pré-embebidas e não pré-embebidas. Apesar desta pesquisa não ter realizado uma interação entre os dois tratamentos, observa-se que as plantas que apenas foram pulverizadas, apresentaram melhores resultados quando comparadas às plantas que sofreram a pré-embebição de

sementes com posteriores pulverizações. Como exemplo, é observada uma maior média no comprimento total de plantas (31,5 cm) quando só pulverizadas, comparada à média (28,0 cm) de plantas pulverizadas e oriundas de sementes pré-embebidas. O mesmo comportamento foi observado na massa seca total de 0,100 g e 0,080 g, respectivamente. Sendo assim, por questões econômicas a pré-embebição de sementes pode ser, no caso deste estudo, dispensada, fazendo uso apenas da pulverização. Em todos os ensaios realizados, o produto mostrou-se eficiente com resultados promissores em relação à cultura do maracujazeiro amarelo, podendo ser recomendado como uma nova tecnologia no sistema de produção.

No entanto, novos estudos devem ser realizados em condições controladas e a campo, variando-se o tempo de pré-embebição via sementes, pulverização foliar, concentrações e efeitos na produtividade vegetal, visando confirmar a eficiência e eficácia deste regulador vegetal, sobre os processos relacionados com o crescimento e desenvolvimento de órgãos e plantas intactas, pois se trata de um produto com nova formulação e apresentação, no que se refere à concentração de ácido giberélico (4%) na forma líquida, características diferentes das disponíveis hoje no mercado, para ratificação e consolidação dos efeitos fisiológicos do regulador vegetal nesta cultura.