

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU**

**USO DE FITORREGULADORES E EFEITOS NO FLORESCIMENTO DE PLANTAS DE
PINHÃO-MANSO E NA MATURIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES**

JULIANA CAMPANA PEREIRA

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Mestre em Agronomia
– Agricultura.

**BOTUCATU - SP
2012**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU**

**USO DE FITORREGULADORES E EFEITOS NO FLORESCIMENTO DE PLANTAS DE
PINHÃO-MANSO E NA MATURIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES**

JULIANA CAMPANA PEREIRA

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Cavariani

Co-orientadora: Profa. Dra. Elza Alves

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Mestre em Agronomia
– Agricultura.

BOTUCATU - SP

2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

P436u Pereira, Juliana Campana, 1985-
Uso de fitorreguladores e efeitos no florescimento de plantas de pinhão-manso e na maturidade fisiológica das sementes / Cassiano Forner. - Botucatu : [s.n.], 2012
xiii, 91 f. : il. (algumas color.), gráfs., tabs., fots., maps.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2012
Orientador: Cláudio Cavariani
Co-orientador: Elza Alves
Inclui bibliografia

1. Fitorreguladores. 2. Pinhão-manso. 3. Pinhão-manso - Maturação. 4. Plantas - Cor. 5. Plantas - Reguladores. I. Cavariani, Cláudio. II. Alves, Elza. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

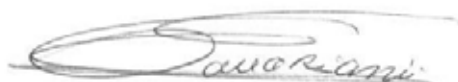
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: USO DE FITOREGULADORES E EFEITOS NO FLORESCIMENTO DE
PLANTAS DE PINHÃO-MANSO E NA MATURIDADE FISIOLÓGICA DAS
SEMENTES

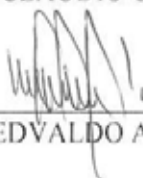
ALUNO: JULIANA CAMPANA PEREIRA

ORIENTADOR: PROF. DR. CLAUDIO CAVARIANI

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. CLAUDIO CAVARIANI



PROF. DR. EDVALDO APARECIDO AMARAL DA SILVA



PROF.ª DR.ª LEILA MARTINS

Data da Realização: 03 de agosto de 2012.

*Aos meus pais, António José (i.m.) e
Maria Teresa, por todo amor, incentivo,
confiança e pelo exemplo de vida.
As minhas irmãs, Mariana e Flaviana.
Ao Francisco Rafael, amado esposo!*

DEDICO

A Deus!

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida! Por guiar meus passos e por sempre estar presente em minha vida.
A Nossa Senhora, por ser minha intercessora junto ao Pai!

Aos verdadeiros mestres de minha vida, meus pais Antonio José e Maria Teresa, que me deram a vida e ensinaram a vivê-la com dignidade, proporcionando, com sacrifício, meus estudos. A você mãe, que ilumina minha vida com amor e dedicação, e a você pai (*in memoriam*), pelo exemplo de ser humano, caráter, força de vontade e honestidade.

Ao meu marido Francisco Rafael, presente de Deus em minha vida! Companheiro, compreensivo, amoroso, por todo auxílio prestado na condução deste trabalho que foi de fundamental importância.

As minhas irmãs, Mariana e Flaviana pelo amor, carinho e confiança.

Ao meu orientador Dr. Cláudio Cavariani, pela acolhida, orientação, compreensão e contribuição prestada para a realização deste trabalho.

À Professora Dr^a. Elza Alves pela co-orientação, incentivo e colaboração, e por ser um exemplo a ser seguido pela sua coragem, fé e determinação.

Ao Professor Dr. João Nakagawa, pelas valiosas sugestões.

Aos membros da banca examinadora Dr^a. Leila Matins (CATI) e Prof. Dr. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva (FCA/UNESP) pelos conselhos e correções.

Aos amigos: Fabyani, Camila, Ilca, Marcela, Renake, Rubiana, Silvia, Carla, Wilson, Edvar, Manoel, Sandra, pelos bons momentos.

Ao estagiário Renan, pelo auxílio e dedicação na realização deste trabalho.

A Adriana Tanaka, Rosilaine Araldi e Tâmara Lúcia, pela amizade e companheirismo. Foram momentos divertidos e especiais. Obrigada pelos momentos maravilhosos!

Ao grupo de oração Divina misericórdia, pelo fortalecimento de minha fé!

Aos motoristas da Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP/ Botucatu, que durante a execução dos experimentos me levaram semanalmente à Charquedra-SP, e pelos amigos que me ajudaram nas análises em campo: Edvar, Marlon, Rômulo, Zé Iran, Fabiany, Camila, Renake, Tâmara Lúcia, Adriana Tanaka, Fernanda Nunes, Mariana, Flaviana.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia/Agricultura, e à Faculdade de Ciências Agronômicas, pela oportunidade e formação.

A todos os Professores do Departamento de Produção Vegetal – Agricultura, da Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP/ Botucatu pela atenção, auxílio e pelos ensinamentos.

Aos funcionários queridos do Departamento de Produção Vegetal, em especial a Lana, Verinha e Valéria.

À Empresa Iharabrás S/A Indústrias Químicas pela concessão do produto utilizado.

À Empresa Biocapital Consultoria Empresarial e Participações S.A. pela cessão das áreas do experimento, apoio e contribuição para o desenvolvimento deste estudo, sem os quais não seria possível a concretização deste trabalho;

A CNPq, pela bolsa de estudos concedida.

A todas as pessoas que direta e indiretamente, contribuíram na realização deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos!!!

SUMÁRIO

1 RESUMO	1
2 SUMMARY	3
3 INTRODUÇÃO.....	5
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
4.1 Cultura do pinhão-manso.....	7
4.1.1 Origem e distribuição geográfica	7
4.1.2 Importância econômica	9
4.1.3 Características botânicas	10
4.1.4 Características reprodutivas	11
4.2 Maturação	13
4.3 Época de colheita	16
4.4 Regulador de crescimento.....	17
4.4.1 Modo de ação da giberelina	18
4.4.2 Reguladores da síntese de giberelina	19
4.4.2.1 Proexadione Cálcio (Pro-ca).....	20
4.4.2.2 Cloreto de Chlormequat (CCC).....	23
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
5.1 Experimentação em condições de campo	25
5.2 Experimentação em condições de laboratório	30
5.2.1 Estádios de maturação dos frutos	30
5.2.2 Características físicas dos frutos e sementes.....	31
5.2.3 Características fisiológicas das sementes.....	33
5.3 Análise estatística	34
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
6.1 Experimentação em condições de campo	35
6.2 Experimentação em condições de laboratório	47
6.2.1 Estádios de maturação.....	47
6.3 Características físicas e fisiológicas dos frutos e sementes	54
7 CONCLUSÕES	79

8 REFERÊNCIAS	80
---------------------	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Faixa de distribuição global do pinhão-mansô (Adaptado de Heller, 1996).....	8
Figura 2. Classificação dos reguladores vegetais em dois grupos: formação do etileno e inibição da biossíntese de giberelinas.....	17
Figura 3. Principais substâncias para controle do desenvolvimento vegetativo e sua atuação na biossíntese de giberelinas. Fonte: Adaptado de Rademacher (2000).	20
Figura 4. Dados referentes às temperaturas máxima, mínima e de precipitação pluvial em Charquedá/SP. No período entre novembro de 2009 a julho de 2010.	26
Figura 5. Esquema da divisão em quadrantes da planta de pinhão-mansô (N-norte, S-sul, L-leste, O-oeste).	28
Figura 6. Visualização de flor masculina e feminina em pinhão-mansô.....	29
Figura 7. Escala de coloração de frutos de pinhão-mansô (1-amarelo claro, 2-amarelo escuro, 3-castanho claro, 4-castanho escuro, 5-preto claro, 6-preto escuro).	31
Figura 8. Médias da quantidade de frutos por inflorescência de pinhão-mansô em função da aplicação dos produtos Proexadione-Ca (Pro-Ca) e cloreto de chlormequat (CCC) às plantas. Botucatu/SP, 2012.	36
Figura 9. Porcentagem de formação de flores femininas de pinhão-mansô em função das doses crescentes de regulador de crescimento: (A, B e C) referente ao proexadione-Ca (Pro-Ca), quadrantes I, II e III da planta, respectivamente; e (D) referente ao cloreto de chlormequat (CCC), quadrante II. Botucatu/SP, 2012.	40
Figura 10. Porcentagem de formação de flores masculinas de pinhão-mansô em função das doses crescentes de regulador de crescimento: (A e B) referente ao proexadione-Ca (Pro-Ca), quadrante I e II da planta, respectivamente; e (C) referente ao cloreto de chlormequat (CCC), quadrante II. Botucatu/SP, 2012.....	42
Figura 11. Proporção de flores masculinas e femininas em plantas de pinhão-mansô com aplicação dos fitoreguladores prohexadione-Ca (Pro-Ca) e cloreto de chlormequat (CCC). Botucatu/SP, 2012.	43
Figura 12. Quantidade de frutos por inflorescência de pinhão-mansô em função das doses crescentes de regulador de crescimento: (A e B) referente ao proexadione-Ca (Pro-Ca), quadrante III e IV da planta, respectivamente; e (C, D e E) referente ao cloreto de chlormequat (CCC), quadrante I, III e IV, respectivamente. Botucatu/SP, 2012.	45

Figura 13. Influência dos fitorreguladores prohexadione-Ca (Pro-Ca) e cloreto de chlormequat (CCC) na quantidade de frutos por planta de pinhão-manso, considerando três floradas anuais. Botucatu/SP, 2012.	46
Figura 14. Quantidade de frutos coletados por planta, considerando os seis estádios de maturação (amarelo claro, amarelo escuro, castanho claro, castanho escuro, preto claro e preto escuro) e as três floradas das plantas de pinhão-manso. Botucatu/SP, 2012.	47
Figura 15. Comprimento do fruto em função das doses crescentes de regulador de crescimento: (A) referente ao proexadione-Ca (Pro-Ca), estágio 5 de maturação do fruto; e (B) referente ao cloreto de chlormequat (CCC), estágio 3 de maturação do fruto. Botucatu/SP, 2012.	51
Figura 16. Largura do fruto em função das doses crescentes do regulador de crescimento cloreto de chlormequat (CCC) no estágio 5 de maturação do fruto. Botucatu/SP, 2012.	52
Figura 17. Peso do fruto em função das doses crescentes de regulador de crescimento: (A) referente ao proexadione-Ca (Pro-Ca), estágio 2 de maturação do fruto; e (B), (C) referente ao cloreto de chlormequat (CCC), estágio 1 e 3, respectivamente, de maturação do fruto. Botucatu/SP, 2012.	54
Figura 18. Porcentagem de plântulas normais de pinhão-manso em função das doses crescentes de regulador de crescimento proexadione-Ca (A, C e E) e cloreto de chlormequat (B, D e F), para os estádios 1, 5 e 6, respectivamente. Botucatu/SP, 2012.	64
Figura 19. Condutividade elétrica de sementes de pinhão-manso em função das doses crescentes de regulador de crescimento proexadione-Ca (A, C, E, G, I e J) e cloreto de chlormequat (B, D, F, H e L), para os estádios 1, 5 e 6, respectivamente. Botucatu/SP, 2012.	68
Figura 20. Índice de velocidade de germinação de pinhão-manso em função das doses crescentes de regulador de crescimento: proexadione-Ca (A, D e F), estágio 1, 5 e 6, respectivamente; e cloreto de chlormequat (B, C, E e G) estádios 1, 2, 5 e 6 de maturação dos frutos. Botucatu/SP, 2012.	71
Figura 21. Comprimento de parte aérea de plântulas (CPA) de pinhão-manso em função das doses crescentes de regulador de crescimento proexadione-Ca (A, F e H), estágio 1, 5 e 6, respectivamente e cloreto de chlormequat (B, C, D, E, G e I), estágio 1, 2, 3, 4, 5 e 6 de maturação dos frutos. Botucatu/SP, 2012.	74
Figura 22. Comprimento de raiz de plântulas (CR) de pinhão-manso em função das doses crescentes de regulador de crescimento: proexadione-Ca (A, E e G) estágio 1, 5 e 6, respectivamente e cloreto de chlormequat (B, C, D, F e H) estádios 1, 2, 3, 5 e 6 de maturação dos frutos. Botucatu/SP, 2012.	76

Figura 23. Massa de matéria seca de plântulas (MMS) de pinhão-mansão em função das doses crescentes de regulador de crescimento cloreto de chlormequat (A, B, C e D), referentes aos estádios 1, 2, 3 e 4 de maturação dos frutos, respectivamente. Botucatu/SP, 2012.78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos tratamentos com diferentes doses de fitoreguladores aplicados em plantas de pinhão-manso de dois anos de idade. Botucatu/SP, 2012.	27
Tabela 2. Época da marcação das inflorescências e coleta dos frutos de cada florada de plantas de pinhão-manso. Botucatu/SP, 2012.....	29
Tabela 3. Escala de coloração de frutos de pinhão-manso comparativamente ao índice do catálogo de cores de Munsell. Botucatu/SP, 2012.....	30
Tabela 4. Resumo da análise de variância (valores de F) para as causas de variação: produto (P), dose (D), quadrante (Q), produto x quadrante (P*Q) das variáveis quantidade de frutos por inflorescência (QFI), porcentagem de flores femininas (%FF) e porcentagem de flores masculinas (%FM). Botucatu/SP, 2012.....	36
Tabela 5. Valores referentes ao desdobramento da interação produto x quadrante para os produtos Pro-Ca e CCC e quadrantes leste, sul, oeste e norte, na formação de flores femininas e masculinas (%) em plantas de pinhão-manso. Botucatu/SP, 2012.....	37
Tabela 6. Resumo da análise de variância (valores de F) da fonte de variação dose (regressão linear e quadrática) para a variável formação de flores femininas nos quatro quadrantes da planta de pinhão-manso. Botucatu/SP, 2012.....	38
Tabela 7. Resumo da análise de variância (valores de F) da fonte de variação dose (regressão linear e quadrática) para a variável formação de flores masculinas nos quatro quadrantes da planta de pinhão-manso. Botucatu/SP, 2012.....	39
Tabela 8. Resumo da análise de variância (valores de F) da fonte de variação dose (regressão linear e quadrática) para a variável quantidade de frutos por inflorescência nos quatro quadrantes da planta de pinhão-manso. Botucatu/SP, 2012.....	43
Tabela 9. Resumo da análise de variância (valores de F) para as causas de variação: produto (P), estádios de maturação (EM), dose (D) e sua interação (P*EM) da variável peso, comprimento e largura do fruto de pinhão-manso. Botucatu/SP, 2012.....	48
Tabela 10. Teste de média das variáveis peso (g), comprimento (cm) e largura (cm) de frutos de pinhão-manso em função dos estádios de maturação. Botucatu/SP, 2012.	49
Tabela 11. Resumo da análise de variância (valores de F) da fonte de variação dose (regressão linear e quadrática) para a variável comprimento do fruto para os estádios de maturação (1 a 6) e reguladores de crescimento. Botucatu/SP, 2012.....	50

Tabela 12. Resumo da análise de variância (valores de F) da fonte de variação dose (regressão linear e quadrática) para a variável largura do fruto para os estádios de maturação (1 a 6) e reguladores de crescimento. Botucatu/SP, 2012.	52
Tabela 13. Resumo da análise de variância (valores de F) da fonte de variação dose (regressão linear e quadrática) para a variável peso do fruto para os estádios de maturação e reguladores de crescimento. Botucatu/SP, 2012.	53
Tabela 14. Resumo da análise de variância (valores de F) para as causas de variação: produto (P), estádios de maturação (EM), dose (D) e sua interação (P*EM) da variável teor de água do fruto (TAf), matéria seca do fruto (MSf), teor de água da semente (TAs) e matéria seca da semente (MSs). Botucatu/SP, 2012.	55
Tabela 15. Teores de água dos frutos (TAf) e das sementes (TAs) e matérias secas dos frutos (MSf) e de sementes (MSs) de pinhão-manso em função dos estádios de maturação do fruto. Botucatu/SP, 2012.	56
Tabela 16. Resumo da análise de variância (valores de F) para as causas de variação: produto (P), estádios de maturação (EM), dose (D) e sua interação (P*EM) da variável plântula normal (G), condutividade elétrica (CE), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea de plântulas (CPA), comprimento de raiz de plântulas (CR) e massa de matéria seca de plântulas de pinhão-manso (MMS). Botucatu/SP, 2012.....	58
Tabela 17. Teste de média das variáveis: germinação (%), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea de plântulas (CPA), comprimento de raiz de plântulas (CR), massa de matéria seca de plântulas (MMS) e condutividade elétrica (CE) de pinhão-manso em função dos estádios de maturação do fruto. Botucatu/SP, 2012.	59
Tabela 18. Resumo da análise de variância (valores de F) da fonte de variação dose (regressão linear e quadrática) para a porcentagem de germinação de sementes de pinhão-manso considerando os estádios de maturação e reguladores de crescimento. Botucatu/SP, 2012.	63
Tabela 19. Resumo da análise de variância (valores de F) da fonte de variação dose (regressão linear e quadrática) para a condutividade elétrica das sementes de pinhão-manso, considerando os estádios de maturação e reguladores de crescimento. Botucatu/SP, 2012.....	65
Tabela 20. Resumo da análise de variância (valores de F) da fonte de variação dose (regressão linear e quadrática) para o índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de pinhão-manso, considerando os estádios de maturação e reguladores de crescimento. Botucatu/SP, 2012.	68

Tabela 21. Resumo da análise de variância (valores de F) da variação dose (regressão linear e quadrática) para o comprimento de parte aérea (CPA) de plântulas de pinhão-manso considerando os estádios de maturação e reguladores de crescimento. Botucatu/SP, 2012.72

Tabela 22. Resumo da análise de variância (valores de F) da variação dose (regressão linear e quadrática) para o comprimento de raiz (CR) de plântulas de pinhão-manso considerando os estádios de maturação e reguladores de crescimento. Botucatu/SP, 2012.72

Tabela 23. Resumo da análise de variância (valores de F) da fonte de variação dose (regressão linear e quadrática) para massa de matéria seca de plântulas (MMS) de pinhão-manso, considerando os estádios de maturação e reguladores de crescimento. Botucatu/SP, 2012.77

1 RESUMO

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), da família Euforbiaceae, é uma cultura perene, rústica e adaptada à diversas condições edafoclimáticas, com grande potencial para a produção de biodiesel devido a elevada quantidade de óleo presente em sua semente. Entretanto, a desuniformidade no processo de maturação dos frutos é característica desfavorável à produção de pinhão-manso. Estudos sobre aplicação de reguladores de crescimento e outros produtos químicos indutores de florescimento tem mostrado eficiência na uniformização do florescimento em muitas culturas, o que leva à suposição que o mesmo possa ocorrer em pinhão-manso, minimizando custos com colheita. A maturidade fisiológica das sementes é geralmente acompanhada por visíveis mudanças na coloração dos frutos. Este estudo teve como objetivo avaliar a influência dos fitorreguladores proexadione-Ca e cloreto de chlormequat na formação de flores femininas e masculinas, na quantidade de frutos produzidos por inflorescência e por planta (3 floradas) e na maturidade fisiológica das sementes, em função da coloração dos frutos. Este estudo foi desenvolvido em duas fases distintas. A primeira constituiu-se de ensaio conduzido no campo, onde plantas com dois anos foram pulverizadas com diferentes dosagens de dois fitorreguladores (Proexadione de cálcio e Cloreto de chlormequat) e o desenvolvimento floral e as formações de frutos e a de sementes foram monitorados. Com a maturação e posterior coleta dos frutos foi desenvolvida a segunda etapa do estudo, que constou da avaliação, em laboratório, das sementes coletadas. Os frutos

foram caracterizados quanto a sua coloração, comparativamente ao índice do catálogo de cores de Munsell. Para as duas etapas foi utilizado o delineamento estatístico em blocos ao acaso com quatro repetições. Constatou-se que a aplicação do produto cloreto de chlormequat em plantas de pinhão-manso provoca elevação da quantidade de flores femininas e de frutos por inflorescência. As dosagens de 800 g ha⁻¹ e 750 g ha⁻¹ dos fitorreguladores Pro-Ca e CCC, respectivamente, proporcionaram maiores quantidades de frutos por inflorescência. A maior quantidade de frutos por planta é obtida na primeira florada nas menores doses dos fitorreguladores. Nas três floradas, houve uma maior concentração de frutos no estágio de maturação preto escuro. A maturidade fisiológica de sementes de pinhão-manso é atingida quando os frutos têm coloração castanho escuro. A qualidade fisiológica de sementes não é influenciada pela aplicação de fitorreguladores Pro-Ca e CCC nas plantas, constatado pela alta variabilidade dos resultados.

Palavras-chave: *Jatropha curcas* L., fitorreguladores, coloração dos frutos, maturidade fisiológica.

2 SUMMARY

The *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.), Euphorbiaceae family, is a rustic perennial crop, adapted to many different soil and climate conditions, with great potential for biodiesel production due to high oil content in its seeds. However, nonuniform fruit maturation is unfavorable characteristic in *Jatropha*/Physic nut production. Experiments with growth regulators and other flowering inducing products have positive results on flowering uniformity in many crops, leading to the assumption that it may occur in *Jatropha*, specific phytohormones, reducing harvest costs. Physiological maturity of the seeds is usually accompanied by visible changes on fruit coloration. As scientific studies related to flowering and seed technology from *Jatropha* are scarce, this study aimed to evaluate the influence of the phytohormones proexadione-Ca and chlormequat chloride on male and female flowers formation, amount of fruits produced per inflorescence and per plant (3 flowering/flush), and physiological maturity of the seeds, according to fruit coloration. This study was conducted under two distinct phases. The first one consisted on field trial, where two year old plants were sprayed with different concentrations of two phytohormones (Calcium Proexadione and Chlormequat Chloride); floral development, fruit and seeds formation were monitored. After ripening and harvest the second phase of this study started, which consisted on the laboratorial evaluation of the collected seeds. Fruits were characterized by their color using the Munsell Color System. For both phases randomized blocks design was used, with four repetitions. The application of

Chlormequat Chloride on *Jatropha* plants increases the amount of feminine flowers and fruits per inflorescence. The dosages of 800 g ha⁻¹ e 750 g ha⁻¹ of phyto regulators Pro-Ca e CCC, respectively, provided greater amount of fruits per inflorescence. The highest amount of fruits was obtained on the first flowering/flush, with the lowest phyto regulators concentration. In the three flowerings, there was a greater concentration of fruits at maturation phase dark-black. Physiological maturity of the *Jatropha* seeds is reached when the fruits have a dark-brown coloration. The physiological quality of seeds was not influenced by the application of phyto regulators Pro-Ca and CCC on the plants, as the results had a high variability.

Key Words: *Jatropha curcas* L., phyto regulators, fruit coloration, physiological maturity.

3 INTRODUÇÃO

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), pertencente a família Euporbiaceae, a mesma da mamona e mandioca. É uma cultura perene, rústica, adaptada à diversas condições edafoclimáticas, com grande potencial para a produção de biodiesel devido a elevada quantidade de óleo presente em suas sementes.

Entretanto, a desuniformidade no processo de maturação dos frutos é característica desfavorável à produção comercial de sementes de pinhão-manso. Este fato é decorrente da floração ser descontinuada, ao longo do tempo, e, assim, frutos na mesma inflorescência terem diferentes idades, o que obriga os produtores a realizar inúmeras colheitas com consequente aumento significativo dos custos de produção.

A desuniformidade de maturação pode ser atribuída a vários fatores; dentre eles, alterações na biossíntese de hormônios que participam diretamente do florescimento e da maturação dos frutos. Estudos com aplicação de reguladores de crescimento e outros produtos químicos indutores de florescimento têm se mostrado eficientes na uniformização do florescimento em muitas culturas, o que leva à suposição de que o mesmo possa ocorrer em plantas de pinhão-manso pela aplicação de fitoreguladores específicos, com minimização dos custos com colheita.

Dentre os vários produtos passíveis de utilização para a indução floral, a frutificação e a maturação, pode-se citar os inibidores da biossíntese de giberelina, com destaque para o proexadione de cálcio e o cloreto de chlormequat. Esses inibidores atuam na

redução do crescimento vegetativo promovendo um direcionamento da energia da planta para o processo reprodutivo e, como consequência, possibilidade de retenção dos botões florais e frutos pelas plantas (RODRIGUES e LEITE, 2004).

Este estudo teve como objetivo avaliar a influência dos fitorreguladores proexadione-Ca e cloreto de chlormequat na formação de flores femininas e masculinas, na quantidade de frutos produzidos por inflorescência e por planta (3 floradas) e na maturidade fisiológica das sementes, em função da coloração de frutos de pinhão-mansão.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Cultura do pinhão-manso

4.1.1 Origem e distribuição geográfica

O pinhão- manso (*Jatropha curcas* L.) é também é conhecido como pinhão do Paraguai, purgueira, pinhade-purga, grão-de-maluco, pinhão-de-cerca, turba, tartago, medicineira, tapete, siclité, pinhão-do-inferno, pinhão bravo, figo-do-inferno, pião, pinhão-das-barbadas, sassi, dentre outros.

O nome genérico *Jatropha* deriva do grego *iatrós* (doutor) e *trophé* (comida), implicando as suas propriedades medicinais. *Curcas* é o nome comum para o pinhão-manso em *Malabar*, Índia (NUNES, 2007).

É provável que o pinhão-manso tenha a América Central como centro de origem e, de acordo com Gexsi (2008), foram os portugueses que o introduziram no Brasil. A espécie ocorre, atualmente, em vários continentes, nas zonas tropicais e subtropicais, tendo sido levado também pelos portugueses do Caribe às ilhas do Cabo Verde, de onde ocorreu sua distribuição pela África e Ásia (HELLER, 1996).

A espécie possui vasta distribuição geográfica devido a sua rusticidade e resistência à seca e às longas estiagens, adaptável às adversidades de solo e de clima, sendo seu desenvolvimento favorecido por altas temperaturas e umidade, como também por solos

mais férteis. Sobrevive em condições adversas, mas com significativa redução da produção (RESENDE et al., 2009).

Openshaw (2000) relata que a planta é nativa da América Tropical e que atualmente é encontrada nas Américas, África e parte da Ásia. De fato, esta planta se adapta às condições edafoclimáticas muito variáveis, o que está relacionado, provavelmente, à sua rusticidade e à tolerância a longas estiagens, bem como à pragas e doenças (PEIXOTO, 1973). Na Figura 1 é apresentada a faixa indicativa com as condições favoráveis ao cultivo do pinhão-manso.

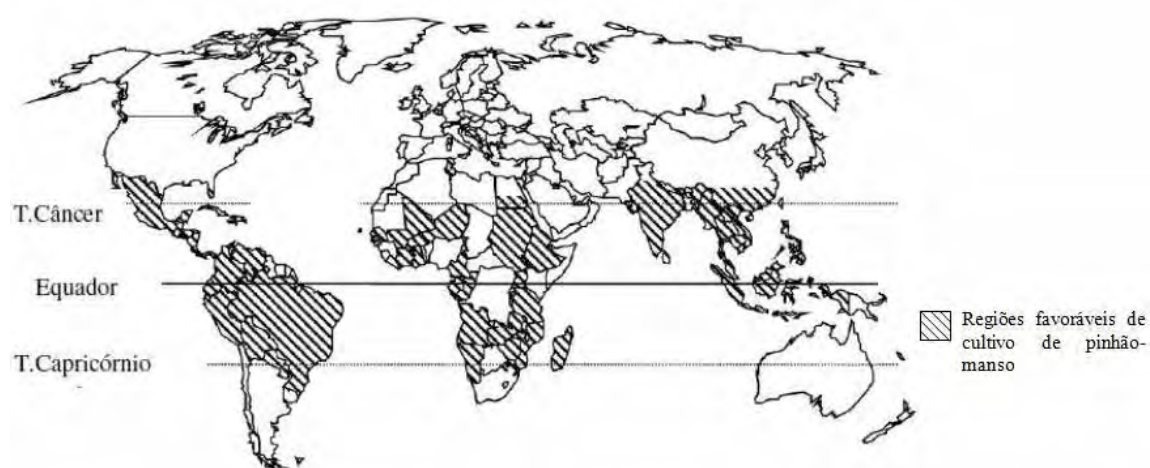


Figura 1. Faixa de distribuição global do pinhão-manso (Adaptado de Heller, 1996).

Segundo Cortesão (1956) e Peixoto (1973), o pinhão-manso ocorre praticamente em todas as regiões brasileiras, sempre de forma dispersa, adaptando-se às diversas condições edafoclimáticas. Segundo estes autores, o pinhão manso se desenvolve bem tanto nas regiões tropicais secas como nas zonas equatoriais úmidas, assim como nos terrenos áridos e pedregosos, podendo suportar longos períodos de secas. Encontra-se desde a orla marítima, ao nível do mar, até 1.000 m de altitude, sendo o seu cultivo mais indicado em regiões que apresentem entre 500 e 800 m. Nos terrenos de encosta, áridos e expostos ao vento, desenvolve-se pouco, não ultrapassando os 2 m de altura. É encontrado vegetando em uma ampla faixa climática, entre 18 a 28,5°C de temperatura (BELTRÃO, 2006; CORTESÃO, 1956 e PEIXOTO, 1973).

4.1.2 Importância econômica

As plantas de pinhão-mansão são tradicionalmente plantadas visando o controle de erosão, a recuperação de áreas degradadas, a contenção de encostas e de dunas, e ao longo de canais, rodovias, ferrovias, e como cerca viva em divisões internas ou nos limites de propriedades rurais (PEIXOTO, 1973).

Na medicina doméstica, o látex da planta é aplicado como cicatrizante, hemostático e também como purgante. As raízes são consideradas diuréticas e antileucêmicas e as folhas são utilizadas para combater doenças de pele. São eficazes também contra o reumatismo e possui poder anti-sifilítico. As sementes, bem como o óleo retirado destas, são frequentemente usadas como purgativo, no tratamento de afecções da pele, hidropisia, gota, paralisia e reumatismo, principalmente nos países tropicais (SCAVONE e PANIZZA, 1980; ADOLF et al., 1984; GANDHI et al.; 1995).

O pinhão-mansão é considerada uma espécie produtora de óleo e, também, usada na fabricação caseira de sabão. Seu maior atributo, entretanto, é o alto teor de óleo produzido pelas sementes, com 27 a 35%, podendo frutificar por mais de 40 anos (OJEWOLE e ODEBIYI, 1980; MUNCH e KIEFER, 1989; SUJATHA e DHINGRA, 1993; CARNIELLI, 2003; ARRUDA et al., 2004; NUNES, 2007).

Agências internacionais de desenvolvimento e governos têm pesquisado e divulgado a espécie em países da África, Ásia, América do Sul e Central, como produtora de óleo para a fabricação de biodiesel, o que despertou o interesse de empresários brasileiros, que desde 2004 cultivam pinhão-mansão no Brasil e produzem sementes em suas lavouras (SATURNINO et al., 2005).

Além disso, a torta que resta é um fertilizante rico em nitrogênio, potássio, fósforo e matéria orgânica. Desintoxicada, a torta pode também ser transformada em ração, como tem sido feito com a torta de mamona. A casca dos pinhões pode ser usada como carvão vegetal e matéria-prima na fabricação de papel (GUBITZ et al., 1999; MAKKAR et al., 1998).

4.1.3 Características botânicas

O pinhão-manso pertence à Família Euphorbiaceae, Tribo Hippomaneae, SubTribo Jatrophaeae, Gênero *Jatropha*, Seção Curcas, Espécie *Jatropha curcas* L. A família Euphorbiaceae compreende, aproximadamente, 8000 espécies, com cerca de 320 gêneros. O gênero *Jatropha* contempla, aproximadamente, 160 espécies de plantas herbáceas e arbustivas, variáveis quanto ao valor medicinal, valor ornamental e produção de óleo.

É um arbusto de crescimento rápido, com altura entre dois a três metros, mas pode alcançar até cinco metros em condições especiais, com possui raízes curtas e pouco ramificadas, diâmetro do tronco de aproximadamente 0,20 cm, caule liso, de lenho mole e medula desenvolvida, mas pouco resistente, floema com longos canais que se estende até as raízes, nos quais circula o látex, suco leitoso que corre com abundância de qualquer ferimento. O tronco ou fuste é dividido desde a base, em compridos ramos, com numerosas cicatrizes produzidas pela queda das folhas na estação seca, as quais ressurgem logo após as primeiras chuvas (CORTESÃO, 1956; BRASIL, 1985). A planta se despoja quase completamente das folhas nos períodos de seca, em geral entre junho e outubro. Após as primeiras chuvas, findo o repouso vegetativo, ressurgem, rapidamente, a brotação (ARAÚJO, 2005). Apresenta folhas esparsas e brilhantes, largas e alternas, em forma de palma com três a cinco lóbulos e pecioladas, com nervuras esbranquiçadas e salientes na face inferior (CORTESÃO, 1956; BRASIL, 1985).

Os frutos do pinhão-manso são do tipo cápsula trilocular, com diâmetro de 1,5 a 3,0 cm e comprimento de 2,5 a 4,0 cm, podendo apresentar uma, duas, três ou até quatro sementes. Formado por um pericarpo ou casca dura e lenhosa, indeiscente, inicialmente verde, passando a amarelo, a castanho e por fim, preto, quando atinge a maturação fisiológica (PEIXOTO, 1973; SATURTINO et al., 2005). O peso dos frutos varia de 1,5 a 3,0 g (DIAS et al., 2007).

A semente de pinhão-manso, com massa variável entre 0,5 e 0,8 g, é relativamente grande e, quando seca, mede de 1,5 a 2,0 cm de comprimento e 1,0 a 1,3 cm de largura. Estas podem ter em torno de 33 a 45% de cascas e 55 e 66% de amêndoa. Aproximadamente, a amêndoa fornece entre 50 e 52% de óleo, extraído com solvente, e entre 25 e 30% em casos de extração por prensagem (PEIXOTO, 1973; HAAS et al., 2000;

ARRUDA et. al., 2004; OPENSHAW, 2000; AKINTAYO, 2004). Um quilograma de sementes contém entre 1000 e 2370 sementes (SATURTINO et al., 2005).

A semente é endospermica e apresenta forma ovalada, dorso convexo, envoltório liso, coloração preta, marcada por suaves estrias. Apresenta rafe pouco evidente e presença de carúncula, situada próxima à micrópila, presa na parte ventral. Quando a semente está seca a carúncula tem a extremidade cônica, com dois lóculos pouco visíveis; o albúmen, ou endosperma, é de coloração branca, tenro e rico em óleo (NUNES et al., 2009). De acordo com Barroso et al. (1999), todas as euforbiáceas têm endospermas fartos, carnosos e ricos em reservas oleaginosas. O embrião de *Jatropha curcas* é munido de dois cotilédones foliáceos, muito largos, porém, pouco espessos. Cotilédones foliáceos funcionam temporariamente como órgãos de reserva, sendo esta particularidade encontrada no albúmen ou endosperma, ao redor do embrião (FERRI, 1983). O contorno dos cotilédones é ovalado, com nervação marcada e eixo hipocótilo-radícula cilíndrico e reto.

A produção de sementes do pinhão-mansinho inicia-se por volta do décimo mês após o plantio. No entanto, a produção atinge a plenitude por volta do terceiro ou quarto ano (ARRUDA et al., 2004).

Segundo Brasil (1985), em espaçamento 3x3 m, o rendimento anual de óleo pode atingir de 3,0 a 4,0 t.ha⁻¹. Para Carnielli (2003), o pinhão mansinho produz, no mínimo, duas toneladas de óleo por ha.ano⁻¹. Adam (1953) apresenta um rendimento de 4 a 5 kg de frutos por planta e Peixoto (1973) afirma que o rendimento dessa cultura varia de 500 a 1.200 kg de sementes limpas por hectare.

4.1.4 Características reprodutivas

O pinhão-mansinho pode ser reproduzido por sementes (reprodução sexuada) ou multiplicado por estacas (estaquia – reprodução assexuada). Em ambos os casos, a seleção das matrizes deve ser rigorosa, para escolha das melhores plantas. De modo geral, as plantas oriundas de sementes são mais resistentes e longevas com desenvolvimento de raiz pivotante que lhe confere maior resistência à seca, e atingindo idade produtiva após quatro anos de cultivo. Plantas provenientes de estacas são de vida mais curta e sistema radicular menos vigoroso, mas com início de produção no segundo ano de cultivo, além de

geneticamente iguais, favorecendo a uniformidade da população (CORTESÃO, 1956; PEIXOTO, 1973; SATURNINO et al., 2005).

A floração das plantas de pinhão-mansão é descontínua. Assim, frutos na mesma inflorescência podem ter diferentes idades e níveis de deiscência (abertura), fato dificultador de colheita mecânica (ALVES et al., 2008). A inflorescência é uma cimeira definida que surge junto com as folhas novas. A planta é caracterizada como monóica, as flores são de coloração amarelo-esverdeadas, unissexuais e produzidas na mesma inflorescência; ocorrem, ocasionalmente, flores hermafroditas. As flores femininas, localizadas na base das ramificações, apresentam ovário com três carpelos, cada um com um lóculo, que produz um óvulo com três estigmas bifurcados separados. As flores masculinas ocorrem em maior número e são dispostas nas extremidades das ramificações (DEHGAN e WEBSTER, 1979).

Na mesma inflorescência o número de flores femininas varia, geralmente, entre cinco a 20. Em cada inflorescência, a partir do momento em que a primeira flor desabrocha, as demais abrem-se sequencial e diariamente por 11 dias. A deiscência da antera ocorre uma hora após a abertura da flor (SOLOMOM e EZRADANAM, 2002). A abertura antecipada das flores pistiladas, em relação às estaminadas, favorece a polinização cruzada do pinhão manso (HELLER, 1992).

A quantidade de inflorescências que a planta poderá emitir durante o ciclo depende de condições edafoclimáticas, como também das características inerentes da própria planta. De acordo com Juhasz et al. (2009), o florescimento é um dos principais estágios fenológicos para a produção de óleo de *Jatropha curcas*, uma vez que o número de flores femininas e sua fecundação determinam quantos frutos e sementes serão desenvolvidos.

Raju e Ezradanam (2002) verificaram floração do pinhão-mansão durante a estação chuvosa, muitas vezes com dois picos de floração, ou seja, durante o verão e o outono na Índia. Meng et al. (2009), estudando pinhão manso em regiões de clima quente na China, verificaram que as plantas floresceram duas vezes ao ano apresentando duas frutificações; entretanto, em algumas regiões secas a floração ocorreu uma vez por ano devido a baixa disponibilidade hídrica do solo. Em regiões permanentemente úmidas a floração foi observada durante todo o ano (HELLER, 1996).

Santos et al. (2010) verificaram, da formação à abertura (antese) do botão floral, um período médio de 55 dias, e que o ciclo de desenvolvimento, compreendendo o crescimento, a maturação e o amadurecimento pleno e o início aos sinais de senescência, foi, em média, 65 dias a partir da antese. O ciclo completo de reprodução do pinhão-mansão, desde o surgimento da inflorescência até o amadurecimento pleno do fruto na planta, teve duração média de 120 dias. A maturação dos frutos foi considerada completa quando as cápsulas apresentaram coloração marrom e preta.

A polinização é entomófila e seus principais agentes são formigas, abelhas, moscas e tripes (SOLOMOM e EZRADANAM, 2002).

4.2 Maturação

Índices de maturação são parâmetros práticos que, de acordo com Piña-Rodrigues e Aguiar (1993), permitem inferir sobre o estágio de desenvolvimento do fruto ou de sementes e podem ser utilizados para estimativa da época adequada de colheita de uma dada espécie. Sementes não completamente maduras podem germinar, porém não resultam em plântulas tão vigorosas como aquelas colhidas na maturidade fisiológica (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). No caso de frutos carnosos, como o pimentão e o tomate, a maturidade fisiológica, geralmente, coincide com o início da alteração na coloração do epicarpo, ou seja, frutos verdes com manchas da cor final (DIAS, 2001).

Em geral, a literatura tem mostrado que a associação de diferentes índices de maturação tem permitido uma melhor avaliação da maturidade fisiológica das sementes de diferentes espécies. Em virtude disso, alguns pesquisadores procuram, sempre que possível, associar quatro ou mais índices para determinar a maturidade fisiológica das sementes (BARBOSA, 1990).

Em estudos de maturação de sementes são consideradas, normalmente, características de natureza física (frutos e sementes) e fisiológica (sementes) (PIÑA-RODRIGUES e AGUIAR, 1993; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). A época adequada para a colheita de determinada espécie pode ser identificada por parâmetros como a coloração dos frutos, teor de água, massa de matéria seca e tamanho, entre outros (PIÑA-RODRIGUES e AGUIAR, 1993; CASTRO et al., 2008).

A identificação visual da maturidade fisiológica contribui para detectar a época em que as sementes apresentam a máxima qualidade ou se encontram muito próxima desse estágio (MARCOS FILHO, 2005). O reconhecimento prático da maturidade fisiológica tem grande importância, pois caracteriza o momento em que a semente deixa de receber nutrientes da planta. A colheita precoce dos frutos encurtará o tempo de permanência dos mesmos no campo, diminuindo sua exposição às intempéries, bem como ao ataque de insetos e microorganismos (BARBEDO et al. 1994).

A maturidade fisiológica das sementes é geralmente acompanhada por visíveis mudanças no aspecto externo e na coloração dos frutos e das sementes (SOUZA e LIMA, 1985; FIGLIOLIA, 1995). Por isso, a literatura especializada relata que a coloração dos frutos e das sementes também pode ser considerada como um importante índice na determinação da maturidade fisiológica (FOWLER e MARTINS, 2001; GEMAQUE et al., 2002; LOPES et al., 2005).

A mudança de coloração dos frutos mostrou-se um índice eficaz para auxiliar na determinação da maturidade fisiológica das sementes de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (SOUZA e LIMA, 1985), *Myroxylon balsamum* (L.) Harms (AGUIAR e BARCIELA, 1986), *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden (AGUIAR et al., 1988), *Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb. (BARBOSA et al., 1992a), *Copaifera langsdorffii* Desf. (BARBOSA et al., 1992b), *Podocarpus lambertii* Klotzsch (RAGAGNIN et al., 1994), *Torresia acreana* Ducke (FIRMINO et al., 1996), *Atriplex cordobensis* Gandoger et Stuckert (AIAZZI et al., 1998), *Aniba rosaeodora* Ducke (ROSA e OHASHI, 1999), *Cedrela fissilis* Vell. (CORVELLO et al., 1999), *Butia eriospathis* (AMARANTE et al., 2008) e *Ricinus communis* (SILVA et al., 2009).

Durante o processo de maturação no campo, as sementes crescem rapidamente, atingindo o tamanho máximo num período de tempo curto, devido à multiplicação e desenvolvimento das células que constituem o eixo embrionário e o tecido de reserva. O tamanho é mantido por certo tempo, mas ao final do período de maturação apresenta leve redução, devido à perda de água (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Para algumas espécies, como *Glycine max* (L.) Merrill, *Torresia acreana* Ducke, *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. e *Tibouchina granulosa* Cogn. o tamanho do fruto pode ser usado para

a definição do momento ideal de colheita, (CROOKSTON; HILL, 1978; FIRMINO et al., 1996; ALVES et al., 2005; LOPES et al., 2005).

O teor de água é considerado, quando associado as outras características, como um dos principais índices que evidencia o processo de maturação, e, muitas vezes, é sugerido como ponto de referência para indicar a condição fisiológica das sementes (FIRMINO et al., 1996; MARTINS e SILVA, 1997; SILVA, 2002). Nos estádios iniciais de desenvolvimento as sementes têm um alto teor de água para, em seguida, começar uma fase de lento decréscimo, a qual tem duração variável com a espécie, cultivar e condições climáticas. A partir da maturidade fisiológica a semente passa por uma fase de rápida desidratação, também influenciada pelas condições climáticas, demonstrando que a partir desse ponto a planta mãe não exerce mais controle sobre o teor de água da semente (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

De acordo com Corvello et al. (1999), a manutenção do alto teor de água nas sementes no início do processo de maturação torna-se necessária para que os produtos fotossintetizados nas folhas das plantas-mães sejam depositados na semente em desenvolvimento sendo utilizados como fonte de formação e, posteriormente, como reserva. Este alto grau de umidade se mantém presente até a semente alcançar o máximo de matéria seca iniciando-se, a partir daí, um período de elevada taxa de desidratação. No caso do pinhão-manso e, uma vez que durante todo o processo de maturação as sementes permanecem protegidas por frutos carnosos, a redução do seu teor de água não é tão acentuada. Sementes contidas em frutos carnosos não passam, em geral, pela fase de rápida desidratação nem sofrem grandes oscilações no seu teor de água, dependente da umidade relativa do ar.

Para a maioria das espécies vegetais o ponto de colheita depende da ocorrência da maturidade fisiológica da semente, que coincide, em muitos casos, com a máxima acumulação de matéria seca (POPINIGIS, 1985). Quando as sementes alcançam essa fase, geralmente seu potencial para germinação e vigor é elevado (MALAVASI, 1988). Todavia, esta característica não deve ser utilizada como a única indicadora em razão de trabalhos terem demonstrado a ocorrência de alterações fisiológicas e bioquímicas na semente, mesmo após o máximo conteúdo de matéria seca ter sido atingido (POPINIGIS, 1985; BARROS, 1986). Em espécies que exibem frutos com diferentes estádios de maturação, a escolha da época de colheita é mais difícil (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000), devendo-se

levar em consideração a época em que a planta apresenta maior quantidade de sementes fisiologicamente maduras ou fazer colheitas parceladas.

A maturidade fisiológica, atingida quando a semente apresenta máximo conteúdo de matéria seca e acentuada redução no teor de água, é acompanhada de alterações visíveis no aspecto externo de frutos e de sementes (POPINIGIS, 1985; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). As sementes adquirem maior qualidade na maturidade quando ainda contém teores elevados de água (POPINIGIS, 1985). A partir deste ponto, o grau de umidade decresce rapidamente e a qualidade da semente tende a declinar por causa de sua deterioração no campo e consequente perda de vigor.

O vigor e a germinação das sementes são influenciados por condições ambientais vigentes antes e durante a sua formação, e mesmo entre a maturidade fisiológica e a colheita (DELOUCHE, 1981; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Em cenoura (*Daucus carota* L.), o florescimento desuniforme e contínuo na planta determina a ocorrência da maturidade fisiológica das sementes de diferentes umbelas em momentos distintos. Para essa espécie, foi verificado melhor qualidade das sementes das umbelas primárias e secundárias, em relação às demais, resultando em lotes superiores quando comparados aos formados pela colheita de todas as umbelas (BARBEDO et al., 2000).

4.3 Época de colheita

O pinhão-mansão apresenta frutificação irregular e, consequentemente, maturação desuniforme, o que força os produtores a realizarem inúmeras etapas de colheita (SATURNINO et al., 2005). A desuniformidade no processo de maturação dos frutos tem sido desfavorável à produção de pinhão-mansão em grande escala. Por um lado, a realização da colheita em uma única etapa pode refletir em excessiva quantidade de sementes imaturas, mal-formadas e chochas, com consequente diminuição do rendimento por área, grande descarte no beneficiamento, devido a danos mecânicos, e baixo vigor das sementes (MAEDA et al., 1987). Por outro lado, a realização da colheita em várias etapas pode elevar a demanda por mão-de-obra e reduzir os lucros para o produtor.

4.4 Regulador de crescimento

A descoberta do efeito dos hormônios no controle do crescimento e do desenvolvimento das plantas propiciou o desenvolvimento de substâncias sintéticas que, ao serem aplicadas exogenamente, promovem resposta similar ou maior que a dos hormônios (LOONEY, 1997). Os reguladores de crescimento são substâncias químicas sintéticas que podem ser aplicadas diretamente nos vegetais para alterar os processos vitais ou estruturais, por meio de modificações no balanço hormonal das plantas, com a finalidade de aumentar a produção, melhorar a qualidade ou facilitar a colheita (LAMAS, 2001).

Os reguladores vegetais podem ser classificados em dois grupos: substâncias que liberam etileno e inibidores da biossíntese de giberelinas (Figura 2). Os inibidores da biossíntese de giberelinas (GA) são divididos em três grupos: compostos tipo amônia quaternária, compreendendo o cloreto de chlormequat, cloreto de mepiquat e AMO-1618; compostos cíclicos contendo nitrogênio, como o paclobutrazol e uniconazole; os acilciclohexadionas, compreendendo o prohexadione-Ca e daminozide (RADEMACHER, 2004).

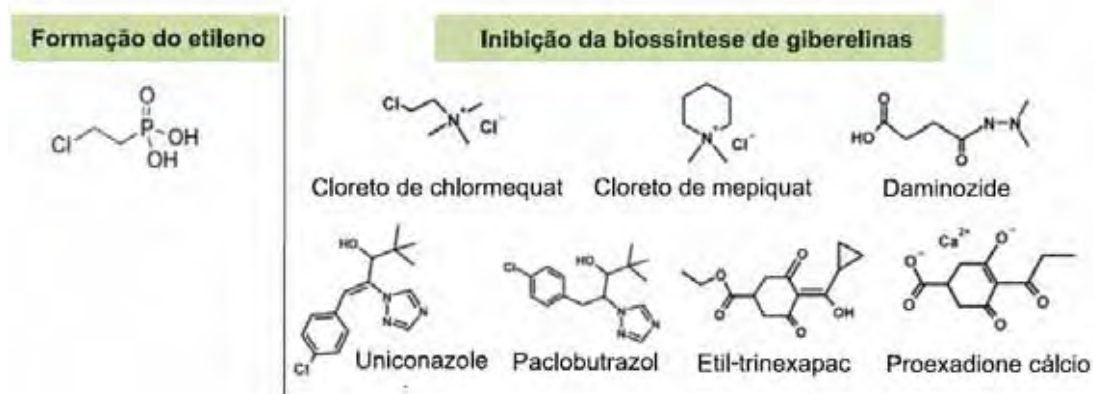


Figura 2. Classificação dos reguladores vegetais em dois grupos: formação do etileno e inibição da biossíntese de giberelinas.

Segundo Rademacher (2000), os retardadores de crescimento vegetal representam o mais importante grupo de reguladores vegetais utilizados comercialmente, tendo sido bastante empregados na agricultura. São, na sua maioria, inibidores da síntese de

giberelinas que atuam na redução do crescimento vegetativo promovendo um direcionamento da energia da planta para o processo reprodutivo e, como consequência, a planta pode apresentar uma maior retenção dos botões florais e frutos (RODRIGUES e LEITE, 2004).

Segundo Hicks (1983), uma vez que a soja aborta grande quantidade de flores, o objetivo principal dos reguladores vegetais é aumentar a produção de vagens, utilizando substâncias que retardem o crescimento vegetativo durante a floração.

Os reguladores de crescimento atuam na redução da produção natural de giberelina, modificando a morfologia da planta que tornam-se de pequeno porte. Outros químicos que reduzem o tamanho de plantas interferem no desenvolvimento do meristema apical, interferindo no florescimento normal. Os reguladores vegetais afetam a formação de células e a alongação do internódio abaixo do meristema; assim, plantas curtas são obtidas com o desenvolvimento de flores normais. Esses retardantes são frequentemente referidos como antigiberelinas (BARRET, 1992). Este mesmo autor afirma que os resultados da aplicação de retardantes são opostos aos da giberelina nas plantas. Comprimento de internódios são reduzidos, contudo o número de internódios não é normalmente afetado. Além disso, as folhas são menores e ficam com um verde mais forte. Contudo, todos retardantes de crescimento tem uma ação similar dentro da planta, com poucas diferenças em resposta na produção. As reações para essas diferenças não são claramente compreendidas.

4.4.1 *Modo de ação da giberelina*

Segundo Taiz e Zeiger (2009), além do alongamento do caule, as giberelinas controlam vários aspectos da germinação de sementes, incluindo a superação da dormência e a mobilização das reservas do endosperma. No desenvolvimento reprodutivo, pode afetar a transição do estado juvenil para o maduro, bem como a indução da floração, a determinação do sexo e o estabelecimento do fruto, conhecido como *fruit set*, ou frutificação efetiva.

As giberelinas são extensamente utilizadas para manipular a formação floral e queda de frutos das plantas. Quando aplicadas no estágio de pré-florescimento, decresce o número de flores e pegamento de frutos, provavelmente pelo aumento de massa vegetativa, que dividirá os fotoassimilados com os frutos (BIRNBERG e BRENNER, 1987).

Esta hipótese é também sustentada por King et al. (2000), que cita grande crescimento do caule em *Fuschia hibrida* e *Pharbitis nil*, resultando na inibição do florescimento.

Stant (1961) estudou varias espécies vegetais, concluindo que o ácido geberélico teve efeito significativo no aumento das células, fato mais evidenciado nos primeiros estádios de desenvolvimento das plantas. Segundo Sihamed (1978), o ácido gi;berélico ativa os meristemas apical e subapical produzindo um grande número de células as quais se alongando irão determinar o comprimento do caule.

Segundo Castro et al. (2005), as giberelinas determinam importantes alterações fisiológicas nas plantas, isto é, interferem na floração, expressão sexual, senescência, abscisão, germinação e superação da dormência. São sintetizadas nas regiões de crescimento, sementes em germinação, frutos imaturos, ápices de caule e raízes; são estruturas complexas, derivadas do giberelano. São geralmente designadas por GA1, GA2, GA3 e outras: dentre estas, GA1 e GA3 são as mais encontradas e as mais eficientes.

4.4.2 Reguladores da síntese de giberelina

O cloreto de chlormequat (CCC), daminozide, paclobutrazol e proexadione cálcio (Pro-Ca) são inibidores da biossíntese de giberelinas, cuja ação baseia-se em bloquear uma ou mais etapas das vias de formação de giberelinas ativas (GA₁, GA₄ e GA₇). O cloreto de chlormequat bloqueia a ação de enzimas que iniciam a síntese de giberelinas, enquanto o paclobutrazol bloqueia a ação de enzimas necessárias em etapas posteriores (BROWN et al., 1997). O daminozide e proexadione cálcio atuam nas etapas finais da biossíntese de giberelinas (Figura 3).

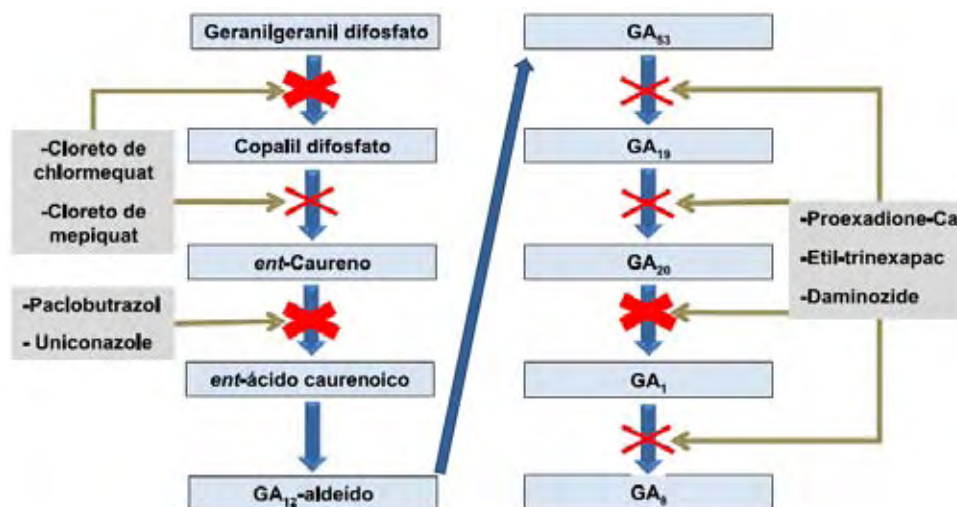


Figura 3. Principais substâncias para controle do desenvolvimento vegetativo e sua atuação na biossíntese de giberelinas. Fonte: Adaptado de Rademacher (2000).

4.4.2.1 Proexadione Cálcio (Pro-ca)

A redução do conteúdo de giberelinas de crescimento ativo e redução da formação de etileno são as principais causas da diminuição do desenvolvimento vegetativo e do aumento da frutificação em plantas tratadas com proexadione cálcio (RADEMACHER, 2000; RADEMACHER et al., 2006). O proexadione cálcio é um inibidor da biossíntese de giberelinas, tendo a propriedade de reduzir o desenvolvimento vegetativo (OWENS e STOVER, 1999; UNRATH, 1999; BASAK e RADEMACHER, 2000; VILARDELL et al., 2000).

A translocação do Pro-Ca ocorre de forma acrópeto no xilema, trazendo como benefício o controle mais efetivo do crescimento vegetativo em distintas partes da planta como resultado das pulverizações. O tempo de permanência do Pro-Ca nas plantas, em macieiras, sob condições climáticas típicas, está entre 10 a 14 dias. Devido à baixa persistência nas plantas e ao tipo de movimento dentro das plantas, nenhum ou muito pouco resíduo é encontrado em frutos. Assim, pela baixa probabilidade de formar resíduo, é um regulador de baixa toxicidade, pouca persistência na planta e no ambiente; é considerado seguro em termos de propriedades toxicológicas e ecotoxicológicas (EVANS et al., 1997; FALLAHI, 1999; RADEMACHER, 2004).

Diversos trabalhos apontam o efeito do Pro-Ca sobre o comprimento da parte aérea de repolho (HAMANO et al., 2002), maçã (RATIBA e BLANCO, 2004) e pêra (SMIT et al., 2005), e na altura de pepino (ERGUN et al., 2007)

O Pro-Ca ganhou atenção como um bioregulador, não só pelo seu efeito inibidor específico sobre a altura da planta e comprimento do broto, sem ser persistente na planta e no solo, mas também por aumentar o efeito sobre o rendimento e qualidade dos frutos e a floração e frutificação de algumas espécies, como Chinese cabbage (KANG et al., 2010), quiabo (ILIAS et al., 2007), petúnia (ILIAS e RAJAPAKSE, 2005), morango (DUVAL, 2002) e pêra (SMIT et al., 2005). Por outro lado, existem trabalhos que indicam que este composto não tem nenhum efeito sobre o rendimento, qualidade dos frutos e iniciação floral (RATIBA MEDJDOUB e BLANCO, 2004; SMIT et al., 2005; ZANDSTRA et al., 2006).

Ramirez et al. (2006) observaram que os níveis de giberelina e auxina decresceram e os de citocinina aumentaram na gemas terminais da macieira logo depois da aplicação de Pro-Ca; nestes tecidos, foi possível identificar a GA20, precursor imediato das GAs ativas, GA1, GA4 e GA7.

Unrath (1999), Miller (2002) e Cline et al. (2008) relataram que o proexadione cálcio pode reduzir de 18% a 60% o crescimento de ramos de macieiras. Em pereiras ‘Hosui’, a redução da massa total de ramos podados pelo uso de proexadione cálcio variou de 28,6% a 63% em relação à plantas não tratadas (HAWERROTH, 2010). Resultados obtidos por Hawerroth (2010) descrevem a efetividade do proexadione cálcio na redução do desenvolvimento vegetativo em macieiras e um aumento da produção de maçãs quando empregadas em concentrações de 165 a 330 g ha⁻¹. Esses resultados evidenciam o potencial de aumento da capacidade produtiva dos pomares quando utilizadas técnicas efetivas no controle do desenvolvimento vegetativo, no intuito de equilibrá-lo em níveis compatíveis à frutificação das plantas. No entanto, a demasiada restrição do desenvolvimento vegetativo tende a reduzir a produtividade devido à limitação da superfície fotossintetizante, quando aplicadas altas concentrações de proexadione cálcio em macieiras ‘Fuji Suprema’.

No trabalho de Ramirez et al. (2005), as análises mostraram que GA1, GA4 e GA7 não aparecem nos seis primeiros dias da aplicação do Pro-Ca; os resultados anteriores reforçam o bloqueio da síntese de GA pelo Pro-Ca, já que também neste momento

foram identificadas GA12 e GA20, caracterizadas como biologicamente inativas, e que mantém com a presença do Pro-Ca no seu metabolismo ao inibir a produção de dioxigenases responsáveis por catalisar o processo que desencadeia a produção das GAs ativas (RADEMACHER, 2004). A redução no conteúdo de auxina nos ápices dos ramos, que compromete a dominância apical poderia também alterar, momentaneamente, a direção de translocação de assimilados como resultado das pulverizações com Pro-Ca (SRIVASTAVA, 2002). Neste caso, mais assimilados são destinados à fixação de frutos. É possível que a redução no nível de GA pode estar associado com a auxina nas mudanças na translocação padrão de assimilados, hipótese defendida no trabalho de Hoad e Monselise (1976) onde a aplicação de daminozide em mudas de maçã reduziu a dominância apical com mais assimilados direcionados para gemas laterais.

A redução na queda de frutos novos, e consequentemente aumento na fixação em plantas tratadas com Pro-Ca, pode ser explicada pela redução na formação de ramos vegetativos e menor demanda de assimilados para alimentação de frutos jovens (RADEMACHER et al., 2006).

Rademacher (2004) já havia associado o significativo incremento da produção de maçã ao efeito do Pro-Ca e à menor competição pelos assimilados, pela inibição do número de ramos vegetativos. Rademacher e Kober (2003) trabalhando com o Pro-Ca em maçã, encontraram redução entre 40 e 60% no crescimento dos ramos, mas não na fixação de frutos, sugerindo testes com maiores concentrações e/ ou número de aplicações.

Em tomate, o Pro-Ca provocou notável redução na altura de planta durante seis dias posteriores à aplicação, efeito que foi revertido a partir dos oito dias. O número de entrenós, o número de folhas, o diâmetro de ramo, o número de racemos e de frutos, o teor de sólidos solúveis, a firmeza de frutos e a produção foram maiores com o tratamento com Pro-Ca, mas o tamanho de fruto não foi alterado. As concentrações de Pro-Ca reduziram os níveis de giberelina e incrementaram os de citocinina dos meristemas apicais; nestes tecidos foram encontrados GA12, GA20 e zeatina. Nos ápices do controle foram encontradas GA1, GA4 e GA7 (RAMIREZ et al., 2005). O uso do Pro-Ca permitiu redução no crescimento vegetativo e modificação na translocação de assimilados, que vão estimular o incremento na formação de flores. O retorno ao crescimento a partir de oito dias do tratamento em tomate, observado por Ramirez et al.(2005), foi relacionado ao retorno da atividade

biológica das GAs ativas; estes hormônios estariam estimulando o rápido aumento das células apicais (SRIVASTAVA, 2002) que estiveram reprimidas durante a ação do regulador vegetal. As observações anteriores se sustentam no fato de que o Pro-Ca é um regulador vegetal de efeito muito instável que, ao ingressar no tecido vegetal, perde sua atividade biológica entre dois a quatro dias (EVANS et al., 1997). O aumento no número de entrenós, diâmetro do ramo e número de folhas nas plantas que receberam o Pro-Ca pode ser resultado do efeito do Pro-Ca no aumento de citocinina endógena no ápice dos ramos, em particular a zeatina, já que as citocininas contribuem diretamente na diferenciação dos tecidos vegetais (SRIVASTAVA, 2002).

A influência do Pro-Ca no aumento de frutos por planta foi observado em diferentes espécies frutíferas como maçã (GREENE, 1986; UNRATH, 1999; BASAK e RADEMACHER, 2000) e pêra (COSTA et al., 2004); estes efeitos estiveram relacionados com a fixação de frutos (RADEMACHER e KOBER, 2003).

4.4.2.2 Cloreto de Chlormequat (CCC)

O CCC foi utilizado por muitos anos para regular o crescimento vegetativo das plantas no cultivo da pereira. Com o uso restrito deste produto em alguns países produtores, pela quantidade de resíduo encontrada nos frutos, algumas alternativas foram propostas e estudadas, como o Pro-Ca. No entanto, algumas diferenças importantes entre eles foram observadas; o CCC tem efeito positivo na formação de gemas florais, enquanto o Pro-Ca pode ter um efeito negativo quando as doses utilizadas são altas, acima de 250 g i.a. ha⁻¹ (DECKERS et al., 2005).

O cloreto de chlormequat, um dos reguladores de crescimento de plantas mais utilizados, pode persistir na planta em forma não metabolizada por até seis meses (SMIT et al., 2005). Seu mecanismo de ação ainda não está totalmente elucidado (GRIFFIN et al. 1993). O CCC age nos plastídeos, dito como inibidor do primeiro estágio, inibindo a ciclização do geranyl-geranyl difosfato da rota metabólica da giberelina (RADEMACHER, 2000; TAIZ e ZEIGER, 2004).

Theron et al. (1998), trabalhando com a cultura da pereira e testando pulverizações de CCC em concentrações que variaram de um a quatro g L⁻¹, constataram a

eficiência do produto em regular o crescimento vegetativo, promover a floração e aumentar o estabelecimento de frutos.

Basuchaudauri et al. (1986) utilizando 400 ppm de CCC em plantas de soja antes da floração, verificaram aumento significativo da produção de grãos. Também Sheelavantar e Patil (1988), aplicando 1.000 mg L⁻¹ de CCC em plantas de soja no estágio inicial da floração, obtiveram maior produção de sementes (2,80 t ha⁻¹), quando comparado com 2,73 t ha⁻¹ da produção das plantas controle.

A ação do CCC na indução floral de videiras é baseada tanto no bloqueio da biossíntese de giberelina, como no incremento da biossíntese e atividade da citocinina (SKENE, 1970; SRINIVASAN e MULLINS, 1981). Sugiura et al. (1976) e Lilov e Andonova (1976) obtiveram aumento do número de inflorescências nas cultivares de videira Moscatel de Alexandria e Cardinal, respectivamente, tratando as plantas com CCC. Esse regulador é usado para promover o florescimento e a frutificação em muitas espécies agrícolas, incluindo o trigo, o algodão e o arroz (EL-FOULY et al., 1977; SLIMAN et al. 1992). A aplicação de uma concentração apropriada de CCC pode inibir alongamento do colmo e promover perfilhamento e crescimento reprodutivo (EL-FOULY et al., 1977).

Albuquerque (1998), utilizando os reguladores de crescimento chlormequat, uniconazole e cloreto de mepiquat, obteve desenvolvimento de panículas florais em plantas envasadas de uva Itália cultivadas em ambiente protegido.

A aplicação de um inibidor da síntese de giberelinas em *Begonia tuberhybrida* ocasionou elevação do número de flores masculinas (HEIDE, 1989). O CCC promove a formação de flores masculinas (ZHAO, 2007). Zhao et al. (2011), avaliando o número de flores masculinas e femininas em *Pinus tabuliformis* Carr em função de três concentrações de CCC (250, 500 e 1000 mg L⁻¹), verificou influências no número de flores masculinas nas três concentrações; a maior quantidade de flores foi observada na maior concentração (1000 mg L⁻¹), enquanto que para as flores femininas o efeito do CCC foi verificado apenas na concentração de 500 mg L⁻¹.

5 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em duas fases distintas. Na primeira, foi conduzido ensaio no campo em que plantas de pinhão-mansão, com dois anos de idade, foram pulverizadas com diferentes doses de dois fitorreguladores e o desenvolvimento floral e as formações de frutos e de sementes foram monitoradas.

Após a maturação e posterior coleta dos frutos foi realizada a segunda etapa do estudo que constou da análise, em laboratório, das sementes produzidas.

5.1 Experimentação em condições de campo

O experimento foi instalado e conduzido em área de produção da cultura do pinhão-mansão, pertencente a empresa Biocapital Participações, situada no município de Charqueada/SP, cujas coordenadas geográficas são 22°30'39" de latitude sul e 47°46'40" de longitude oeste, a 608 metros de altitude. O clima da região é caracterizado, segundo a classificação de Köppen, como sendo do tipo Cwa, tropical úmido, com inverno seco (junho a agosto) e verão chuvoso (dezembro a fevereiro). As condições climáticas, durante o período de condução do experimento, são apresentadas na Figura 4, com base em dados coletados mensalmente.

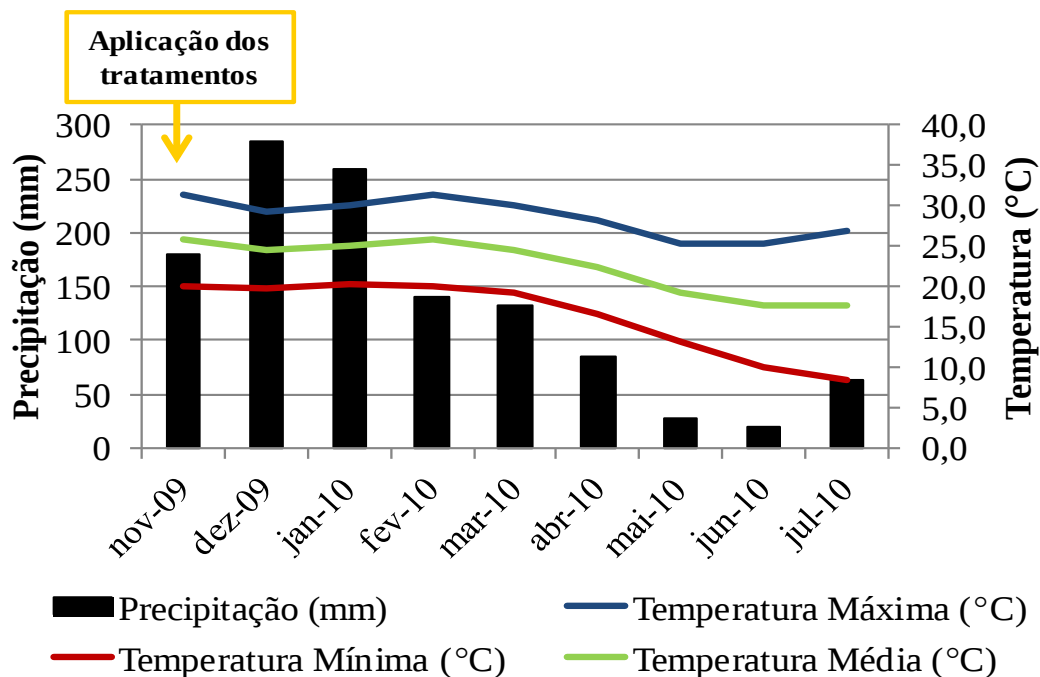


Figura 4. Dados referentes às temperaturas máxima, mínima e de precipitação pluvial em Charquedá/SP. No período entre novembro de 2009 a julho de 2010.

O campo de produção foi implantado, no ano de 2007, com plantas espaçadas de 4x3 metros, sendo que os tratos culturais foram baseados em experiências prévias do corpo técnico da empresa. O experimento foi instalado no mês de novembro de 2009, quando as plantas de pinhão-mansinho tinham dois anos de idade, e conduzido até o mês de julho de 2010. Os tratamentos constaram da aplicação de quatro doses de dois diferentes fitorreguladores, com adoção do delineamento estatístico em blocos ao acaso com quatro repetições. As parcelas experimentais foram constituídas por cinco plantas sendo monitoradas apenas as três centrais.

Os dois fitorreguladores utilizados foram o proexadione de cálcio (Pro-Ca) e o cloreto de chlormequat (CCC), cujas doses e produtos comerciais utilizados estão descritos na Tabela 1. A seleção de doses para a condução do experimento foi realizada em função de experimentos prévios conduzidos pela equipe técnica da Biocapital.

Para avaliar a influência das doses dos reguladores vegetais na formação de inflorescências, quantidade de flores femininas e masculinas e de frutos por

planta, foi realizada a aplicação dos produtos com a utilização de um pulverizador costal pressurizado com gás carbônico, utilizando-se 50 libras de pressão e vazão de 210 L ha⁻¹, sendo aplicados com volume de calda de 252 mL por planta.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos com diferentes doses de fitoreguladores aplicados em plantas de pinhão-mansão de dois anos de idade. Botucatu/SP, 2012.

Fitoreguladores utilizados			Doses Produto comercial (g ha ⁻¹)
Ingrediente ativo	Produto comercial	Ingrediente ativo no produto comercial (%)	
Proexadione-Ca	Viviful ®	27,5	0
			400
			800
			1200
			1600
Cloreto de chlormequat	Tuval ®	10	0
			500
			750
			1000
			1250

5.1.1 Variáveis analisadas

Para a avaliação dos efeitos dos tratamentos aplicados selecionou-se cimeiras em estágios iniciais de desenvolvimento, com o objetivo de verificar a influência dos produtos na porcentagem de formação de flores masculinas e de flores femininas, além da quantidade de frutos formados por inflorescência e da uniformidade de formação de frutos das diferentes floradas de um ciclo produtivo da cultura.

Em 20 de novembro de 2009, sete dias após a aplicação dos produtos, quando as plantas de pinhão-mansó se encontravam em plena floração foi realizada a marcação das inflorescências, com as quais procederam-se as avaliações na etapa de campo. Em decorrência das diferenças de formação das inflorescências em função da incidência solar, as plantas foram divididas em quatro quadrantes (norte, sul, leste e oeste), conforme representado na Figura 5. Em cada quadrante, foi escolhida uma inflorescência ao acaso sendo a identificação realizada com fita colorida.

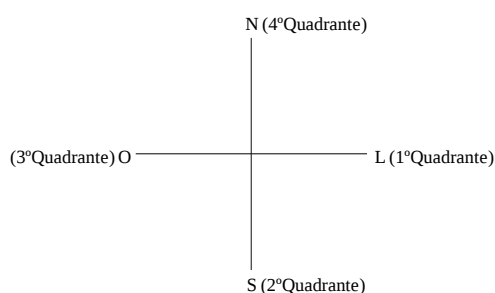


Figura 5. Esquema da divisão em quadrantes da planta de pinhão-mansó (N-norte, S-sul, L-leste, O-oeste).

Em cada inflorescência marcada, nos quatro diferentes quadrantes da planta, contou-se o número de flores masculinas e femininas (Figura 6) e o número de frutos formados na primeira florada. Realizou-se, também, o monitoramento da quantidade de frutos formados na segunda e terceira floradas após a aplicação dos tratamentos.



Figura 6. Visualização de flor masculina e feminina em pinhão-mansó.

As colheitas dos frutos de pinhão manso foram realizadas semanalmente para os frutos da primeira florada, nos dias 21/01/2010, 28/01/2010, 04/02/2010 e 11/02/2010, totalizando quatro coletas. Para os frutos obtidos da segunda florada, as colheitas foram realizadas quinzenalmente, em 18/03/2010, 01/04/2010, 15/04/2010 e 29/04/2010. As colheitas dos frutos da terceira florada foram realizadas nos dias 20/05/2010, 08/06/2010 e 08/07/2010. Na Tabela 2 é apresentado um esquema simplificado das épocas de marcações das inflorescências e de coletas dos frutos.

Tabela 2. Época da marcação das inflorescências e coleta dos frutos de cada florada de plantas de pinhão-mansó. Botucatu/SP, 2012.

Floradas	Marcação das inflorescências	Coleta dos frutos (2010)
1 ^a	novembro/2009	janeiro/fevereiro
2 ^a	janeiro/2010	março/abril
3 ^a	abril/2010	maio/junho/julho

5.2 Experimentação em condições de laboratório

Para contemplar a segunda etapa do estudo, características visuais e morfológicas dos frutos e a qualidade fisiológica das sementes de pinhão-mansão foram avaliadas. Os estudos foram realizados no Laboratório de Análise de Sementes, do Departamento de Produção Vegetal – Agricultura, da Faculdade de Ciências Agrônômicas – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu/SP.

5.2.1 Estádios de maturação dos frutos

Para a caracterização dos frutos em função dos estádios de maturação considerou-se a característica coloração. Foram coletados os frutos que apresentavam pigmentação do tom amarelo claro a preto escuro, de todas as plantas do tratamento.

Em laboratório os frutos foram caracterizados quanto a sua coloração de forma comparativa ao índice do catálogo de cores de Munsell (1976) e os resultados expressos em Hue (tonalidade ou matiz, determinadas pelo comprimento de onda), value (brilho ou intensidade luminosa) e chroma (saturação da cor), conforme ilustra a Tabela 3.

Tabela 3. Escala de coloração de frutos de pinhão-mansão comparativamente ao índice do catálogo de cores de Munsell. Botucatu/SP, 2012.

Estádios	Hue, Value, Chroma *	Pigmentação aparente
1	5Y 8/6	Amarelo claro
	5Y 8/8	
2	5Y 7/8	Amarelo escuro
	5Y 6/8	
3	5Y 5/6	Castanho claro
4	5Y 4/4	Castanho escuro
5	5Y 3/1	Preto claro
	5Y 3/2	
6	5Y 2,5/1	Preto escuro
	5Y 2,5/2	

* Conforme a carta de Munsell (1976).

As mudanças na coloração dos frutos, indicativas da transição entre os estádios de maturação foram caracterizadas pelos seguintes estádios: 1) amarelo claro (início da pigmentação amarela); 2) amarelo escuro (predominante); 3) castanho claro (amarelo com manchas amarronzadas); 4) castanho escuro (predominante) ; 5) preto claro , e 6) preto escuro (Figura 7).



Figura 7. Escala de coloração de frutos de pinhão-manso (1-amarelo claro, 2-amarelo escuro, 3-castanho claro, 4-castanho escuro, 5-preto claro, 6-preto escuro).

Após a classificação dos frutos em função dos estádios de maturação (grupos de diferentes cores), uma amostra de dez frutos de cada grupo foi utilizada para a caracterização da sua massa, comprimento e largura. A massa foi determinada pela pesagem individual de cada fruto em balança analítica de precisão, com resultado expresso em gramas. O comprimento e a largura foi determinado com a utilização de um paquímetro manual (cm).

Após as determinações das características morfológicas dos frutos, procedeu-se à abertura e extração manual das sementes que, em seguida, foram dispostas em bandejas e mantidas em ambiente natural, até atingirem umidade de 15%, e armazenadas em câmara seca em embalagens de papel tipo Kraft até a instalação dos testes de avaliação da qualidade fisiológica.

5.2.2 Características físicas dos frutos e de sementes

Matéria seca do fruto

A matéria seca dos frutos foi realizada mediante a secagem dos mesmos em estufa a 65°C até peso constante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985), com os resultados expressos

em gramas. O teor de água dos frutos foi determinado conjuntamente com a matéria seca dos mesmos, pela diferença entre o peso fresco e seco do fruto.

Teor de água

O teor de água das sementes foi determinado segundo o método de estufa a 105 ± 3 °C, durante 24h, utilizando-se quatro repetições com dez sementes por tratamento conforme prescrições adaptadas das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Matéria seca da semente

Concomitantemente a determinação do teor de água das sementes, foi avaliado a matéria seca das mesmas, com a expressão dos resultados em grama.

5.2.3 Características fisiológicas das sementes

Porcentagem de Germinação

O teste de germinação foi realizado empregando-se quatro repetições de 10 sementes por tratamento, utilizando-se vermiculita como substrato colocada em caixa acrílica transparente (“gerbox”), umedecida com 75ml de água destilada, sob temperatura de 25°C com fotoperíodo de 12 horas. Durante os testes, as caixas acrílicas permaneceram acondicionadas dentro de sacos plásticos de 0,033 mm de espessura fechados, para evitar a desidratação (COIMBRA et al., 2007). As avaliações foram realizadas, diariamente, dos três aos 22 dias após a semeadura, quando foram avaliadas as porcentagens de plântulas normais e anormais e de sementes duras.

Índice de velocidade de germinação (IVG)

Os dados verificados nas contagens diárias realizadas no teste de germinação foram utilizados para cálculo do IVG utilizando as plântulas normais formadas. Os dados foram tabulados e calculados segundo a equação de Maguire, citado por Nakagawa (1999):

$$IVG = (N_1/E_1) + (N_2/E_2) + \dots + (N_n/E_n)$$

Onde: IVG = índice de velocidade de germinação

E_1, E_2, E_n = número de plantas normais na primeira contagem, na segunda e na última.

N_1, N_2, N_n = número de dias da semeadura à primeira, à segunda e à última contagem.

Comprimento de plântulas

O comprimento de plântulas foi avaliado em conjunto com o teste de germinação a partir do 13º dia, utilizando-se as plântulas normais. Essa avaliação foi efetuada em intervalo de três em três dias, totalizando quatro análises ao fim do teste. O comprimento médio da parte aérea e da raiz primária da plântula foi calculado pelo quociente entre a soma das medidas em cada repetição e o número de sementes utilizadas no teste (VANZOLINI et al., 2007).

Massa de matéria seca de plântulas

A massa de matéria seca de plântulas foi determinada com as plântulas normais verificadas no teste de comprimento de plântulas descrito anteriormente que, em sacos de papel, foram secas em estufa com circulação de ar a temperatura de 60°C durante 72 horas (SILVA et al., 2009). A massa obtida foi dividida pelo número de plântulas normais, e os resultados expressos em g plântula⁻¹.

Condutividade elétrica

Foram utilizadas quatro repetições de 10 sementes para cada tratamento, com massa conhecida, colocadas em copos plásticos com capacidade de 200ml, adicionando-se 75ml de água destilada por 24 horas à 25°C. Após esse período foi feita a leitura da condutividade elétrica da solução, usando-se condutivímetro modelo Digimed DM 31 e os resultados foram expressos em $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ (VIEIRA e KRZYŻANOWSKI, 1999).

5.3 Análise estatística

Para análise estatística dos dados foi utilizado o programa estatístico Sisvar. Todos os dados originais foram submetidos à análise de variância a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste “t” de Student.

Os dados referentes às doses dos produtos foram submetidos à análise de regressão calculada para equações lineares e quadráticas e foram aceitas as equações significativas até 5% de probabilidade pelo teste F, com o maior coeficiente de determinação (R^2).

Os dados referentes a quantidade de frutos por inflorescência, porcentagem de flores femininas e masculinas, foram transformados em $\sqrt{(x + 0,5)}$, para realização das análises estatísticas (BARBIN, 2003). As médias apresentadas referem-se aos dados originais.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Experimentação em condições de campo

Na Tabela 4 são apresentados os valores de F calculados para as fontes variação e suas interações, das variáveis quantidade de frutos por inflorescência, porcentagem de flores femininas e porcentagem de flores masculinas.

Os resultados da análise de variância para a quantidade de frutos por inflorescência (QFI) indicaram efeito significativo a 5% pelo teste F apenas para a causa de variação produto. Quando consideradas as porcentagens de flores femininas (FF) e masculinas (FM), foi constatada significância a 5% para a interação entre o produto e quadrante.

Grande dificuldade foi verificada quanto a disponibilidade de pesquisas que avaliassem efeitos de fitorreguladores (Pro-Ca e CCC), quando aplicados na planta, na formação de flores femininas e masculinas, na quantidade de frutos por inflorescência, na quantidade de frutos por planta e na qualidade física e fisiológica das sementes produzidas de pinhão-mansão, e mesmo de outras culturas.

Na Figura 8 são dispostos os resultados do teste de média da quantidade de frutos por inflorescência da causa de variação produto. A análise da variável quantidade de frutos por inflorescência indicou significância para o produto, com valores superiores quando aplicado o CCC, em relação aos verificados com o emprego do Pro-Ca.

Tabela 4. Resumo da análise de variância (valores de F) para as causas de variação: produto (P), dose (D), quadrante (Q), produto x quadrante (P*Q) das variáveis quantidade de frutos por inflorescência (QFI), porcentagem de flores femininas (%FF) e porcentagem de flores masculinas (%FM). Botucatu/SP, 2012.

Análise de variância	Variáveis analisadas		
	QFI	FF (%)	FM (%)
P	5,601*	0,975 ^{ns}	0,390 ^{ns}
D	12,313 ^{***}	3,759 ^{***}	4,063 ^{***}
Q	2,372 ^{ns}	0,812 ^{ns}	1,264 ^{ns}
P*Q	1,506 ^{ns}	2,751*	3,567*
C.V. (%)	26,62	18,50	1,36

^{***}Os tratamentos (D) são quantitativos, o Teste F não se aplica; ** Significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * Significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$);^{ns} Não significativo ($p \geq 0,05$); C.V.- coeficiente de variação.

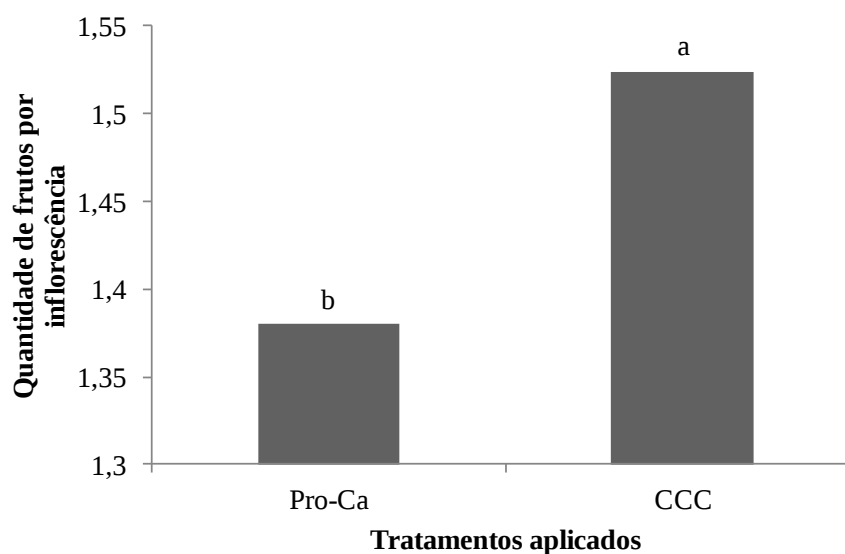


Figura 8. Médias da quantidade de frutos por inflorescência de pinhão-manso em função da aplicação dos produtos Proexadione-Ca (Pro-Ca) e cloreto de chlormequat (CCC) às plantas. Botucatu/SP, 2012.

Os resultados do teste de média dos produtos Pro-Ca e CCC, e considerando os quadrantes leste, sul, oeste e norte na formação de flores femininas e

masculinas, são apresentados na Tabela 5. O desdobramento da interação produto x quadrante indicou número inferior de flores femininas, no quadrante oeste, não diferindo estatisticamente dos quadrantes sul e norte, quando empregado o produto Pro-Ca. Considerando o mesmo produto, maiores quantidades de flores masculinas foram observadas nos quadrantes sul, oeste e norte. Quanto ao produto CCC, não foi constatada diferença estatística significativa entre os quadrantes para as flores femininas e masculinas. Entre os produtos, o CCC proporcionou maior quantidade de flores femininas e masculinas nos quadrantes oeste e leste, respectivamente. Quando aplicado o produto Pro-Ca foi verificado maior quantidade de flores masculinas no quadrante oeste.

Conforme a Tabela 5, foi observada uma tendência de superioridade no número de flores femininas formadas no quadrante I (leste) quando utilizado o fitorregulador Pro-Ca. Quando comparados os produtos dentro dos diferentes quadrantes, observou-se superioridade estatística na formação de flores femininas para o CCC apenas para o III (oeste); porém, no II (sul) e no IV (norte) houve tendência de superioridade em seus valores. Pelos resultados de formação de flores femininas em plantas de pinhão-mansão, pode-se inferir que os tratamentos com Pro-Ca são beneficiados pelo posicionamento da cimeira na posição I (leste) (Tabela 5).

Tabela 5. Valores referentes ao desdobramento da interação produto x quadrante para os produtos Pro-Ca e CCC e quadrantes leste, sul, oeste e norte, na formação de flores femininas e masculinas (%) em plantas de pinhão-mansão. Botucatu/SP, 2012.

Variável analisada: Flores femininas				
Produto	I (Leste)	II (Sul)	III (Oeste)	IV (Norte)
Pro-ca	6,71aA	9,42aAB	6,21bB	6,69aAB
CCC	8,16aA	9,22aA	6,67aA	6,51aA
Variável analisada: Flores masculinas				
Pro-ca	91,83bB	90,57aAB	93,78aA	93,30aA
CCC	93,28aA	90,77aA	93,32bA	93,48aA

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste "t" a 5% de probabilidade.

Vitii et al. (2003), analisando o efeito da posição do botão floral na planta de *Citrus sinensis* L. Osbeck em relação aos quadrantes, observou que, para a variável

número de flores por quadrante, houve diferença significativa entre os quadrantes, com maior e menor número de flores produzidas nos quadrantes oeste e sul, respectivamente. Rocha et al. (1990) observaram maior número de flores de laranjeira no quadrante norte e menor no quadrante leste. Dependendo da orientação do pomar, as plantas serão expostas a diferentes regimes de insolação e consequentemente terão comportamentos diferenciados em suas fases fenológicas.

O resumo da análise de variância para a causa de variação quantitativa dose dos produtos Pro-Ca e CCC, em quatro quadrantes, para a variável formação de flores femininas, é apresentada na Tabela 6. Foi observado ajuste significativo nos quadrantes I, II e III para o produto Pro-Ca e, apenas no quadrante II, para o CCC.

Tabela 6. Resumo da análise de variância (valores de F) da fonte de variação dose (regressão linear e quadrática) para a variável formação de flores femininas nos quatro quadrantes da planta de pinhão-manso. Botucatu/SP, 2012.

Regressão Polinomial (Dose)	Flor feminina nos diferentes quadrantes			
	I	II	III	IV
..... <i>Pro-Ca</i>				
Linear	33,699**	0,022 ^{ns}	4,907*	1,111 ^{ns}
Quadrática	3,612 ^{ns}	4,987*	0,406 ^{ns}	0,919 ^{ns}
..... <i>CCC</i>				
Linear	2,379 ^{ns}	4,763*	0,015 ^{ns}	0,484 ^{ns}
Quadrática	1,679 ^{ns}	0,333 ^{ns}	0,400 ^{ns}	1,268 ^{ns}

** Significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$), * Significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$), ^{ns} Não significativo ($p \geq 0,05$).

Na Tabela 7, é apresentado o resumo de análise de variância para as flores masculinas. Foi notado ajuste significativo quadrático e linear no quadrante I com o produto Pro-ca e apenas quadrático no quadrante II. Quanto ao produto CCC foi verificado um ajuste significativo linear no quadrante II.

Tabela 7. Resumo da análise de variância (valores de F) da fonte de variação dose (regressão linear e quadrática) para a variável formação de flores masculinas nos quatro quadrantes da planta de pinhão-manso. Botucatu/SP, 2012.

Regressão Polinomial (Dose)	Flor masculina nos diferentes quadrantes			
	I	II	III	IV
..... <i>Pro-Ca</i>				
Linear	42,687**	0,001 ^{ns}	3,465 ^{ns}	0,687 ^{ns}
Quadrática	4,987*	4,458*	0,409 ^{ns}	0,676 ^{ns}
..... <i>CCC</i>				
Linear	1,971 ^{ns}	5,576*	0,014 ^{ns}	0,230 ^{ns}
Quadrática	1,624 ^{ns}	0,553 ^{ns}	0,556 ^{ns}	1,280 ^{ns}

** Significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$), * Significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$), ^{ns} Não significativo ($p \geq 0,05$).

A análise da Figura 9 revela crescente formação de flores femininas, quando utilizado o Pro-Ca, no quadrante I com a elevação da dose utilizada. Nos quadrantes II e III, para este mesmo produto e no quadrante II, para o CCC, não foram observados efeitos benéficos na quantidade de flores femininas.

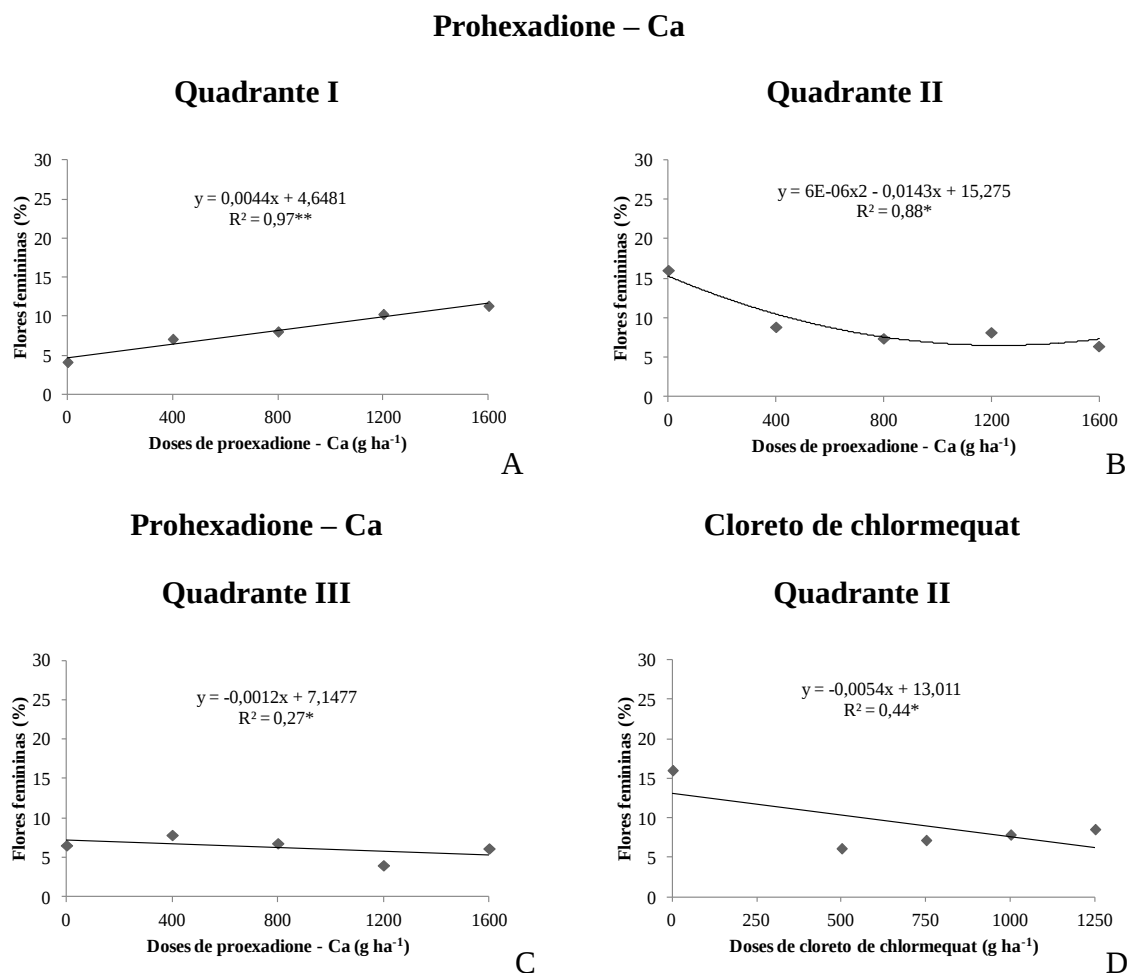


Figura 9. Porcentagem de formação de flores femininas de pinhão-mansão em função das doses crescentes de regulador de crescimento: (A, B e C) referente ao proexadione-Ca (Pro-Ca), quadrantes I, II e III da planta, respectivamente; e (D) referente ao cloreto de chlormequat (CCC), quadrante II. Botucatu/SP, 2012.

Conforme a Figura 10, no quadrante I, quando aplicado o produto Pro-Ca, a elevação das doses significou a redução de flores masculinas formadas. No quadrante II, com a maior dose de ambos os produtos houve uma maior formação de flores masculinas.

Na Figura 11 é disposta a proporção de flores masculinas e femininas em plantas de pinhão-manso pulverizadas com os fitorreguladores prohexadione-Ca (Pro-Ca) e cloreto de chlormequat (CCC). Foi observada maior formação de flores masculinas, comparativamente à de flores femininas, com relação entre elas de 1:18, ou seja, 18 flores masculinas para cada flor feminina. Raju e Ezradanam (2002) relataram que uma inflorescência de pinhão-manso pode produzir de uma a cinco flores femininas e de 25 a 93 flores masculinas, com uma proporção média de flores femininas para masculinas de 1:29. A quantidade superior de flores masculinas em relação às femininas pode ser uma estratégia da cultura para atrair os insetos polinizadores, já que estes fazem mais visitas às flores masculinas do que às femininas (SOLOMON RAJU e EZRADANAM, 2002).

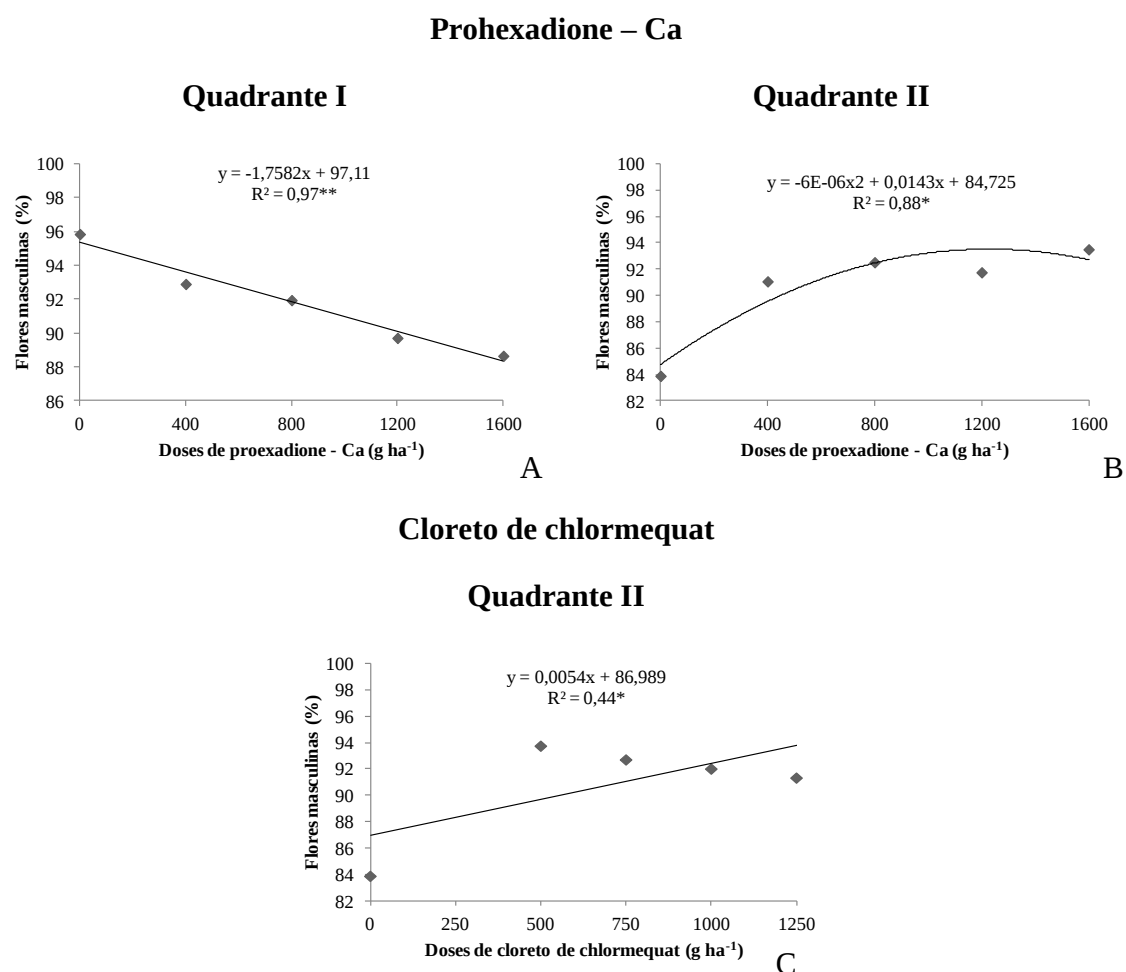


Figura 10. Porcentagem de formação de flores masculinas de pinhão-mansô em função das doses crescentes de regulador de crescimento: (A e B) referente ao proexadione-Ca (Pro-Ca), quadrante I e II da planta, respectivamente; e (C) referente ao cloreto de chlormequat (CCC), quadrante II. Botucatu/SP, 2012.

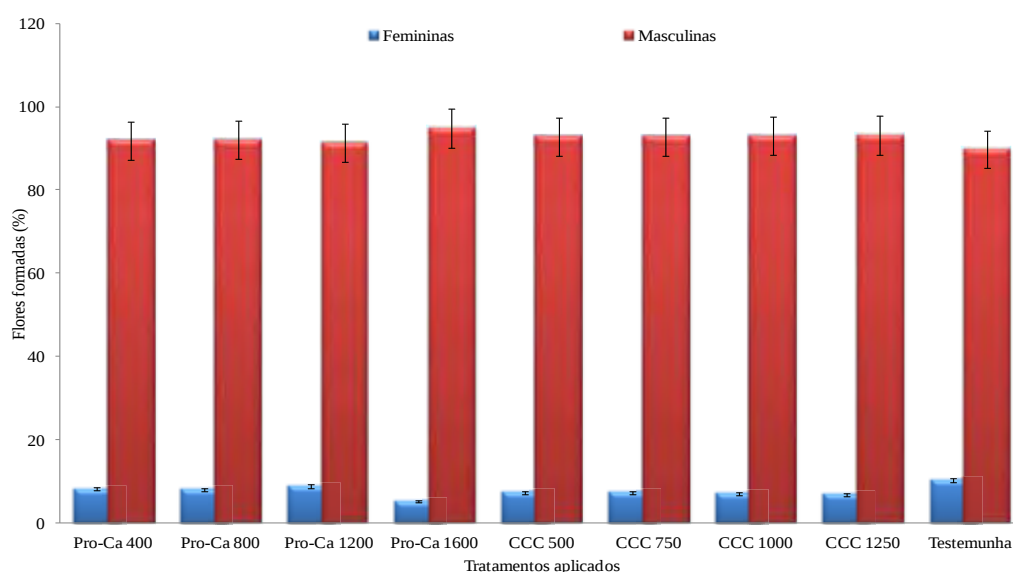


Figura 11. Proporção de flores masculinas e femininas em plantas de pinhão-mansó com aplicação dos fitorreguladores prohexadione-Ca (Pro-Ca) e cloreto de chlormequat (CCC). Botucatu/SP, 2012.

O resumo da análise de variância para a causa de variação quantitativa dose dos produtos Pro-Ca e CCC, em quatro quadrantes, considerando a quantidade de frutos por inflorescência, encontra-se na Tabela 8. Observou-se ajuste significativo quadrático para ambos os produtos, sendo que para o Pro-Ca a significância foi verificada para os quadrantes III e IV e, para o CCC, nos quadrantes I, III e IV.

Tabela 8. Resumo da análise de variância (valores de F) da fonte de variação dose (regressão linear e quadrática) para a variável quantidade de frutos por inflorescência nos quatro quadrantes da planta de pinhão-mansó. Botucatu/SP, 2012.

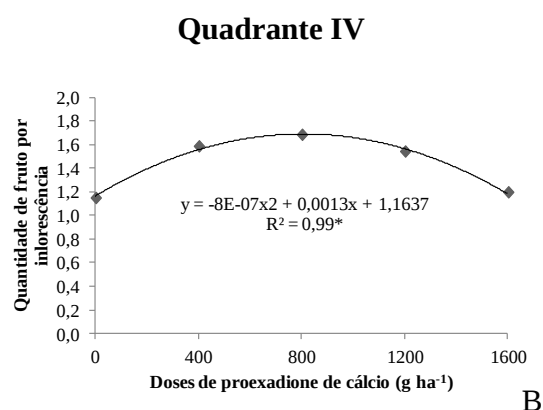
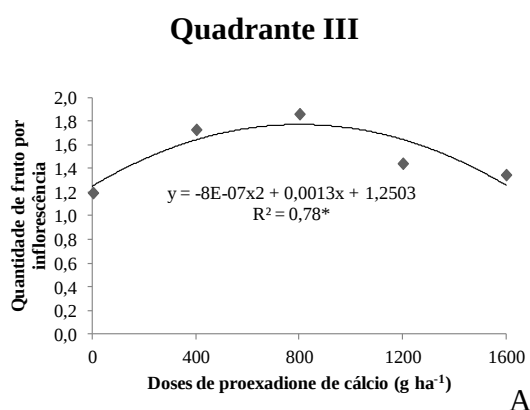
Regressão Polinomial (Dose)	Quantidade de frutos por inflorescência nos diferentes quadrantes			
	I	II	III	IV
.....Pro-Ca.....				
Linear	1,632 ^{ns}	0,270 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,005 ^{ns}
Quadrática	1,552 ^{ns}	2,982 ^{ns}	6,347*	6,243*

	CCC.....			
Linear	2,658 ^{ns}	3,675 ^{ns}	0,137 ^{ns}	2,998 ^{ns}
Quadrática	8,503*	2,571 ^{ns}	6,766**	6,776**

** Significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$), * Significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$), ^{ns} Não significativo ($p \geq 0,05$).

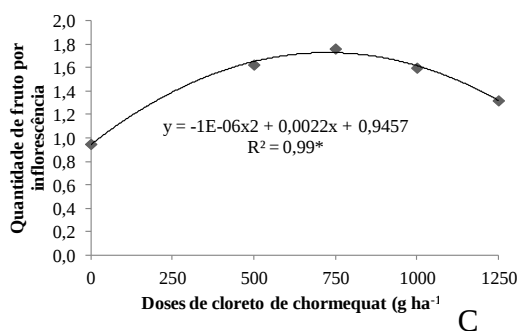
Na Figura 12 (A e B) são apresentadas as regressões quadráticas relativas à quantidade de frutos por inflorescência nos quadrantes III e IV em função das doses crescentes de Pro-Ca, e, na Figura 12 (C, D e E), em função das doses crescentes de CCC nos quadrantes I, III e IV, respectivamente. Independente dos produtos e quadrantes, foi constatado o mesmo comportamento, ou seja, elevação, embora mínima, da quantidade de frutos por inflorescência até a dose de 800g ha⁻¹ do produto Pro-Ca e de 750 g ha⁻¹ do produto CCC. Mello et al. (2009), avaliando 20 acessos de pinhão-manso, oriundos de diferentes locais, segundo caracteres morfológicos e agronômicos, verificou número de frutos por inflorescência variável entre 0 a 13.

Prohexadione – Ca



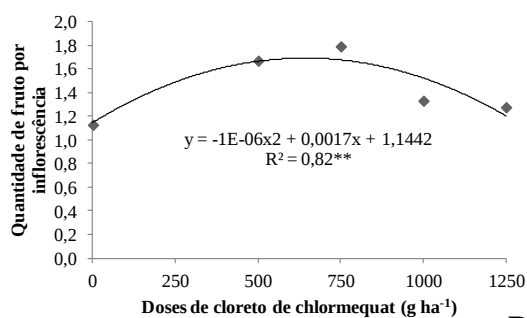
Cloreto de chlormequat

Quadrante I



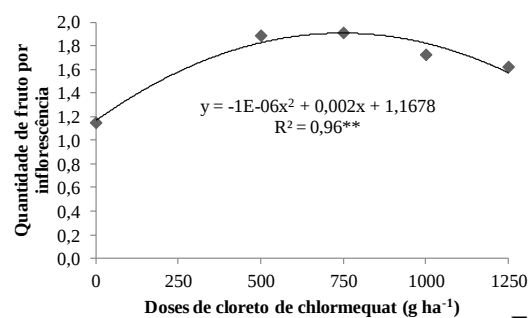
C

Quadrante III



D

Quadrante IV



E

Figura 12. Quantidade de frutos por inflorescência de pinhão-manso em função das doses crescentes de regulador de crescimento: (A e B) referente ao proexadione-Ca (Pro-Ca), quadrante III e IV da planta, respectivamente; e (C, D e E) referente ao cloreto de chlormequat (CCC), quadrante I, III e IV, respectivamente. Botucatu/SP, 2012.

Na Figura 13 são dispostas as quantidades de frutos produzidas pela planta em cada florada em função dos fitoreguladores e doses utilizadas. Considerando as três floradas, foi observado, na primeira e terceira floradas, e com emprego da menor dose do produto CCC (500g ha⁻¹), maior quantidade de frutos por planta, não diferindo, estatisticamente pelo erro padrão das médias a nível de 5% de probabilidade, da menor dose do produto Pro-Ca (400g ha⁻¹) na primeira florada. Para a segunda florada, a maior quantidade de frutos por planta foi observado com o produto CCC na dose de 750 e 1250 g ha⁻¹.

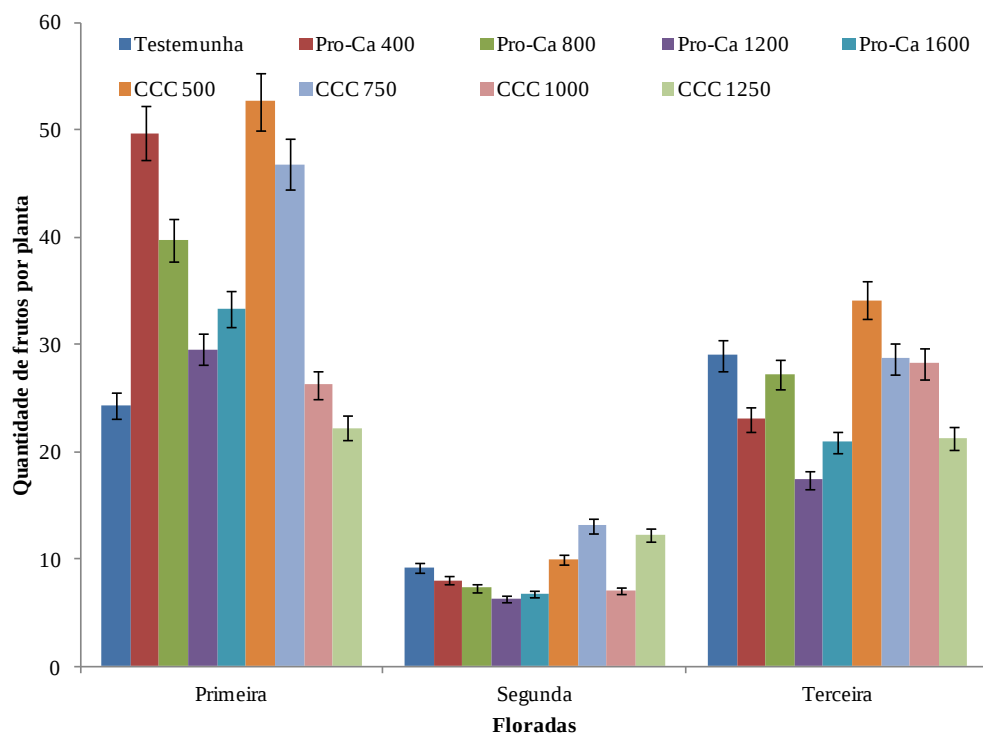


Figura 13. Influência dos fitorreguladores prohexadione-Ca (Pro-Ca) e cloreto de chlormequat (CCC) na quantidade de frutos por planta de pinhão-manso, considerando três floradas anuais. Botucatu/SP, 2012.

Na Figura 14 é ilustrada a quantidade de frutos coletados por planta, considerando os seis estádios de maturação (amarelo claro, amarelo escuro, castanho claro, castanho escuro, preto claro e preto escuro) e as três floradas das plantas de pinhão-manso. No conjunto das três floradas, ocorreu concentração de frutos no estágio de maturação referente a coloração preto escuro.

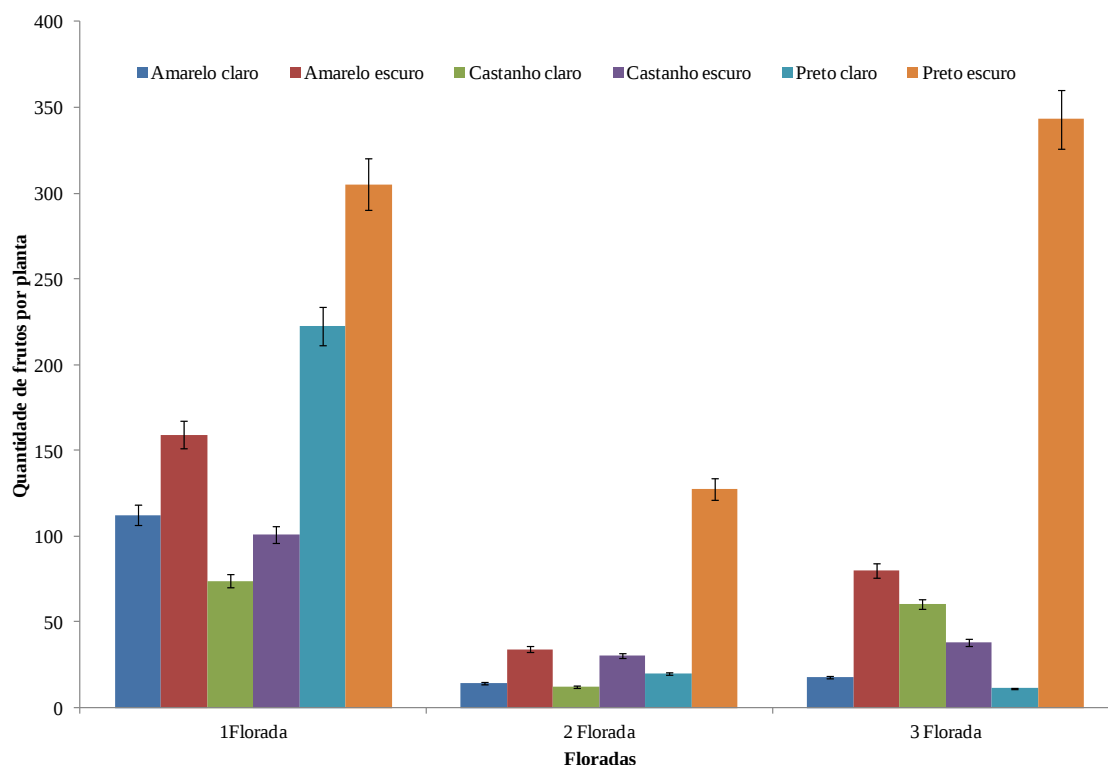


Figura 14. Quantidade de frutos coletados por planta, considerando os seis estádios de maturação (amarelo claro, amarelo escuro, castanho claro, castanho escuro, preto claro e preto escuro) e as três floradas das plantas de pinhão-manso. Botucatu/SP, 2012.

6.2 Experimentação em condições de laboratório

6.2.1 Estádios de maturação

Na Tabela 9 são apresentados os valores de F calculados para as fontes variação e suas interações referentes às características morfológicas do fruto (peso, comprimento e largura).

Considerando os produtos, apenas a largura não acusou significância enquanto que, para o estágio de maturação (coloração), todas as variáveis demonstraram significância. Consoante aos resultados do presente trabalho, Dranski et al. (2010),

objetivando relacionar a coloração de frutos de pinhão-mansão durante o processo de maturação com as características morfométricas (frutos e sementes), constataram diferenças significativas para as variáveis comprimento e diâmetro (largura) do fruto em diferentes estágios de maturação. Em relação à interação produto x estágio de maturação, verificou-se ausência de diferença estatística para as variáveis analisadas.

Tabela 9. Resumo da análise de variância (valores de F) para as causas de variação: produto (P), estágios de maturação (EM), dose (D) e sua interação (P*EM) da variável peso, comprimento e largura do fruto de pinhão-mansão. Botucatu/SP, 2012.

Análise de variância	Peso	Comprimento	Largura
P	24,46**	8,83*	0,08 ^{ns}
EM	178,19**	43,32**	10,88**
D	2,53 ^{***}	0,59 ^{***}	0,86 ^{***}
P*EM	1,36 ^{ns}	0,51 ^{ns}	1,09 ^{ns}
C.V. (%)	13,11	5,05	15,59

^{***}Os tratamentos (D) são quantitativos. O Teste F não se aplica; ** Significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * Significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ^{ns} Não significativo ($p \geq 0,05$); C.V.- coeficiente de variação.

Os resultados do teste de média dos estágios de maturação para as variáveis peso, comprimento e largura do fruto são dispostos na Tabela 10.

Os resultados do teste de média dos produtos para as características acusaram significância (peso e comprimento). O produto Pro-Ca proporcionou frutos com pesos e comprimentos superiores àqueles produzidos com a aplicação de CCC (Tabela 10).

Foi constatado redução do peso, do comprimento e da largura dos frutos com a evolução da maturação do estágio 1 até o 6. As características físicas dos frutos de pinhão-mansão em seis estágios de maturação obtidos por Dranski et al. (2010) indicaram máximo comprimento do fruto nos estágios 1 e 2 e progressão do diâmetro (largura) até o estágio 3. Neste estudo foi possível observar resultados similares aos obtidos por aqueles autores, quando considerada a variável comprimento; entretanto, para a largura não foi constatada diferença significativa do estágio 1 até o 4 (Tabela 10).

Tabela 10. Teste de média das variáveis peso (g), comprimento (cm) e largura (cm) de frutos de pinhão-mansão em função dos estádios de maturação. Botucatu/SP, 2012.

Produto	Peso (g) de frutos nos diferentes estádios de maturação						Médias
	1	2	3	4	5	6	
Pro-Ca	11,82aA	10,68aB	10,20aB	9,26aC	8,26aD	4,47aE	9,12a
CCC	10,91bA	9,71bB	8,90bC	8,90aC	7,57aD	4,32aE	8,39b
Média	11,37A	10,20B	9,55C	9,08C	7,92D	4,40E	
	Largura (cm) de frutos nos diferentes estádios de maturação						Médias
	1	2	3	4	5	6	
Pro-Ca	2,64aA	2,60aA	2,55aA	2,49aAB	2,30bB	2,06aC	2,44a
CCC	2,63aA	2,53aA	2,47aA	2,47aA	2,56aA	2,07aB	2,45a
Média	2,64A	2,57AB	2,51AB	2,48AB	2,44B	2,07C	
	Comprimento (cm) de frutos nos diferentes estádios de maturação						Médias
	1	2	3	4	5	6	
Pro-Ca	3,05aA	3,06aA	2,94aB	2,85aC	2,78aC	2,65aD	2,89a
CCC	2,99aA	2,96bA	2,86aB	2,83aBC	2,75aC	2,61aD	2,84b
Média	3,02A	3,01A	2,90B	2,84B	2,76C	2,63D	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste “t” a 5% de probabilidade.

A redução do peso fresco dos frutos pode ser atribuída ao processo natural de desidratação que ocorre durante a maturação (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Ainda de acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), o tamanho é mantido por certo tempo, mas ao final do período de maturação apresenta leve redução, devido à perda de água, corroborando com os resultados obtidos na presente pesquisa. Esses autores relataram, ainda, que durante o processo de maturação no campo as sementes crescem rapidamente, atingindo o

tamanho máximo num período de tempo curto, devido à multiplicação e desenvolvimento das células que constituem o eixo embrionário e o tecido de reserva.

Para algumas espécies, como *Glycine max* (L.) Merrill, *Torresia acreana* Ducke, *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. e *Tibouchina granulosa* Cogn. o tamanho do fruto pode ser usado para a determinação do momento ideal de colheita (CROOKSTON e HILL, 1978; FIRMINO et al., 1996; ALVES et al., 2005; LOPES et al., 2005). Entretanto, para outras espécies, os valores máximos de tamanho das sementes podem ser alcançados precocemente e não coincidem com os maiores valores de germinação e vigor (BARBOSA et al., 1992; ALVES et al., 2005). Deste modo, o tamanho das sementes pode não constituir um bom índice de maturação, se utilizado de forma isolada, devendo estar associados a outros indicadores (FIGLIOLIA; PIÑA-RODRIGUES, 1995; ALVES et al., 2005). O tamanho dos frutos não foi eficiente para a determinação do ponto de maturidade fisiológica das sementes de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf), tarumã-de-espinho (*Citharexylum montevidense* Spreng) e sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) (BARBOSA et al., 1992; LEONHARDT et al., 2001; ALVES et al., 2005).

O resumo da análise de variância para a causa de variação quantitativa dose dos produtos Pro-Ca e CCC, nos estádios de maturação, para a variável comprimento do fruto, é apresentado na Tabela 11. Foi observado, apenas, ajuste significativo quadrático para ambos os produtos, sendo que para o Pro-Ca a significância ocorreu para o estágio 5 e, para o CCC, no estágio 3.

Tabela 11. Resumo da análise de variância (valores de F) da fonte de variação dose (regressão linear e quadrática) para a variável comprimento do fruto para os estádios de maturação (1 a 6) e reguladores de crescimento. Botucatu/SP, 2012.

Regressão Polinomial (Dose)	Comprimento do fruto (cm) nos diferentes estádios de maturação					
	1	2	3	4	5	6
	 Pro-Ca.....					
Linear	0,672 ^{ns}	0,989 ^{ns}	0,536 ^{ns}	0,536 ^{ns}	0,637 ^{ns}	0,388 ^{ns}
Quadrática	0,277 ^{ns}	0,019 ^{ns}	3,311 ^{ns}	3,871 ^{ns}	3,944*	0,002 ^{ns}

	CCC.....					
	..					
Linear	1,894 ^{ns}	1,577 ^{ns}	0,423 ^{ns}	3,607 ^{ns}	3,710 ^{ns}	0,753 ^{ns}
Quadrática	0,014 ^{ns}	0,058 ^{ns}	5,304*	0,135 ^{ns}	0,046 ^{ns}	2,957 ^{ns}

** Significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * Significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ^{ns} Não significativo ($p \geq 0,05$).

Na Figura 15 (A e B) são apresentados os resultados do comprimento do fruto em função das doses crescentes de Pro-Ca (estádio 5), e CCC (estádio 3), respectivamente. Conforme a Figura 14 (A), o maior comprimento foi observado na dose de 800g ha⁻¹ do produto Pro-Ca. Quando utilizado o produto CCC, foi verificado menores comprimentos dos frutos nas doses intermediárias (500 a 750 g ha⁻¹) sendo que, a partir desta, os frutos tiveram um aumento no seu comprimento.

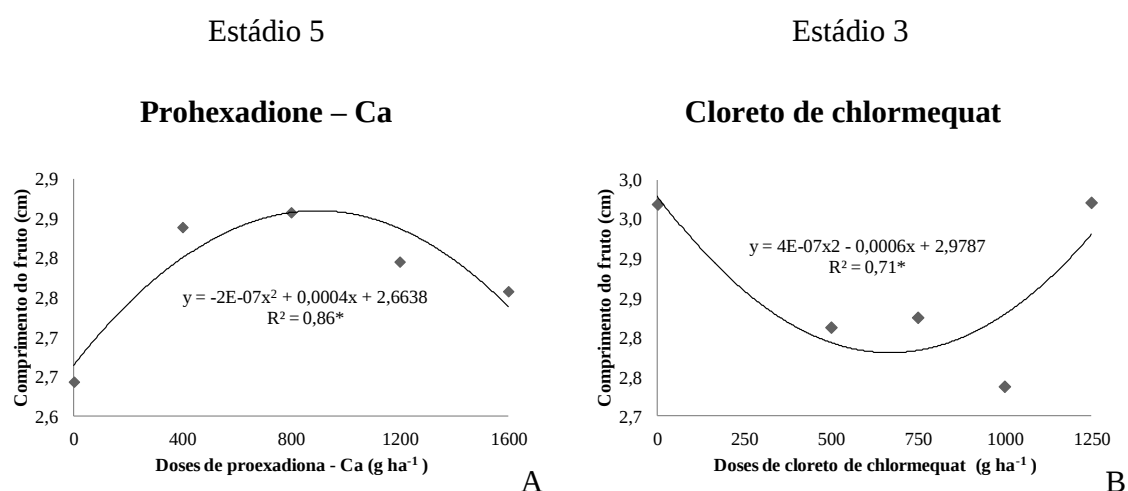


Figura 15. Comprimento do fruto em função das doses crescentes de regulador de crescimento: (A) referente ao proexadione-Ca (Pro-Ca), estágio 5 de maturação do fruto; e (B) referente ao cloreto de chlormequat (CCC), estágio 3 de maturação do fruto. Botucatu/SP, 2012.

Na Tabela 12 é disposto o resumo da análise de variância para a causa de variação quantitativa dose dos produtos Pro-Ca e CCC, em todos os estádios de maturação, para a variável largura do fruto. Houve ajuste quadrático significativo com largura superior dos frutos na dose de 500 g ha⁻¹ (Figura 16).

Os valores de comprimento e largura do fruto encontrados nesta pesquisa estão abaixo dos valores médios obtidos por Nunes et al. (2009) que, analisando as características biométricas do fruto de pinhão-manso, verificaram que o comprimento e a largura médios foi de 3,08 e 2,79 cm, respectivamente.

Tabela 12. Resumo da análise de variância (valores de F) da fonte de variação dose (regressão linear e quadrática) para a variável largura do fruto para os estádios de maturação (1 a 6) e reguladores de crescimento. Botucatu/SP, 2012.

Regressão Polinomial (Dose)	Largura do fruto (cm) nos diferentes estádios de maturação					
	1	2	3	4	5	6
..... <i>Pro-Ca</i>						
Linear	0,026 ^{ns}	0,298 ^{ns}	0,411 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,030 ^{ns}	0,021 ^{ns}
Quadrática	0,002 ^{ns}	0,018 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,120 ^{ns}	0,253 ^{ns}	0,006 ^{ns}
..... <i>CCC</i>						
Linear	0,173 ^{ns}	0,175 ^{ns}	0,152 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,862 ^{ns}	0,004 ^{ns}
Quadrática	0,029 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,666 ^{ns}	0,040 ^{ns}	9,836**	0,109 ^{ns}

** Significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * Significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ^{ns} Não significativo ($p \geq 0,05$).

Cloreto de chlormequat

Estádio 5

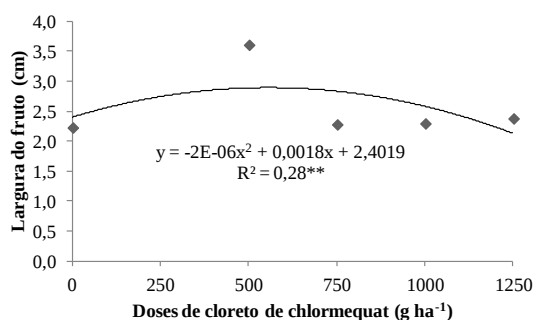


Figura 16. Largura do fruto em função das doses crescentes do regulador de crescimento cloreto de chlormequat (CCC) no estágio 5 de maturação do fruto. Botucatu/SP, 2012.

Na Tabela 13, encontram-se os resultados da análise da variância das doses dos produtos Pro-Ca e CCC, em todos os estádios de maturação, para a variável peso do fruto. Foi verificado, considerando o produto Pro-Ca, ajuste significativo no estágio 2 de maturação. Para o CCC ocorreram ajustes significativos linear e quadrático para os estádios 1 e 3, respectivamente.

Tabela 13. Resumo da análise de variância (valores de F) da fonte de variação dose (regressão linear e quadrática) para a variável peso do fruto para os estádios de maturação e reguladores de crescimento. Botucatu/SP, 2012.

Regressão Polinomial (Dose)	Peso do fruto (g) nos diferentes estádios de maturação					
	1	2	3	4	5	6
<i>Pro-Ca</i>						
Linear	0,298 ^{ns}	5,894*	3,783 ^{ns}	0,211 ^{ns}	1,381 ^{ns}	0,012 ^{ns}
Quadrática	0,164 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,220 ^{ns}	3,596 ^{ns}	1,633 ^{ns}	0,810 ^{ns}
<i>CCC</i>						
Linear	5,316*	2,042 ^{ns}	0,768 ^{ns}	1,736 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,117 ^{ns}
Quadrática	0,608 ^{ns}	0,281 ^{ns}	7,316**	0,365 ^{ns}	0,124 ^{ns}	1,775 ^{ns}

** Significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * Significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ^{ns} Não significativo ($p \geq 0,05$).

Na Figura 17 (A, B e C) são apresentados os pesos dos frutos em função das doses crescentes de regulador de crescimento: (A) Pro-Ca, estágio 2 de maturação do fruto; e (B) e (C) CCC, estádios 1e 3, respectivamente, de maturação do fruto. Conforme a Figura 17 (A), o aumento da dosagem correspondeu à aumento do peso do fruto. Já a Figura 17 (B) revelou comportamento distinto; no estágio 1 houve uma diminuição no peso do fruto com a elevação da dosagem e, para Figura 17 (C), o ajuste quadrático indicou aumento do peso do fruto a partir da dose de 750 g ha⁻¹. Diferente desses resultados, Melo (2011), avaliando doses de Pro-Ca na cultura da macieira, observou ausência de efeito no peso médio dos frutos.

Estádio 2

Prohexadione – Ca

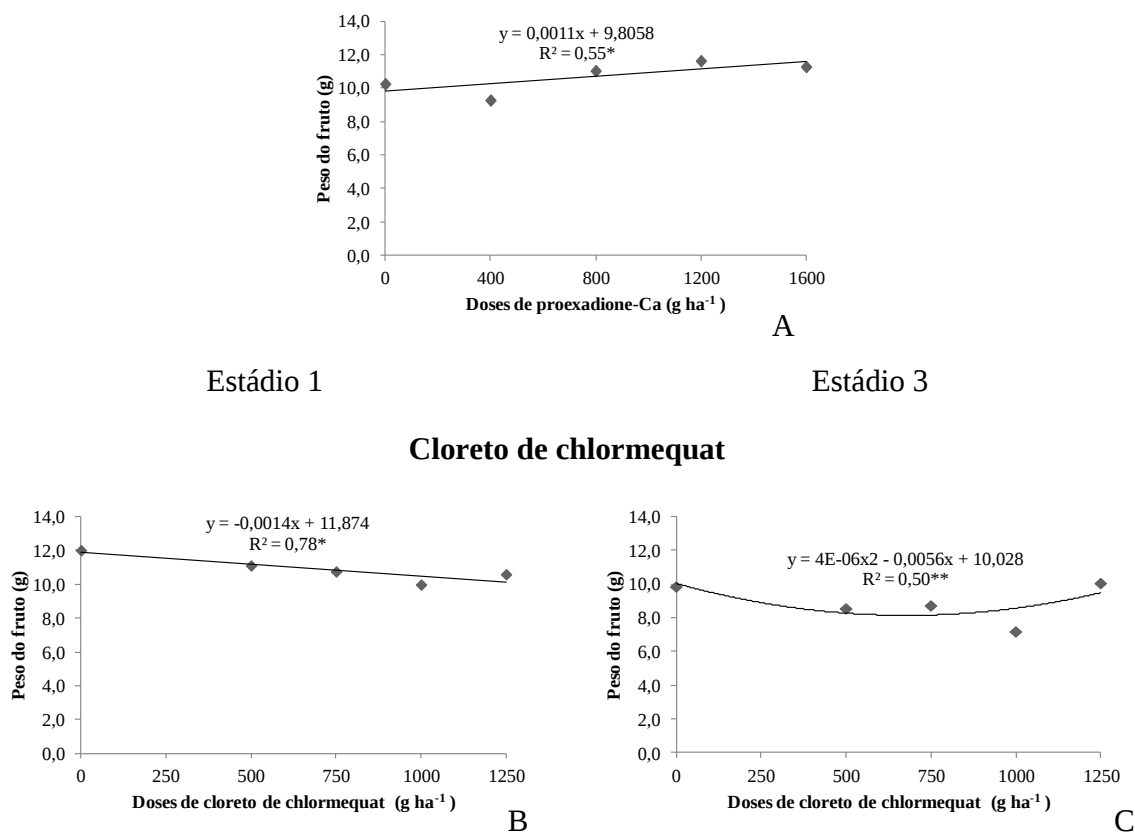


Figura 17. Peso do fruto em função das doses crescentes de regulador de crescimento: (A) referente ao proexadione-Ca (Pro-Ca), estágio 2 de maturação do fruto; e (B), (C) referente ao cloreto de chlormequat (CCC), estágio 1e 3, respectivamente, de maturação do fruto. Botucatu/SP, 2012.

6.3 Características físicas e fisiológicas dos frutos e sementes

Na Tabela 14 são apresentados os valores de F calculados para as fontes de variação e suas interações para as variáveis teor de água e matéria seca dos frutos e das sementes.

Todas as características relativas à qualidade fisiológica acusaram efeito significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F, para a fonte de variação estádios de maturação (EM). As características matérias secas de frutos e de sementes e teor de água das sementes acusaram efeito significativo da interação produto x estágio de maturação e,

também, de ambos os fatores isoladamente. Efeito isolado de estágio de maturação foi constatado para a característica teor de água dos frutos (Tabela 14).

Tabela 14. Resumo da análise de variância (valores de F) para as causas de variação: produto (P), estádios de maturação (EM), dose (D) e sua interação (P*EM) da variável teor de água do fruto (TAf), matéria seca do fruto (MSf), teor de água da semente (TAs) e matéria seca da semente (MSs). Botucatu/SP, 2012.

Análise de variância	TAf	MSf	TAs	MSs
P	0,201 ^{ns}	59,587**	42,700**	33,046**
EM	707,419**	10,062**	137,546**	5,213**
D	6,384 ^{***}	0,747 ^{***}	9,919 ^{***}	1,560 ^{***}
P*EM	2,162 ^{ns}	7,889**	5,847**	6,061**
C.V. (%)	5,43	7,88	8,23	10,16

^{***}Os tratamentos (D) são quantitativos. O Teste F não se aplica; ** Significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * Significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ^{ns} Não significativo ($p \geq 0,05$). C.V.- coeficiente de variação.

Os resultados do teste de comparação de médias para as variáveis da qualidade física teor de água e massas de matérias secas de frutos e de sementes são apresentados na Tabela 15.

Conforme apresentado na Tabela 15, o teor de água do fruto reduziu-se gradualmente com a evolução dos estádios de maturação, variando de 73,26% até 34,93%. Santos et al. (2012), estudando a maturação dos frutos de pinhão- manso, classificado em quatro diferentes estádios de maturação (verde, amarela, marrom-amarela e marrom), verificou frutos com teor de água de 85,66% no estágio 1 e de 32,20% no estágio 4, de forma similar aos dados obtidos nesta pesquisa.

O teor de água observado nas sementes no estágio 1 foi de 37,42% e no estágio 6 de 22,55% de água, demonstrando pouca oscilação durante o processo de maturação (Tabela 15). Santos et al. (2012) constataram teores de água de sementes de pinhão- manso de 72,58% no estágio 1 e de 23,55% no estágio 4.

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), o elevado teor de água nos estádios iniciais de formação das sementes é condição à ocorrência da translocação e

deposição do material fotossintetizado nos tecidos de reserva. De acordo com Marcos Filho (2005), referindo-se à frutos carnosos, as sementes, ao atingirem a maturidade fisiológica, mantém o teor de água elevado, tendendo a estabilidade. Nesse tipo de fruto, as sementes, normalmente, não passam pela fase de rápida desidratação, nem sofrem grandes oscilações no seu teor de água em função da umidade relativa do ar (DIAS, 2001). O aspecto que leva a esse fato é a própria constituição do fruto carnoso com espessa polpa, mantendo elevado o teor de água em seu interior, assim como diminuindo a interferência da umidade relativa do ar. Resultados semelhantes foram verificados por Marrocos et al. (2011), avaliando sementes de abobrinha, que observaram pequenas oscilações do teor de água das sementes, apresentando 76% aos 20 dias após a antese e 50% aos 50 dias após a antese.

Tabela 15. Teores de água dos frutos (TAf) e das sementes (TAs) e matérias secas dos frutos (MSf) e de sementes (MSs) de pinhão-mansão em função dos estádios de maturação do fruto. Botucatu/SP, 2012.

Produto	TAf (%)						Médias
	1	2	3	4	5	6	
Pro-Ca	73,7aA	71,7aAB	69,6aB	66,7aC	59,5aD	34,8aE	62,6a
CCC	72,8aA	69,6aB	71,5aAB	66,7aC	61,4aD	35,0aE	62,8a
Média	73,3A	70,6B	70,5B	66,7C	60,5D	34,9E	
	TAs (%)						Médias
	1	2	3	4	5	6	
Pro-Ca	35,5bA	33,5bB	34,2aAB	35,0aAB	33,5aB	19,9bC	31,9b
CCC	39,4aA	36,9aB	35,8aBC	34,6aC	34,2aC	25,2aD	34,4a
Média	37,4A	35,3B	34,9BC	34,8BC	33,8C	22,5D	
	MSf (g fruto ⁻¹)						Médias
	1	2	3	4	5	6	
Pro-Ca	2,72aC	2,71aC	2,91aAB	2,81aBC	2,80aBC	2,95aA	2,81a
CCC	2,54bB	2,48bB	2,34bC	2,72aA	2,78aA	2,76bA	2,60b
Média	2,63B	2,59B	2,62B	2,76A	2,79A	2,85A	

	MSs (g semente ⁻¹)						Médias
	1	2	3	4	5	6	
Pro-Ca	0,63aA	0,63aA	0,66aA	0,65aA	0,63aA	0,63aA	0,64a
CCC	0,57bBC	0,56bBC	0,54bC	0,65aA	0,65aA	0,58bB	0,59b
Média	0,60B	0,59B	0,60B	0,65A	0,64A	0,60B	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste “t” a 5% de probabilidade.

Inversamente às alterações dos teores de água dos frutos e das sementes (Tabela 15), os pesos das matérias secas de frutos e de sementes elevaram-se gradativamente à medida que os frutos completavam o processo de maturação, atingindo valores máximos de 2,85g, para o fruto, e de 0,65 g, para as sementes.

As matérias secas dos frutos e das sementes não diferiram estatisticamente do estágio 1 ao 3; a partir deste estágio ocorreu um aumento significativo que culminou com valores máximos nos estádios 4, 5 e 6. Esses resultados são semelhantes aos verificados por Dranski et al., (2010) que, avaliando a matéria seca do fruto e semente de pinhão-manso em função da classificação dos frutos em seis cores, variando do fruto verde até a sua deiscência, constataram ausência de alterações significativas das matérias secas dos frutos entre os estádios dois a seis, e das sementes entre os estádio dois ao cinco; no estágio seis ocorreu redução do peso.

A massa de matéria seca eleva-se lentamente no início do desenvolvimento da semente, fase em que predomina a divisão e a expansão celular (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000); ocorre, em seguida, aumento acentuado das reservas da semente devido a translocação de fotossintatos a partir das folhas. Após atingir o máximo acúmulo de matéria seca, as sementes não estão mais ligadas fisiologicamente à planta, podendo ocorrer redução da matéria seca devido ao processo de respiração intensa das sementes se mantido o alto grau de umidade, como encontrado por Sader e Silveira (1988) em sementes de girassol.

Na Tabela 16 são apresentados os resultados da análise de variância dos dados referentes às características fisiológicas das sementes (porcentagem de plântulas normais, condutividade elétrica, índice de velocidade de emergência, comprimento de parte aérea, comprimento de raiz e massa de matéria seca de plântulas).

Para os estádios de maturação houve significância para todas as variáveis analisadas. Foi constatada interação significativa produto x estágio de maturação para a maioria das características, com exceção da massa de matéria seca de plântulas que acusou somente efeito do estágio de maturação. Na Tabela 17 são dispostos os resultados do teste de comparação das médias para as referidas características fisiológicas.

Considerando o conjunto dos dados das determinações fisiológicas realizadas, sementes colhidas no estágio de maturação 4 tiveram qualidade superior, quando o teor de água foi de 34,8% e o peso de matéria seca de 0,65 g sementes⁻¹ (Tabela 15).

Tabela 16. Resumo da análise de variância (valores de F) para as causas de variação: produto (P), estádios de maturação (EM), dose (D) e sua interação (P*EM) da variável plântula normal (G), condutividade elétrica (CE), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea de plântulas (CPA), comprimento de raiz de plântulas (CR) e massa de matéria seca de plântulas de pinhão-mansão (MMS). Botucatu/SP, 2012.

Análise de variância	G	CE	IVG	CPA	CR	MMS
P	0,25 ^{ns}	625,102**	0,03 ^{ns}	126,27**	7,97 ^{ns}	1,49 ^{ns}
EM	5,33**	391,110**	4,45**	6,09**	2,64*	2,91*
D	3,63***	157,99***	4,98***	27,00***	7,73***	4,02***
P*EM	2,53*	314,642**	2,31*	7,30**	2,49*	0,27 ^{ns}
C.V. (%)	26,48	10,37	27,25	24,72	26,98	28,58

***Os tratamentos (D) são quantitativos. O Teste F não se aplica; ** Significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * Significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ^{ns} Não significativo ($p \geq 0,05$); C.V.- coeficiente de variação.

Tabela 17. Teste de média das variáveis: germinação (%), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea de plântulas (CPA), comprimento de raiz de plântulas (CR), massa de matéria seca de plântulas (MMS) e condutividade elétrica (CE) de pinhão-mansó em função dos estádios de maturação do fruto. Botucatu/SP, 2012.

Produto	Germinação					
	1	2	3	4	5	6
Pro-Ca	73 aA	60aBC	66aABC	69aAB	57aCD	49bD
CCC	72aA	61aBC	55bC	66aAB	66aAB	62aBC
Média	73A	60BC	61BC	68AB	61BC	56C
	IVG					
	1	2	3	4	5	6
Pro-Ca	0,59aA	0,49aBC	0,54aAB	0,54aAB	0,47aBC	0,42aC
CCC	0,58aA	0,48aBC	0,43bC	0,52aAB	0,54aAB	0,49aBC
Média	0,58A	0,48BC	0,48BC	0,53AB	0,50AB	0,45C
	CPA					
	1	2	3	4	5	6
Pro-Ca	5,60bABC	4,76aBCD	5,71bAB	5,75bA	4,67bCD	4,00bD
CCC	8,42aA	5,64aD	6,85aC	7,21aC	7,36aBC	8,32aAB
Média	7,01A	5,20C	6,28B	6,48AB	6,01B	6,16B
	CR					
	1	2	3	4	5	6
Pro-Ca	5,22aA	4,55aAB	5,02aA	4,76aAB	4,14bBC	3,68bC
CCC	5,31aA	4,74aA	4,59aA	5,37aA	5,25aA	4,95aA
Média	5,26A	4,64BC	4,80ABC	5,06AB	4,69ABC	4,31C
	MMS					
	1	2	3	4	5	6
Pro-Ca	0,26aB	0,27aAB	0,29aAB	0,30aAB	0,31aA	0,32aA
CCC	0,27aB	0,28aB	0,31aAB	0,30aAB	0,32aAB	0,35aA
Média	0,26C	0,27BC	0,30ABC	0,30ABC	0,31AB	0,33A

	CE						
	1	2	3	4	5	6	Média
Pro-Ca	170,02aA	137,62bC	162,53bAB	133,32bC	155,97aB	135,88bC	149,22b
CCC	159,46aC	194,01aB	430,12aA	147,12aD	158,72aCD	166,00aC	209,24a
Média	164,74BC	165,82B	296,32A	140,22E	157,34CD	150,94D	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste “t” a 5% de probabilidade.

Algumas pesquisas indicaram que, em certas espécies, o máximo vigor e germinação das sementes não coincidem com o máximo peso da matéria seca das mesmas. Esses estudos demonstraram a continuidade de desenvolvimento de características de qualidade mesmo após as sementes terem atingido o máximo de matéria seca (ELLIS e PIETRA FILHO, 1992; LIMA JÚNIOR, 1999). Este estudo indicou a coincidência de máximas matéria seca, germinação e vigor de sementes de pinhão-manso e, portanto, a utilidade desta característica para estimar a maturidade fisiológica.

Carvalho e Nakagawa (1983) explicam que o acúmulo de matéria seca em uma semente em formação ocorre de maneira lenta. Em seguida, começa uma fase de rápido e constante acúmulo de matéria seca, até que um máximo é atingido. Para Popinigis (1977), esse ponto máximo de matéria seca coincide com aquele em que a semente atinge a máxima germinação, como verificado por Lopes (2005) em *Tibouchina granulosa* Cogn.

Nesse estudo os máximos de matéria seca e de germinação de sementes de pinhão-manso ocorreu no estágio 4. O teor de água das sementes, decrescente com a evolução dos estádios de maturação, ainda se apresentava elevado quando ocorreu a máxima germinação (Tabela 17). A permanência de sementes oleaginosas, como as do pinhão-manso, com elevado conteúdo de água no campo, após o máximo acúmulo de matéria seca, pode resultar em redução dessa matéria seca e aumento da acidez do óleo, em virtude dos processos metabólicos, como respiração e hidrólise, favorecidos por adversidades do ambiente (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Os resultados indicaram que a maturidade fisiológica de sementes de pinhão-manso é atingida no estágio 4 de maturação, em razão da maior porcentagem de plântulas normais, maior índice de velocidade de germinação, maiores comprimentos de partes aéreas e de raízes e maior massa de matéria seca de plântulas e menor condutividade elétrica.

A maturação dos frutos foi recomendada por Silva et al. (2009) como um indicador da maturidade e da qualidade fisiológica das sementes de *Ricinus communis*, por Aquino et al. (2006) para sementes de sementes de *Peltophorum dubium*, por Aguiar et al. (2007) para as de *Caesalpinia echinata*, por Santana (2007) para sementes de *Eugenia uniflora*, por Dranski et al. (2010) e Santos et al. (2012) para sementes de pinhão-mansão.

Os valores referentes ao desdobramento da interação produto x estágio de maturação na variável plântula normal, IVG, comprimento de parte aérea, comprimento de raiz de plântulas e condutividade elétrica de pinhão-mansão encontram-se na Tabela 17.

De acordo com a Tabela 17, os resultados revelaram que no estágio 1 foi verificada maior porcentagem de formação de plântulas normais para os dois produtos, sendo que para o Pro-Ca não houve diferença significativa em relação aos estágios 3 e 4; já para o CCC não houve significância para os estágios 4 e 5. Kaushik (2003) verificou que sementes de frutos de pinhão-mansão com coloração amarela tinham o máximo de germinação, com menores valores para sementes obtidas de frutos verdes e secos.

Vertucci e Ferrant (1995) relataram a possibilidade de sementes não completamente maduras terem capacidade de germinar; entretanto, como a histodiferenciação e o acúmulo de reservas ainda estão ocorrendo, não há possibilidade de produção de plântulas tão vigorosas como aquelas oriundas de sementes colhidas no estágio de maturação fisiológica.

Foi constatado, ainda, para a maioria das cores analisadas, ausência de diferença estatística entre os produtos, com exceção do estágio 3 em que o produto Pro-Ca foi superior, e do estágio 6 em que ocorreu maior porcentagem de plântulas normais com o produto CCC. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos no IVG, diferindo apenas na análise entre os produtos no estágio 6 onde não foi constatada diferença significativa (Tabela 17).

Dantas et al. (2009), verificando o efeito do estágio de colheita do fruto de pinhão-mansão na germinação e velocidade de germinação das sementes, constatou que aquelas oriundas de frutos colhidos nas fases 4 (frutos esverdeados com partes amarelas e marrons) e 5 (frutos amarelos com partes marrons com início de deiscência), tiveram maiores porcentagens de germinação e IVG.

Considerando a condutividade elétrica, a aplicação do produto Pro-Ca provocou maiores valores de condutividade no estágio 1 e 3 e, o produto CCC no estágio 3. Entre os produtos, o CCC foi superior ao Pro-Ca nos estádios 2, 3, 4 e 6.

Albuquerque et al. (2009) classificou os frutos de pimentão em quatro cores: completamente verdes (estádio 1), com 20 a 30% de maturação avermelhada (estádio 2), com 40 a 50% de maturação avermelhada (estádio 3) e completamente vermelhos (estádio 4); foi observado que as sementes de frutos do estágio 1 tiveram alto valor de condutividade, possivelmente devido a desestruturação do sistema de membranas por causa da imaturidade das mesmas.

A análise do comprimento da parte aérea das plântulas revelou maiores valores para os estádios 1 e 6, quando utilizado o produto CCC, enquanto que, para o comprimento de raiz, para este mesmo produto, os estádios de maturação não mostraram-se diferentes, significativamente, entre si. Maiores valores de comprimentos de parte aérea e de raiz de plântulas foram verificados nos estádios 1, 3 e 4 quando empregado o produto Pro-Ca.

Na Tabela 18 é disposta a análise de variância da causa de variação quantitativa dose dos produtos Pro-Ca e CCC para a porcentagem de germinação conforme os estádios de maturação. Apenas nos estádios 1, 5 e 6 foram acusados ajustes quadráticos significativos para ambos os produtos.

Tabela 18. Resumo da análise de variância (valores de F) da fonte de variação dose (regressão linear e quadrática) para a porcentagem de germinação de sementes de pinhão-manso considerando os estádios de maturação e reguladores de crescimento. Botucatu/SP, 2012.

Regressão Polinomial (Dose)	Germinação (%) nos diferentes estádios de maturação					
	1	2	3	4	5	6
..... <i>Pro-Ca</i>						
Linear	0,081 ^{ns}	2,902 ^{ns}	0,036 ^{ns}	1,084 ^{ns}	12,933**	9,754**
Quadrática	6,148*	1,254 ^{ns}	0,921 ^{ns}	2,309 ^{ns}	4,325*	3,998*
..... <i>CCC</i>						
Linear	5,043*	0,697 ^{ns}	1,501 ^{ns}	0,961 ^{ns}	1,435 ^{ns}	2,341 ^{ns}
Quadrática	3,945*	3,413 ^{ns}	1,438 ^{ns}	3,054 ^{ns}	7,024**	6,665**

** Significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$), * Significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$), ^{ns} Não significativo ($p \geq 0,05$).

Na Figura 18 são apresentadas as porcentagens de plântulas normais em função das doses crescentes de regulador de crescimento proexadione-Ca (A, C e E) e cloreto de chlormequat (B, D e F) para os estádios 1, 5 e 6, respectivamente.

Considerando o produto Pro-Ca, foi observado comportamento semelhante nos estádios 1 e 5 com maiores porcentagens de plântulas normais verificada na dosagem de 1200 g ha⁻¹ que, todavia, não se reproduziu no estádio 6 (Figura 18 A, C e E). Já para o CCC, a elevação das doses tendeu a proporcionar maior porcentagem de formação de plântulas normais (Figura 18 B, D e F).

Estádio 1

Prohexadione – Ca

Cloreto de chlormequat

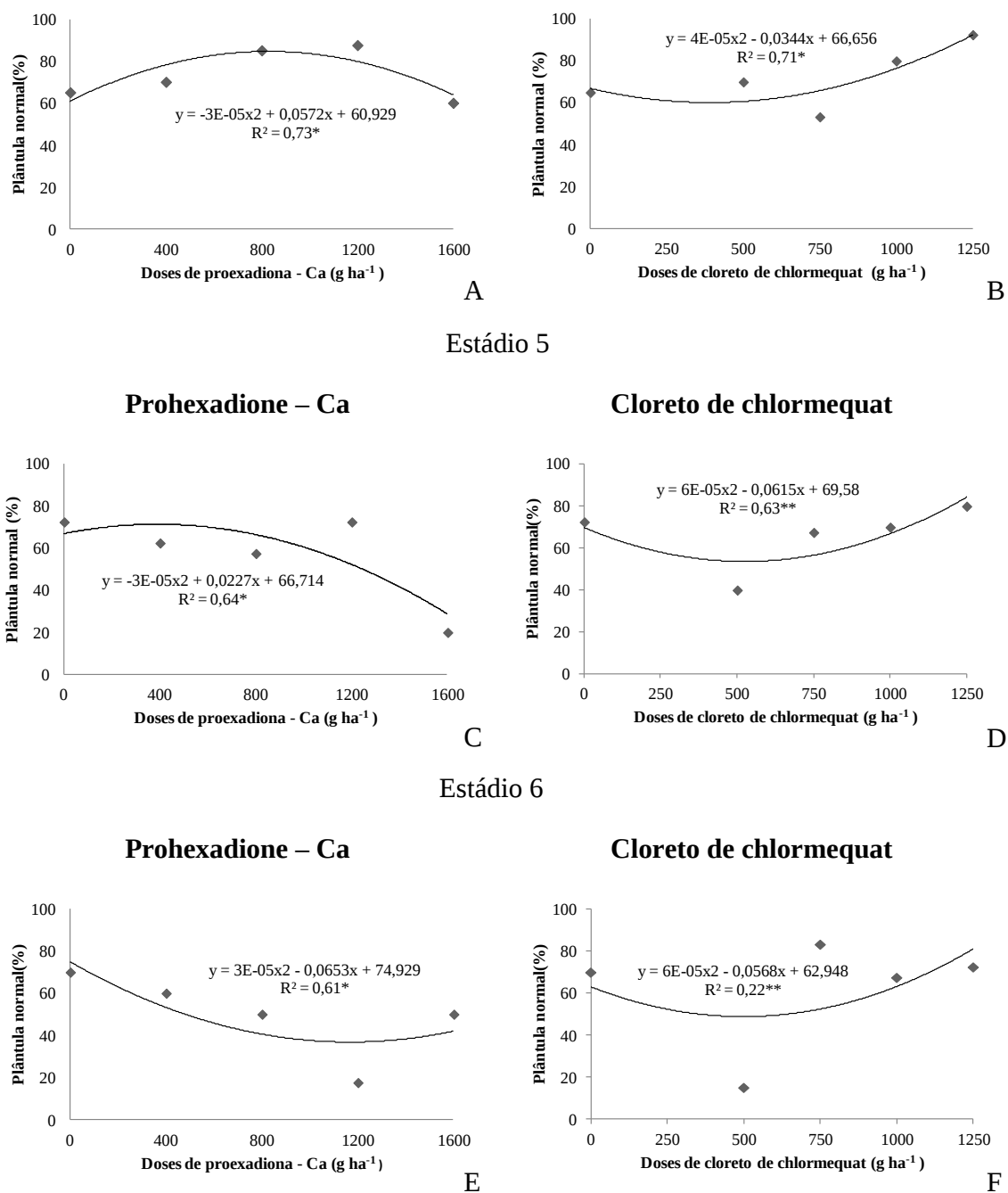


Figura 18. Porcentagem de plântulas normais de pinhão-mansô em função das doses crescentes de regulador de crescimento proexadione-Ca (A, C e E) e cloreto de chlormequat (B, D e F), para os estádios 1, 5 e 6, respectivamente. Botucatu/SP, 2012.

O resumo da análise de variância da causa de variação quantitativa dose dos produtos Pro-Ca e CCC, em todos os estádios de maturação, para a variável condutividade elétrica, encontra-se na Tabela 19. Em todos os estádios analisados do produto Pro-Ca houveram ajustes significativos linear ou quadrático. Para o CCC, houve ajuste quadrático significativo para os estádios 1, 2, 3, 4 e 6.

Tabela 19. Resumo da análise de variância (valores de F) da fonte de variação dose (regressão linear e quadrática) para a condutividade elétrica das sementes de pinhão-mansão, considerando os estádios de maturação e reguladores de crescimento. Botucatu/SP, 2012.

Regressão Polinomial (Dose)	Condutividade elétrica nos diferentes estádios de maturação					
	1	2	3	4	5	6
.....Pro-Ca.....						
Linear	214,397**	19,257**	15,771**	14,201**	16,895**	0,164 ^{ns}
Quadrática	92,289**	1,416 ^{ns}	3,152 ^{ns}	0,340 ^{ns}	4,941*	8,224**
.....CCC.....						
Linear	278,642**	183,238**	852,009**	2,051 ^{ns}	0,108 ^{ns}	7,506**
Quadrática	86,967**	230,104**	248,963**	4,184*	0,322 ^{ns}	11,674**

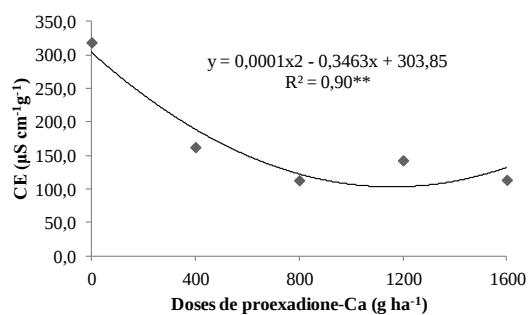
** Significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$), * Significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$), ^{ns} Não significativo ($p \geq 0,05$).

Na Figura 19 são apresentadas as condutividades elétricas de sementes de pinhão-mansão em função das doses crescentes de regulador de crescimento proexadione-Ca (A, C, E, G, I e J) nos estádios 1, 2, 3, 4, 5 e 6, respectivamente, e cloreto de chlormequat (B, D, F, H e L) nos estádios 1, 2, 3, 4 e 6 de maturação dos frutos, também de modo respectivo.

Quando empregado o produto Pro-Ca foi constatada diminuição da condutividade elétrica com o aumento da dose nos estádios 1, 2, 3, 4 e 5, à despeito dos baixos valores de R^2 verificados nos estádios de maturação 3 e 6. Os efeitos da elevação das doses de CCC não foram claros, considerando o conjunto dos dados de condutividade elétrica observados em cada estágio de maturação (Figura 19).

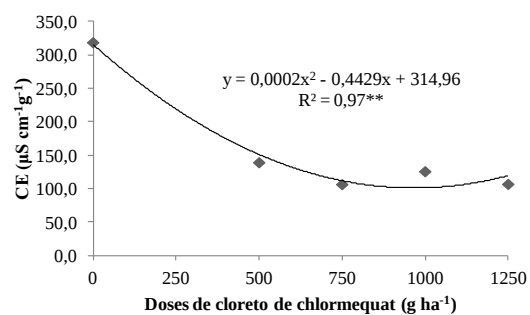
Estádio 1

Prohexadione – Ca



A

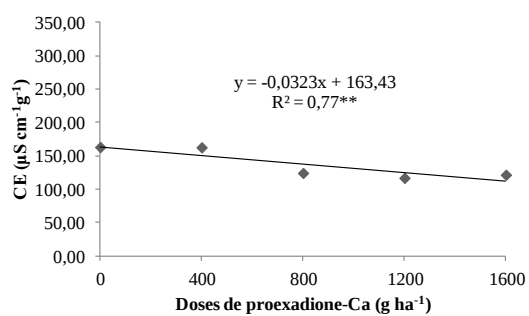
Cloreto de chlormequat



B

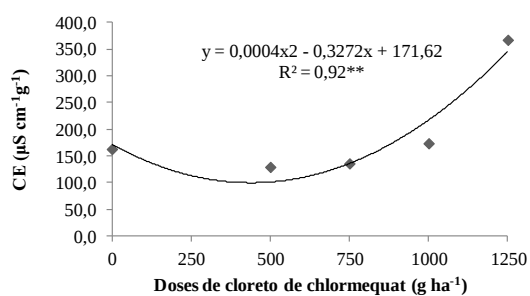
Estádio 2

Prohexadione – Ca



C

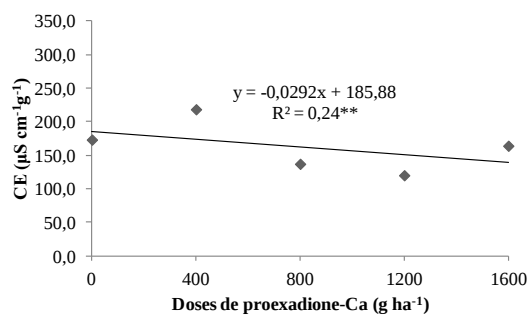
Cloreto de chlormequat



D

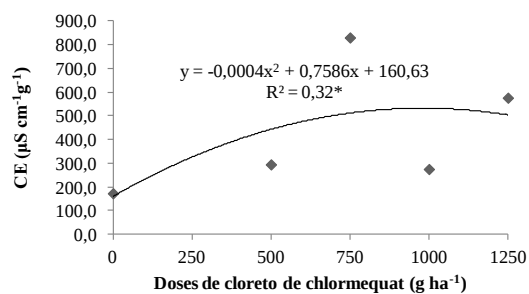
Estádio 3

Prohexadione – Ca



E

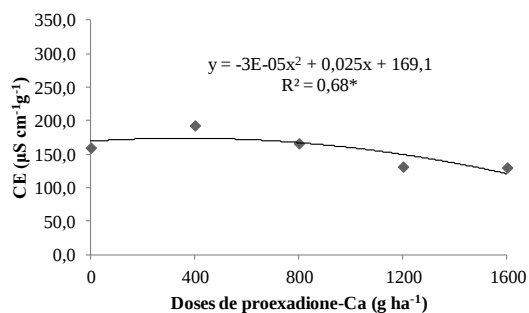
Cloreto de chlormequat



F

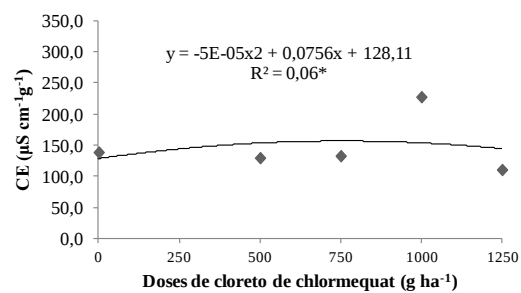
Estádio 4

Prohexadione – Ca



G

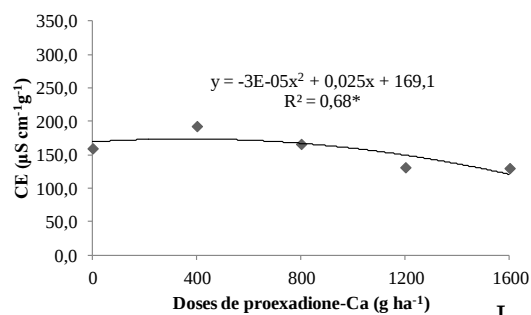
Cloreto de chlormequat



H

Estádio 5

Prohexadione – Ca



I

Estádio 6

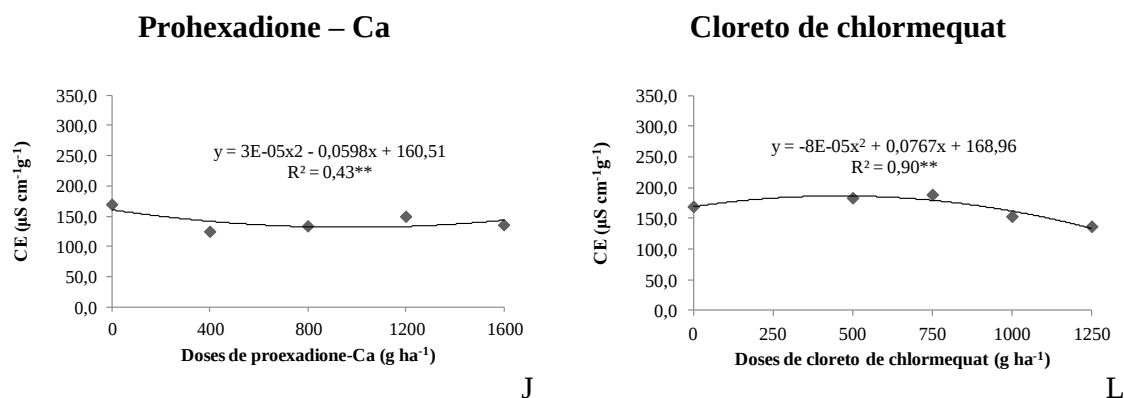


Figura 19. Condutividade elétrica de sementes de pinhão-mansão em função das doses crescentes de regulador de crescimento prohexadione-Ca (A, C, E, G, I e J) e cloreto de chlormequat (B, D, F, H e L), para os estádios 1, 5 e 6, respectivamente. Botucatu/SP, 2012.

O resumo da análise de variância da causa de variação quantitativa dose dos produtos Pro-Ca e CCC, em todos os estádios de maturação, para a variável índice de velocidade de emergência de plântulas de pinhão-mansão, é apresentado na Tabela 20. Foram verificados ajustes significativos quadrático, no estádio 1, e lineares, nos estádios 5 e 6 com o produto Pro-Ca. No produto CCC, ocorreram ajustes significativos linear e quadrático, para os estádios 1 e 6, e somente quadrático, para o 2 e 5.

Tabela 20. Resumo da análise de variância (valores de F) da fonte de variação dose (regressão linear e quadrática) para o índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de pinhão-mansão, considerando os estádios de maturação e reguladores de crescimento. Botucatu/SP, 2012.

Regressão Polinomial (Dose)	IVG considerando os estádios de maturação					
	1	2	3	4	5	6
.....Pro-Ca.....						
Linear	1,402 ^{ns}	2,572 ^{ns}	0,231 ^{ns}	1,210 ^{ns}	12,882 ^{**}	5,642 [*]
Quadrática	16,407 ^{**}	0,157 ^{ns}	1,607 ^{ns}	2,456 ^{ns}	2,616 ^{ns}	0,880 ^{ns}

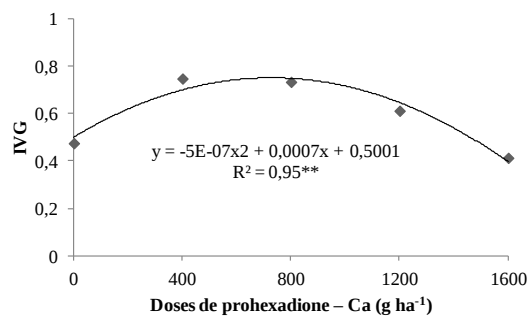
	CCC.....					
Linear	15,442**	0,009 ^{ns}	1,525 ^{ns}	0,198 ^{ns}	1,124 ^{ns}	4,902*
Quadrática	10,584**	6,517*	2,334 ^{ns}	2,591 ^{ns}	7,927**	6,967**

** Significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$), * Significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$), ^{ns} Não significativo ($p \geq 0,05$).

Na Figura 20 são apresentados os índices de velocidade de germinação (IVG) de sementes de pinhão-mansão em função das doses crescentes de regulador de crescimento referente ao proexadione-Ca (A, D e F), estádios 1, 5 e 6, respectivamente, e cloreto de chlormequat (B, C, E e G), estádios 1, 2, 5 e 6 de maturação dos frutos.

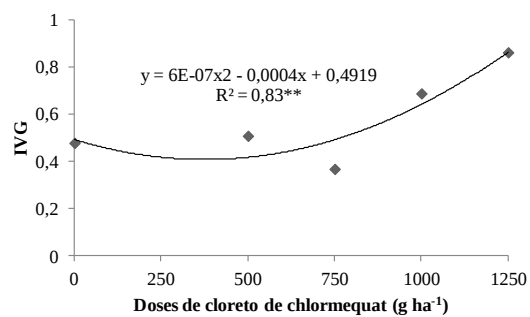
Estádio 1

Prohexadione – Ca



A

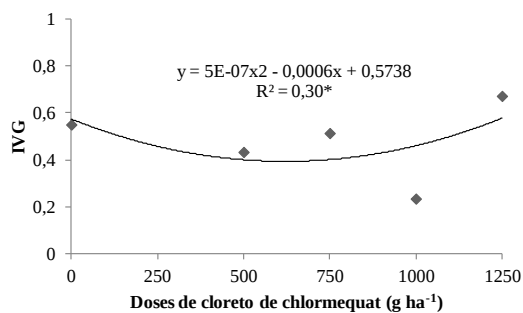
Cloreto de chlormequat



B

Estádio 2

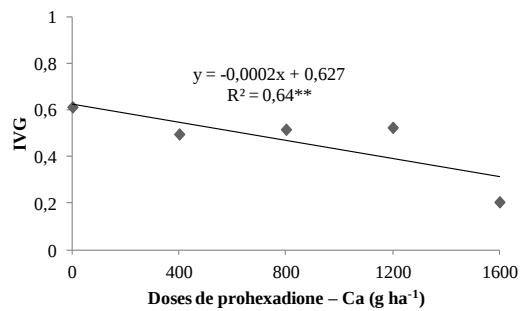
Cloreto de chlormequat



C

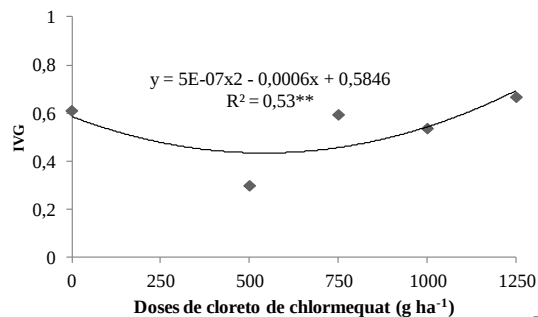
Estádio 5

Prohexadione – Ca



D

Cloreto de chlormequat



E

Estádio 6

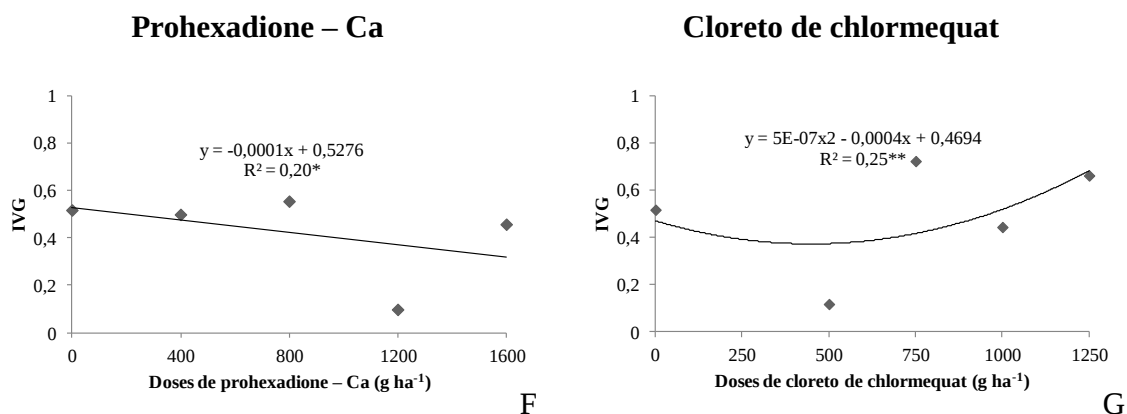


Figura 20. Índice de velocidade de germinação de pinhão-mansinho em função das doses crescentes de regulador de crescimento: prohexadione-Ca (A, D e F), estágio 1, 5 e 6, respectivamente; e cloreto de chlormequat (B, C, E e G) estágios 1, 2, 5 e 6 de maturação dos frutos. Botucatu/SP, 2012.

No estágio 1, quando empregado o produto Pro-Ca, foi verificado maior IVG entre as doses de 400 e 800 g ha⁻¹. Nos estágios 5 e 6, foi constatada redução do IVG com o aumento da dose de Pro-Ca, embora com ajuste inadequado. O produto CCC, nos estágios 1, 2, 5 e 6, provocou efeito inverso ao Pro-Ca, ou seja, com a maior dosagem (1250 g ha⁻¹), foi constatado o maior valor de IVG (Figura 20), com a ressalva de valores reduzidos de R^2 nos três últimos estágios de maturação.

Nas Tabelas 21 e 22 são dispostas as análises de variância dos comprimentos de partes aéreas e de raízes de plântulas de pinhão-mansinho, respectivamente, em função das doses dos produtos Pro-Ca e CCC em seis estágios de maturação dos frutos.

Considerando o comprimento da parte aérea de plântulas, foi constatado ajustes significativos quadrático, para os estágios 1 e 5, e lineares, para os estágios 5 e 6 com o Pro-Ca. Para o CCC, em todos os estágios, houveram ajustes significativos linear e quadrático, com exceção do estágio 6 em que apenas ajuste linear foi verificado (Tabela 21).

Para o comprimento de raiz de plântulas (Tabela 22), o produto Pro-Ca causou comportamento similar ao comprimento da parte aérea (Tabela 21), diferindo no estágio 5 quando ajuste significativo linear foi verificado. O produto CCC, para os estágios 1 e

5, proporcionaram ajuste significativo linear e quadrático. Nos estádios 2 e 3 ocorreu ajuste significativo quadrático e, no 6, um ajuste linear.

Tabela 21. Resumo da análise de variância (valores de F) da variação dose (regressão linear e quadrática) para o comprimento de parte aérea (CPA) de plântulas de pinhão-mansão considerando os estádios de maturação e reguladores de crescimento. Botucatu/SP, 2012.

Regressão Polinomial (Dose)	CPA (cm) considerando os estádios de maturação					
	1	2	3	4	5	6
.....Pro-Ca.....						
Linear	0,731 ^{ns}	1,853 ^{ns}	2,461 ^{ns}	2,320 ^{ns}	11,106**	6,438*
Quadrática	6,522*	0,682 ^{ns}	0,425 ^{ns}	3,644 ^{ns}	4,750*	2,776 ^{ns}
.....CCC.....						
Linear	69,738**	5,058*	7,837**	20,646**	51,794**	50,923**
Quadrática	24,435**	24,286**	10,546**	31,670**	22,158**	3,810 ^{ns}

** Significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$), * Significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$), ^{ns} Não significativo ($p \geq 0,05$).

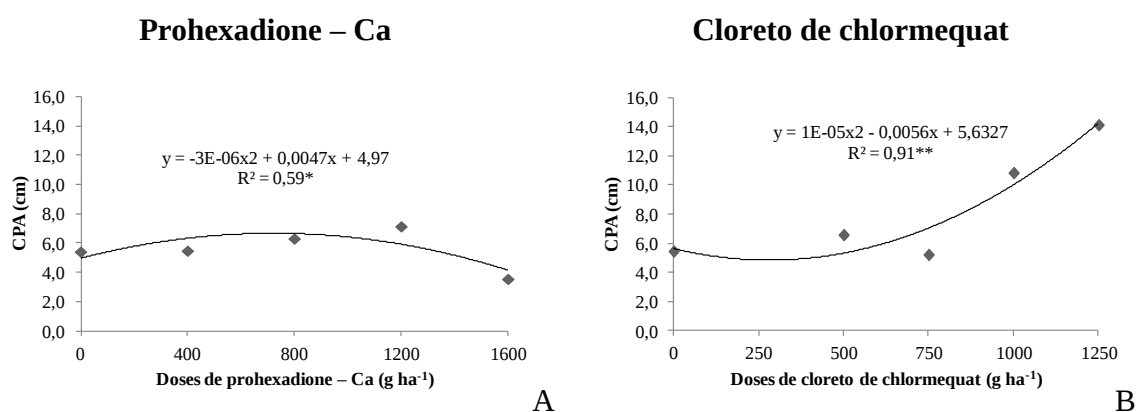
Tabela 22. Resumo da análise de variância (valores de F) da variação dose (regressão linear e quadrática) para o comprimento de raiz (CR) de plântulas de pinhão-mansão considerando os estádios de maturação e reguladores de crescimento. Botucatu/SP, 2012.

Regressão Polinomial (Dose)	CR (cm) considerando os estádios de maturação					
	1	2	3	4	5	6
.....Pro-Ca.....						
Linear	1,440 ^{ns}	2,019 ^{ns}	0,273 ^{ns}	1,584 ^{ns}	12,748**	5,648*
Quadrática	10,367**	3,349 ^{ns}	0,184 ^{ns}	0,137 ^{ns}	3,101 ^{ns}	3,248 ^{ns}
.....CCC.....						
Linear	7,924**	0,842 ^{ns}	0,009 ^{ns}	1,337 ^{ns}	4,470*	4,754*
Quadrática	18,469**	8,658**	5,917*	1,717 ^{ns}	9,494**	3,415 ^{ns}

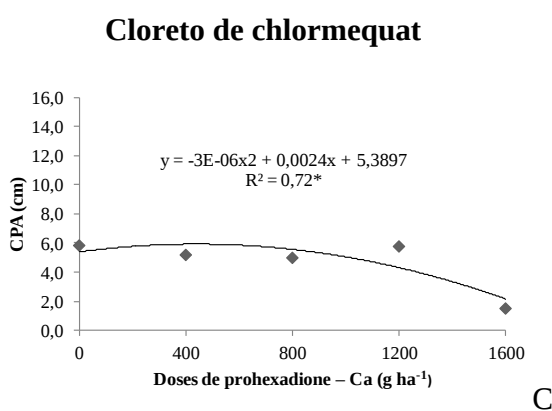
** Significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$), * Significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$), ^{ns} Não significativo ($p \geq 0,05$).

Na Figura 21 são apresentados os comprimentos de partes aéreas de plântulas de pinhão-mansinho em função das doses crescentes do regulador de crescimento prohexadione-Ca (A, F e H) referente aos estádios 1, 5 e 6, respectivamente, e cloreto de chlormequat (B, C, D, E, G e I) nos estádios 1, 2, 3, 4, 5 e 6 de maturação dos frutos.

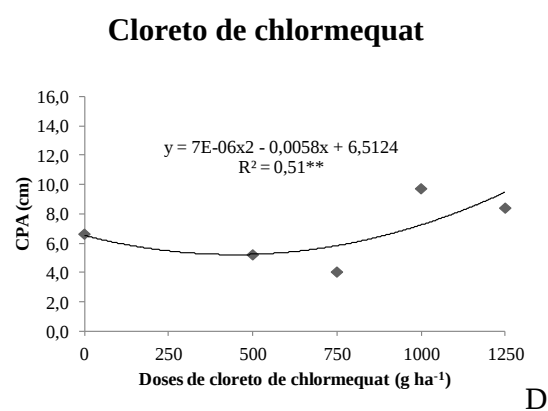
Estádio 1



Estádio 2

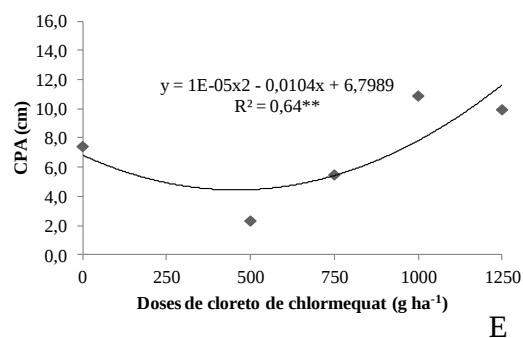


Estádio 3



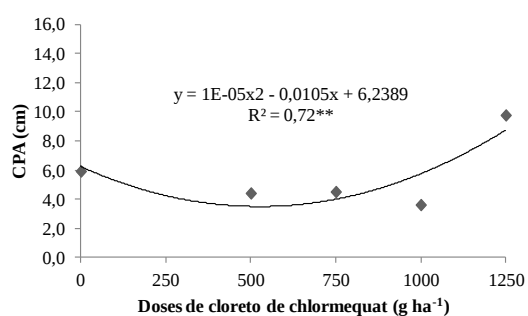
Estádio 4

Cloreto de chlormequat



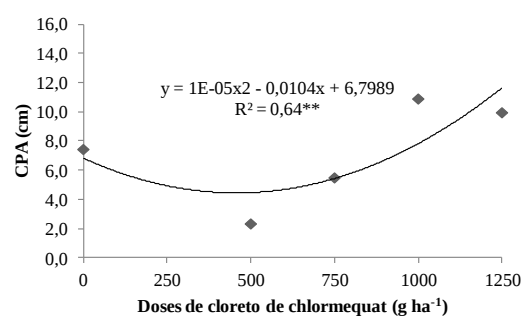
Estádio 5

Prohexadione – Ca



F

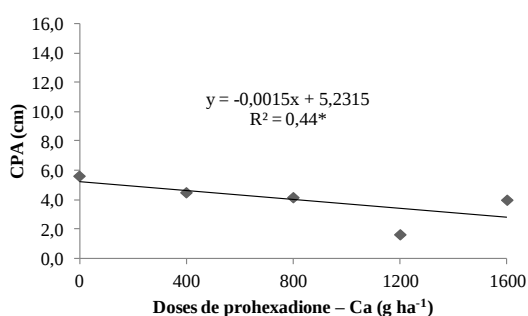
Cloreto de chlormequat



G

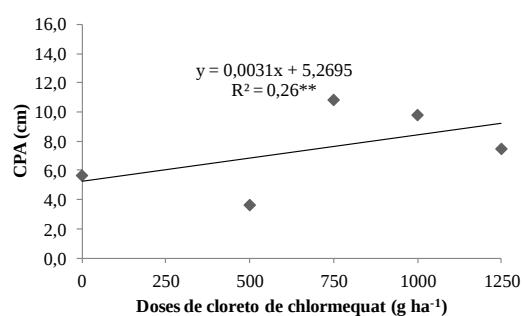
Estádio 6

Prohexadione – Ca



H

Cloreto de chlormequat



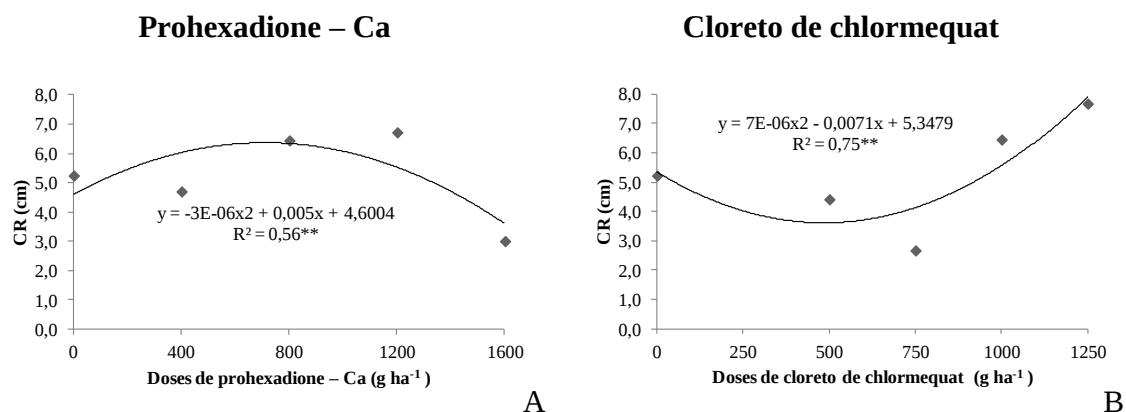
I

Figura 21. Comprimento de parte aérea de plântulas (CPA) de pinhão-mansão em função das doses crescentes de regulador de crescimento proexadione-Ca (A, F e H), estágio

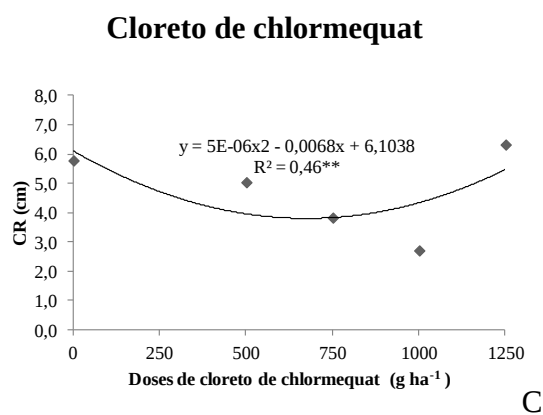
1, 5 e 6, respectivamente e cloreto de chlormequat (B, C, D, E, G e I), estágio 1, 2, 3, 4, 5 e 6 de maturação dos frutos. Botucatu/SP, 2012.

Na Figura 22 são dispostos, graficamente, os comprimentos de raízes de plântulas (CR) de pinhão-manso em função das doses crescentes de regulador de crescimento prohexadione-Ca (A, E e G) estágio 1, 5 e 6, respectivamente, e cloreto de chlormequat (B, C, D, F e H) estádios 1, 2, 3, 5 e 6 de maturação dos frutos.

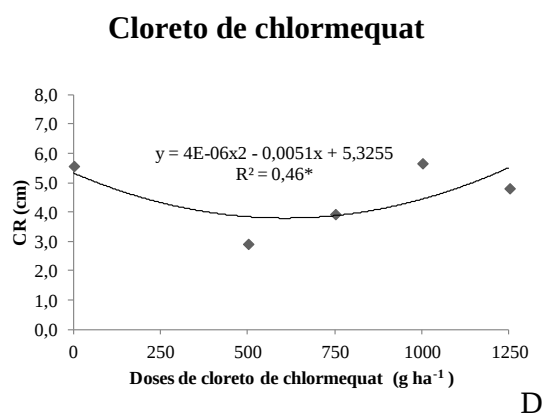
Estádio 1



Estádio 2



Estádio 3



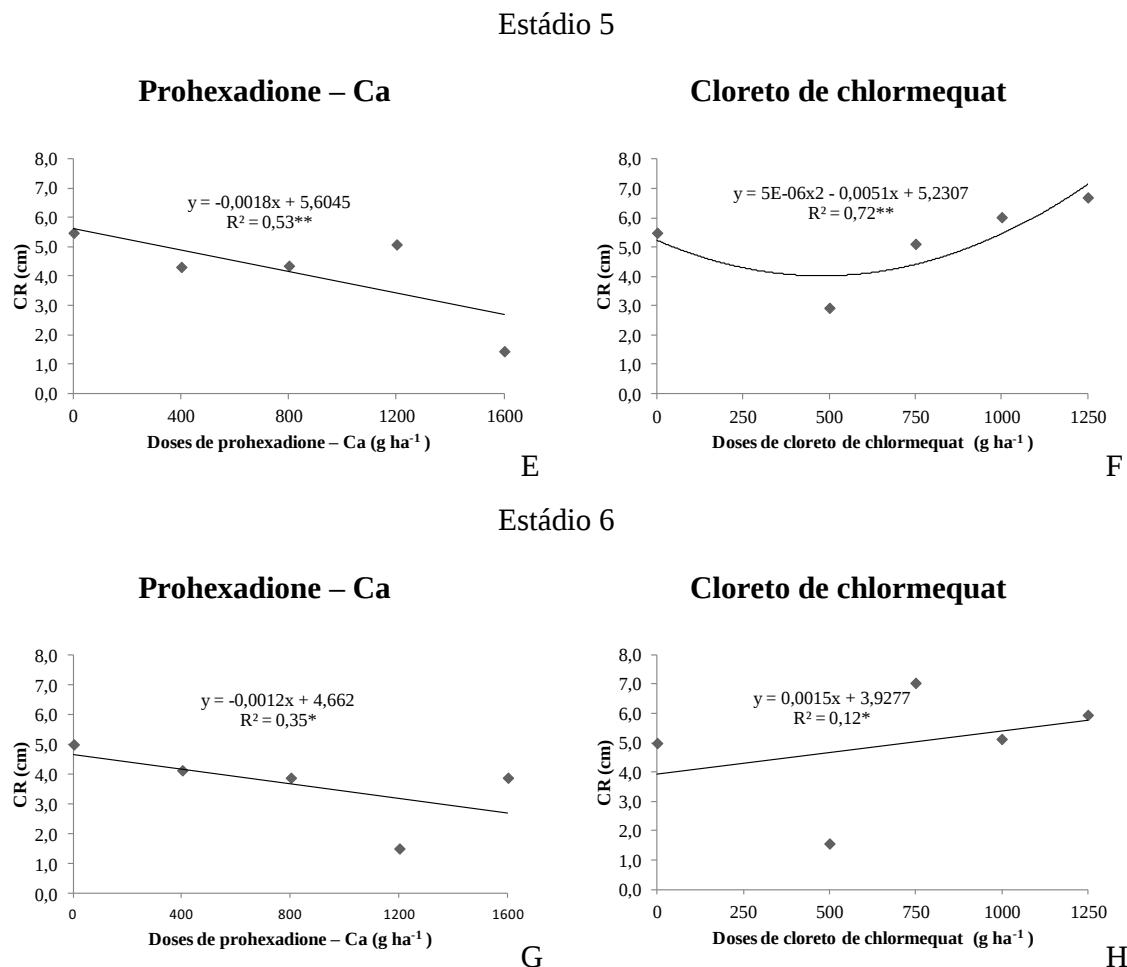


Figura 22. Comprimento de raiz de plântulas (CR) de pinhão-mansão em função das doses crescentes de regulador de crescimento: prohexadione-Ca (A, E e G) estágio 1, 5 e 6, respectivamente e cloreto de chlormequat (B, C, D, F e H) estádios 1, 2, 3, 5 e 6 de maturação dos frutos. Botucatu/SP, 2012.

Apesar de ajustes significativos, valores reduzidos de R^2 foram constatados, exceto no estágio 5, quando a elevação das doses de Pro-Ca teve efeito positivo no comprimento da parte aérea das plântulas. O mesmo foi observado quando empregado o CCC; neste caso, em considerando os valores de R^2 , resultados contrários entre si ocorreram nos estádios 1 e 2 de maturação dos frutos de pinhão-mansão (Figura 21).

Considerando os comprimentos de raízes de plântulas de pinhão-manso, também não foram consistentes os efeitos das doses dos reguladores de crescimento, apesar de nos estádios de maturação 1 e 5 terem sido observados valores superiores de comprimento nas doses mais elevadas de CCC (Figura 22).

Assim, não foi possível assegurar o efeito dos reguladores de crescimento aplicados, em suas diferentes doses, no desenvolvimento das plântulas de pinhão-manso.

O resumo da análise de variância para a causa de variação quantitativa dose dos produtos Pro-Ca e CCC, em seis estádios de maturação, para a variável massa de matéria seca de plântulas, encontra-se na Tabela 23. Não houve ajuste significativo linear e quadrático para nenhum dos estádios de maturação quando utilizado o Pro-Ca. Já para o CCC, esses dois ajustes ocorreram para os estádios 2 e 3. No estágio 1 ocorreu apenas ajuste significativo quadrático, e, no 4, linear.

Tabela 23. Resumo da análise de variância (valores de F) da fonte de variação dose (regressão linear e quadrática) para massa de matéria seca de plântulas (MMS) de pinhão-manso, considerando os estádios de maturação e reguladores de crescimento. Botucatu/SP, 2012.

Regressão Polinomial (Dose)	MMS considerando os estádios de maturação					
	1	2	3	4	5	6
..... <i>Pro-Ca</i>						
Linear	1,714 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,486 ^{ns}	0,242 ^{ns}	0,016 ^{ns}	0,000 ^{ns}
Quadrática	1,165 ^{ns}	0,423 ^{ns}	0,201 ^{ns}	2,273 ^{ns}	0,349 ^{ns}	0,524 ^{ns}
..... <i>CCC</i>						
Linear	2,475 ^{ns}	4,869*	10,125**	5,932*	2,425 ^{ns}	0,614 ^{ns}
Quadrática	5,766*	9,494**	6,642*	1,497 ^{ns}	0,822 ^{ns}	0,009 ^{ns}

** Significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$), * Significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$), ^{ns} Não significativo ($p \geq 0,05$).

Na Figura 23 são dispostos, graficamente, as massas de matéria seca de plântulas (MMS) de pinhão-mansinho em função das doses crescentes de regulador de crescimento cloreto de chlormequat (A, B, C e D), referentes aos estádios 1, 2, 3 e 4, respectivamente, de maturação dos frutos. Foi observado, contrariamente ao verificado para os comprimentos de parte aérea e de raízes, que doses mais elevadas do produto CCC produziram plântulas com maiores massa seca.

Cloreto de chlormequat

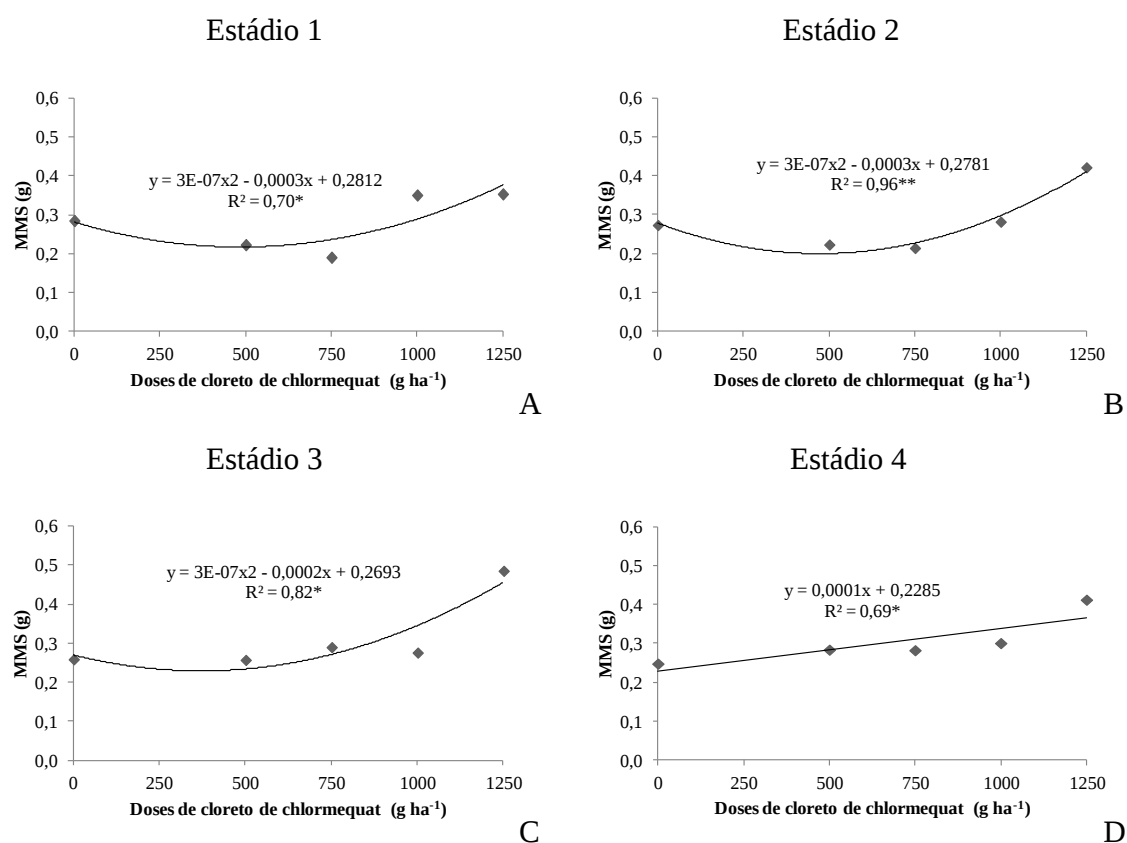


Figura 23. Massa de matéria seca de plântulas (MMS) de pinhão-mansinho em função das doses crescentes de regulador de crescimento cloreto de chlormequat (A, B, C e D), referentes aos estádios 1, 2, 3 e 4 de maturação dos frutos, respectivamente. Botucatu/SP, 2012.

7 CONCLUSÕES

A aplicação do produto cloreto de chlormequat em plantas de pinhão-manso provoca elevação da quantidade de flores femininas e de frutos por inflorescência.

As dosagens de 800 g ha⁻¹ e 750 g ha⁻¹ dos fitorreguladores Pro-Ca e CCC, respectivamente, proporcionaram maiores quantidades de frutos por inflorescência.

A maior quantidade de frutos por planta é obtida na primeira florada nas menores doses dos fitorreguladores. Nas três floradas, houve uma maior concentração de frutos no estágio de maturação preto escuro.

A maturidade fisiológica de sementes de pinhão-manso é atingida quando os frutos têm coloração castanho escuro, coincidente com o estágio de maturação quatro, e as sementes apresentaram teor de água de 34,8% e matéria seca de 0,65g sementes⁻¹.

A qualidade física e fisiológica de sementes de pinhão-manso não é influenciada pela aplicação dos fitorreguladores Pro-Ca e CCC nas plantas.

8 REFERÊNCIAS

- ADAM, J. **Les plantes à matiere grasse**. Paris: [s.n.], 1953. v. 4, 224 p.
- ADOLF, W.; OPFERKUCH, H. J.; HECKER, E. Irritant phorbol derivatives from four *Jatropha* species. **Phytochemistry**, New York, v. 23, p. 129-132, 1984.
- AGUIAR, I. B.; BARCIELA, F. J. P. Maturação de sementes de cabreúva. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 8, n. 3, p. 63-71, 1986.
- AGUIAR, I. B.; PERECIN, D.; KAGEYAMA, P. Y. Maturação fisiológica de sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **IPEF**, Piracicaba, v. 38, p. 41-49, 1988.
- AGUIAR, F. F. A. et al. Maturação de frutos de *Caesalpinia echinata* Lam. Pau-Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, p. 1-6, 2007.
- AIAZZI, M. T.; ARGUELLO, J. A.; DI RIENZO, J. A. Physiological maturity in seeds of *Atriplex cordobensis* (Gandoger et Stuckert): correlation with visual indicators. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 26, n. 2, p. 405-411, 1998.
- AKINTAYO, E. T. Characteristics and composition of *Parkia biglobbosa* and *Jatropha curcas* oils and cakes. **Bioresource Technology**, Essex, v. 92, p. 307-310, 2004.
- ALBUQUERQUE, K. S. et al. Condicionamento osmótico e giberelina na qualidade fisiológica de sementes de pimentão colhidas em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 100-109, 2009.
- ALBUQUERQUE, T. C. S. de. **Absorção de macronutrientes pelas cultivares de videira Thompson Seedless e Italia sob efeito de diferentes retardadores de crescimento e**

portaenxertos. 1998. 69 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

ALVES, E. U. et al. Maturação fisiológica de sementes de sabiá. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 27, p. 1-8, 2005.

ALVES, J. M. A. et al. Pinhão-manso uma alternativa para produção de biodiesel na agricultura familiar da Amazônia brasileira. **Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 2, n. 1, 2008.

AMARANTE, C. V. T.; MEGGUER, C. A. Qualidade pós-colheita de frutos de butiá em função do estágio de maturação na colheita e do manejo da temperatura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 46-53, 2008.

AQUINO, N. F. et al. Dormência de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel.) Taubert colhidas em diferentes estádios de desenvolvimento. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 5, p. 31-37, 2006.

ARAÚJO, N. C. **Sistema brasileiro de respostas técnicas**: Descrição: processo de cultivo do pinhão específico para o biodiesel e o processo de produção do pinhão em biodiesel. Brasília, DF: Fundação Centro Tecnológica de Minas Gerais, 2005.

ARRUDA, F. P. et al. Cultivo de Pinhão-manso (*Jatropha Curcas* L.) como alternativa para o Semi-árido Nordeste. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 789-799, 2004.

BARBEDO, A.S.C. et al. População de plantas, método de colheita e qualidade de sementes de cenoura, cultivar Brasília. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.08, 2000.

BARBEDO, A.S.C.; ZANIN, A.C.W.; BARBEDO, C.J.; NAKAGAWA, J. Efeitos da idade e do período de repouso pós colheita dos frutos sobre a qualidade de sementes de berinjela. **Horticultura Brasileira**, v.12, p.14-18, 1994.

BARBIN, D. **Planejamento e análise de experimentos agronômicos**. Arapongas: Midas, 2003. 208 p.

BARBOSA, J. M. **Maturação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf.** 1990. 144 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1990.

BARBOSA, J. M. et al. Desenvolvimento floral e maturação de sementes de *Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb. **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 17, n. 1, p. 5-11, 1992a.

BARBOSA, J. M.; AGUIAR, I. B.; SANTOS, S. R. G. Maturação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, p. 665-674, 1992b.

- BARRET, J. E. Mechanisms of action. In: TAYAMA, H. K. et al. (Ed.). **Tips on the use of chemical growth regulators on floriculture crops**. Columbus: Ohio Florists' Association, 1992. p. 12-18.
- BARROS, A. S. R. Maturação e colheita de sementes. In: CICERO, S. M.; MARCOS-FILHO, J.; SILVA, W. R. **Atualização em produção de sementes**. Piracicaba: FEALQ/USP, 1986. p. 107-134.
- BARROSO, G. M. et al. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 1999. 443 p.
- BASAK, A.; RADEMACHER, W. Growth regulation of pome and stone fruit trees by use of Prohexadione-Ca. **Acta Horticulturae**, Brussels, v. 514, p. 41-50, 2000.
- BASUCHAUDAURI, P.; MUNDA, G. C.; PATEL, C. S. Some aspects of source-sink relations in soybean. **Annals of Agricultural Research**, New Delhi, v. 7, n. 2, p. 271-274, 1986.
- BELTRÃO, N. E. de M. **Considerações gerais sobre o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) e a necessidade urgente de pesquisas, desenvolvimento e inovações tecnológicas para esta planta nas condições brasileiras**. Campina Grande: EMBRAPA. 2006. 4 p.
- BIRNBERG, P. R.; BRENNER, M. L. Effect of gibberellic acid on pod set in soybean. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 5, p. 195-206, 1987.
- BRASIL. Ministério da Indústria e do Comércio. Secretária de Tecnologia Industrial. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais**. Brasília: STI/CIT, 1985. 364 p. (Documentos, 16).
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. p. 157-162.
- BROWN, R. G. S. et al. Daminozide and proexadione have similar modes of action as inhibitors of the late stages of gibberelin metabolism. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 101, p. 309-313, 1997.
- CARNIELLI, F. **O combustível do futuro**. 2003. Disponível em: <www.ufmg.br/boletim/bul1413>. Acesso em: 17 mar. 2010.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargil, 1983. 429 p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.
- CASTRO, P. R. C. **Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. 650 p.

- CASTRO, M. M.; GODOY, A. R.; CARDOSO, A. I. I. Qualidade de sementes de quiabeiro em função da idade e do repouso pós-colheita dos frutos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, p. 1491-1495, 2008.
- CLINE, J. A. et al. Performance of prohexadione calcium on shoot growth and fruit quality of apple: effect of spray surfactants. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 88, n. 1, p. 165-174, 2008.
- COIMBRA, R. A. et al. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 92-97, 2007.
- CORTESÃO, M. **Culturas tropicais: plantas oleaginosas**. Lisboa: Clássica, 1956. 231p.
- CORVELLO, W. B. V. et al. Maturação fisiológica de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 21, n. 2, p. 23-27, 1999.
- COSTA, G. et al. Prohexadione-Ca controls vegetative growth and cropping performance in pear. **Acta Horticulturae**, Pamplona, Spain, v. 653, p. 127-132, 2004.
- CROOKSTON, R. K.; HILL, D. S. A visual indicator of the physiological maturity of soybean seed. **Crop Science**, Madison, v. 18, p. 867-870, 1978.
- DANTAS, B. F. et al. Maturação de frutos e sementes de pinhão manso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA EM PINHÃO MANSO, 1., 2009, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: F&B Comunicação e Eventos, 2009.
- DECKERS, T.; SCHOOFS, H.; SMOLDERS, E. Natural or chemical growth regulation in pear. **Acta Horticulturae**, Pamplona, Spain, n. 671, p. 503-516, 2005.
- DEHGAN, B.; WEBSTER, G. L. Morphology and infrageneric relationships of the genus the genus *Jatropha* (Euphorbiaceae). **Botany**, Chicago, v. 74, p. 76, 1979.
- DELOUCHE, J. C. Seed maturation. In: _____. **Handbook of seed technology**. Mississippi: Mississippi State University, 1981. p. 17-23.
- DIAS, D. C. F. **Maturação de sementes**. Seed News, Pelotas, v. 5, n. 6, p. 22-24, 2001.
- DIAS, L. A. S. et al. **Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007. v. 1, 40 p.
- DRANSKI, J. A. L. et al. Physiological maturity of seeds and colorimetry of fruits of *Jatropha curcas* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, p. 158-165, 2010.
- DUVAL, J. R. **Use of prohexadione-Ca to increase early yield** and reduce establishment irrigation of strawberry (*Fragaria xananassa*). Proceedings of the Florida State Horticultural Society, Lake Alfred, v. 115, p. 220-222, 2002.

- EL-FOULY, M. M.; MOHAMED, B. R.; FAWZI, A. F. A. Chlormequat (CCC) induced enhancement of flowering in carnation in relation to changes in carbohydrate metabolism. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 6, p. 241-249, 1977.
- ELLIS, R. H.; PIETRA FILHO, C. The development of seed quality in spring and winter cultivars of barley and wheat. **Seed Science Research**, Wallingford, n. 2, p. 9-15, 1992.
- ERGUN, N. et al. Hiyar fide kalitesi ve bitki gelismisi uzerine prohexadione-calcium uygulamalarının etkileri. **Bahçe**, Subat, v. 36, n. 1-2, p. 49-52, 2007.
- EVANS, R. R. et al. Prohexadione calcium for suppression of vegetative growth in eastern apples. **Acta Horticulturae**, Washington, DC, v. 451, p. 663-666, 1997.
- FALLAHI, E. Metabolism, action and use of BAS-125W in apples. **HortScience**, Alexandria, v. 34, p. 1192-1193, 1999.
- FERRI, M. G. **Botânica: morfologia externa das plantas (organografia)**. 15. ed. São Paulo: Nobel, 1983. 149 p.
- FIGLIOLIA, M. B. Colheita de sementes. In: SILVA, A.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Manual técnico de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p. 1-12. (Série Registros, 14).
- FIGLIOLIA, M. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Considerações práticas sobre o teste de germinação. In: SILVA, A.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Manual técnico de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p. 45-59. (Série Registros, 14).
- FIRMINO, J. L.; SANTOS, D. S. B.; SANTOS FILHO, B. G. Características físicas e fisiológicas de sementes de cerejeira (*Torresia acreana* Ducke) quando as sementes foram coletadas do chão ou do interior dos frutos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 18, n. 1, p. 28-32, 1996.
- FOWLER, J. A. P.; MARTINS, E. G. Coleta de sementes. In: _____. **Manejo de sementes de espécies florestais**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2001. p. 9-13. (Documentos, 58).
- GANDHI, V. M.; CHERIAN, R. M.; MULKY, M. J. Toxicological studies on ratanjyout oil. **Food Chemical Toxicology**, Oxford, v. 33, n. 1, p. 39-42, 1995.
- GEMAQUE, R. C. R.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. C. Indicadores de maturidade fisiológica de sementes de ipê roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.). **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 84-91, 2002.
- GEXSI, L. L. P. Global market study on jatropha: project inventory: Latin America. London, 2008. Disponível em:
<http://www.jatrophaalliance.org/fileadmin/documents/GEXSI_JatrophaProject-Inventory_LATIN_AMERICA.pdf>. Acesso em: 20 set. 2010.

GREENE, D. W. Effect of paclobutrazol and analogs on growth, yield, fruit quality and storage potential of delicious apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 111, p. 328-332, 1986.

GRIFFIN, A. R. et al. Effect of paclobutrazol on flower-bud production and vegetative growth in two species of Eucalyptus. **Canadian Journal of Forest Research**, Ontario, v. 23, p. 640-647, 1993.

GUBITZ, G. M.; MITTELBACH, M.; TRABI, M. Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. **Bioresource technology**, Nova York, v. 67, p. 73-82, 1999.

HAMANO, M. et al. Endogenous gibberellins and their effects on flowering and stem elongation in cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*). **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, v. 77, p. 220-225, 2002.

HASS, W. M. M. **Detoxification experiments with the seed oil from *Jatropha curcas* L.** **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 12, p. 11-18, 2000.

HAWERROTH, F. J. **Uso de fitorreguladores para controle do desenvolvimento vegetativo e aumento da frutificação em macieira e pereira.** 2010. 154 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fruticultura de Clima Temperado)- Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

HEIDE, O. M. Interaction of growth retardants and temperature in growth, flowering, regeneration and auxin activity of Begonia x Chelmantha everelt physiol. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 22, p. 1001-1012, 1989.

HELLER, J. **Physic nut (*Jatropha curcas* L.) promoting the conservation and use of underrutilized and neglected crops.** Roma: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 66 p.

HELLER, J. **Untersuchungen uber genotypische Eigenschaften und Vermehrungs-und anbauverfahren bei der Purgiernub (*Jatropha curcas* L).** Hamburg: Dr. Kovac, 1992. p. 37-40.

HICKS, D. R. Crecimiento y desarrollo. In: NORMAN, A. G. **Fisiologia, mejoramiento, cultivo y utilización de la soja.** Buenos Aires: Hemisfério Sur, 1983. cap. 2, p. 19-46.

HOAD, G. V.; MONSELISE, S. P. Effects of succinic acid 2, 2-dimethylhydrazide (SADH) on the gibberellin and abscisic acid levels in stem tips of M 26 apple rootstocks. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 4, p. 41-47, 1976.

ILIAS, F. I.; RAJAPAKSE, N. Prohexadione-calcium affects growth and flowering of petunia and impatiens grown under photosensitive films. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 106, p. 190-202, 2005.

ILIAS, I. et al. Effects of gibberellic acid and prohexadione-calcium on growth, chlorophyll fluorescence and quality of okra plant. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 51, p. 575-578, 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas**: métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 3. ed. São Paulo, 1985. v. 1, 533 p.

JUHÁSZ, A. C. P. et al. Biologia floral e polinização artificial de pinhão manso no norte de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 9, p. 1073-1077, 2009.

KANG, S. M. et al. Influence of prohexadione-calcium on growth and gibberellins content of Chinese cabbage grown in Alpine region of South Korea. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 125, p. 88-92, 2010.

KAUSHIK, N. Effect of capsule maturity on germination and seedling vigour in *Jatropha curcas*. **Seed Science and Technology**, Wageningen, v. 31, n. 2, p. 449-454, 2003.

KING, R. W.; SETO, H.; SACHS, R. M. Response to gibberellins structural variants shows that ability to inhibit flowering correlates with effectiveness for promoting stem elongation of some plant species. **Plant Growth Regulation**, New York, v. 19, p. 8-14, 2000.

LAMAS, F. M. Reguladores de Crescimento. In: EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Algodão**: tecnologia de produção. Dourados, 2001. 296 p.

LEONHARDT, C. et al. Maturação fisiológica de sementes de turamã-de-espinho (*Citharexylum montevidense* (Spreng.) Moldenke – Verbenaceae), no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, p. 100-107, 2001.

LILOV, D.; ANDANOVA, T. Cytokinins, growth, flower and fruit formation in *Vitis vinifera*. **Vitis**, Sofia, Bulgaria, v. 15, p. 160-170, 1976.

LIMA JUNIOR, M. J. V. **Desiccation tolerance, development, maturation and storage of seeds of several tropical tree species**. 1999. 155 f. Doctoral Thesis, University of Reading, Berkshire, 1999.

LOONEY, N. F. Hormones and horticulture. **HortScience**, Alexandria, v. 32, p. 1014-1018, 1997.

LOPES, J. C.; DIAS, P. C.; PEREIRA, M. D. Maturação fisiológica de sementes de quaresmeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 8, p. 811-816, 2005.

MAEDA, J. A. et al. Estádio de maturação e qualidade de sementes de girassol. **Bragantia**, Campinas, v. 46, p. 35-44, 1987.

MAKKAR, H. P. S. et al. Studies on nutritive potential and toxic constituents of different provenances of *Jatropha curcas*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 45, p. 3152-3157, 1997.

- MALAVASI, M. M. Germinação de sementes. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. (Coord.). **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p. 25-40.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.
- MARROCOS, S. T. P. et al. Maturação de sementes de abobrinha menina brasileira. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 272-278, 2011.
- MARTINS, S. V.; SILVA, D. D. Maturação e época de colheita de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 19, n. 1, p. 96-99, 1997.
- MELLO, F. D. A. **Caracterização e avaliação de acessos de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em dois níveis de fertilidade do solo**. 2009. 29 f. Monografia (Graduação em Agronomia)-UPIS Faculdades Integradas, Planaltina, 2009.
- MELO, G. M. S. **Uso de regulador de crescimento como alternativa tecnológica na cultura da macieira ‘eva’ (*Malus domestica* Borkh.)**. 2011. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.
- MENG, Y. et al. Current situation and prospects of *Jatropha curcas* as a multipurpose tree in China. **Agroforestry Systems**, Netherlands, v. 76, n. 2, p. 487-497, 2009.
- MILLER, S. S. Prohexadione-calcium controls vegetative shoot growth in apple. **Journal of Tree Fruit Production**, Binghamton, v. 31, n. 1, p. 11-28, 2002.
- MUNCH, E.; KIEFER, J. F. Purging nut (*Jatropha curcas* L.) multiple use plant as a source of fuel in the future. **Schriftenreihe der Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit**, Stuttgart, v. 209, n. 1, p. 32, 1989.
- MUNSELL, A. H. **Munsell book of color**. Baltimore: Macbeth Division of Kollmorgen, 1976. (Mathefinish collection).
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-24.
- NUNES, C. F. **Caracterização de frutos, sementes e plântulas e cultivo de embriões de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- NUNES, C. F. et al. Morfologia externa de frutos, sementes e plântulas de pinhão-manso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 2, p. 207-210, 2009.

- OJEWOLE, J. A. O.; ODEBIYI, O. O. Neuromuscular and cardiovascular action of tetramethylpyrazine from the stem of *Jatropha curcas*. **Planta Medica**, Stuttgart, v. 38, n. 4, p. 8, 1980.
- OPENSHAW, K. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. **Biomass & Bioenergy**, Oxford, v. 19, n. 1, p. 1-15, 1 2000.
- OWENS, C. L.; STOVER, E. Vegetative growth and flowering of young apple trees in response to prohexadione-calcium. **HortScience**, Alexandria, v. 34, n. 7, p. 1194-1196, 1999.
- PEIXOTO, A. R. **Plantas oleaginosas arbóreas**. São Paulo: Nobel, 1973. 284 p.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, I. B. de. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I. B. de; PINARODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, 1993. p. 215-274.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1977. 289 p.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 289 p.
- RADEMACHER, W. Chemical regulation of shoot growth in fruit trees. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 653, p. 29-32, 2004.
- RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 51, p. 501-531, 2000.
- RADEMACHER, W.; KOBER, R. Efficient use of prohexadione-Ca in pome fruits. **European Journal of Horticultural Science**, Stuttgart, v. 68, p. 101-107, 2003.
- RADEMACHER, W.; SPINELLI, F.; COSTA, G. Prohexadione-Ca: modes of action of a multifunctional plant bioregulator for fruit trees. **Acta Horticulturae**, Saltillo, v. 727, p. 97-106, 2006.
- RAGAGNIN, L. I. M.; COSTA, E. C.; HOPPE, J. M. Maturidade fisiológica de sementes *Podocarpus lambertii* Klotzsch. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 23-41, 1994.
- RAJU, A. J. S.; EZRADANAM, V. Pollination ecology and fruiting behaviour in a monoecious species, *Jatropha curcas*L. (Euphorbiaceae). **Current Science**, Bangalore, v. 83, p. 1395-1398, 2002.
- RAMÍREZ, H.; ALONSO, S.; BENAVIDES, A. Prohexadione-Ca modifies growth and endogenous hormones in the shoot apex in apple trees. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 727, p. 117-123, 2006.

- RAMÍREZ, H. et al. Efectos de prohexadiona – Ca em tomate y su relación com la variación de la concentración de giberelinas y citocininas. **Revista Chapingo: Serie Horticultura**, Chapingo, v. 11, n. 2, p. 283-290, 2005.
- RATIBA, J. V. M.; BLANCO, A. Prohexadione-Ca inhibits vegetative growth of ‘Smoothie Golden Delicious’ apple trees. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 101, p. 243-253, 2004.
- RESENDE, J. C. F. et al. Pinhão manso. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: Instituto Nacional de Meteorologia, 2009. p. 465-476.
- ROCHA, A. C. et al. Época e intensidade de florescimento e pegamento de frutos segundo a distribuição pelos quadrantes em laranjeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF: EMBRAPA, v. 5, p. 85-88, 1990.
- RODRIGUES, T. J. D.; LEITE, I. C. **Fisiologia vegetal : hormônio das plantas**. Jaboticabal: Funep, 2004. 78 p.
- ROSA, L. S.; OHASHI, S. T. Influência do substrato e do grau de maturação dos frutos sobre a germinação do pau-rosa (*Aniba rosaedora* Ducke). **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 31, p. 49-55, 1999.
- SADER, R.; SILVEIRA, M. M. Maturação fisiológica de sementes de girassol cv. IAC-Anhandy. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 10, n. 3, p. 9-18, 1988.
- SANTANA, P. J. A. **Maturação, secagem e armazenamento de sementes de espécies de Eugenia (Myrtaceae)**. 2007. 81 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente)-Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2007.
- SANTOS, C. M. et al. Fenologia e crescimento do pinhão-manso cultivado na zona da mata do estado de alagoas, Brasil. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 3, p. 201-209, 2010.
- SANTOS, S. B. et al. Acúmulo de matéria seca e óleo nas sementes de pinhão-manso e qualidade do óleo extraído. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n.2, p. 209–215, 2012.
- SATURNINO, H. M. et al. Produção de oleaginosas para o biodiesel. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26 n. 229, p. 44-74. 2005.
- SCAVONE, O.; PANIZZA, S. **Plantas tóxicas**. São Paulo: CODAC-USP, 1980. 110 p.
- SIHAMED, O. Effects of different levels of giberellic GA30 on growth of sour orange (*Citrus aurantium*). **Acta Horticulturae**, Belin-Dahlen, v. 84, p. 165-69, 1978.
- SILVA, L. M. M. **Maturação fisiológica de sementes de Cnidoculus phyllacanthus Pax & K. Hoffm.** 2002. 61 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

- SILVA, L. B. et al. Estágios de colheita e repouso pós-colheita dos frutos na qualidade de sementes de mamoneira. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, p. 50-59, 2009.
- SKENE, K. G. M. The relationship between the effects of CCC on root growth and cytokinin levels in the bleeding sap of *Vitis vinifera* L. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 21, p. 418-431, 1970.
- SLIMAN, Z. T.; GHANDORAH, M. O. Response of two wheat cultivars to chlormequat (CCC) application. **Journal King Saud University Agricultural Science**, Riyadh, v. 4, p. 57-65, 1992.
- SMIT, M. et al. Shoot growth control of pear trees (*Pyrus communis* L.) with prohexadione calcium. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 106, p. 515-529, 2005.
- SOLOMON RAJU, A. J.; EZRADANAM, V. Pollination ecology and fruiting behaviour in a monoecious species, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). **Current Science**, Bangalore, v. 83, n. 11, p. 1395-1398, 2002.
- SOUZA, S. M.; LIMA, P. C. F. Maturação de sementes de angico (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 7, n. 2, p. 93-99, 1985.
- SRINIVASAN, C.; MULLINS, M. G. Physiology of flowering in the grapevine: a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 32, p. 47-63, 1981.
- SRIVASTAVA, L. M. Gibberellins. In: _____. **Plant growth and development: hormones and the environment**. Oxford: Academic Press, 2002. p. 171-190.
- STANT, M.Y. The effect of gibberelic acid on fibre-cell length. **Annals of Botany**, London, v. 25, p. 453-462, 1961.
- SUGIURA, A.; UTSUNOMIYA, N.; TOMANA, T. Induction of inflorescence by CCC application on primary shoots of grapevines. **Vitis**, Kyoto, v. 15, p. 88-95, 1976.
- SUJATHA, M.; DHINGRA, M. Rapid plant regeneration from various explants of *Jatropha integerrima* –Hypocotyl culture, shoot culture, leaf culture and peduncle medium optimization for oilseed ornamental plant propagation. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 35, n. 3, p. 293-296, 1993.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 722 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.
- THERON, K. Y.; DU PLESSIS, P.; GRIESSEL, H. M. Effect of autumn application of chlormequat on reproductive bud development, fruit set and production of the pear cv Dyenne du Comice. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 475, p. 251-264, 1998.

UNRATH, C. R. Prohexadione-Ca: a promising chemical for controlling vegetative growth of apples. **HortScience**, Alexandria, v. 34, n. 7, p. 1197-1200, 1999.

VANZOLINI, S. et al. Teste de comprimento de plântulas na avaliação da qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 90-96, 2007.

VERTUCCI, C. W.; FARRANT, J. M. Acquisition and loss of desiccation tolerance. In: KIEGEL, J.; GALILI, G. (Ed.). **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 237-271.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1- 26.

VILARDELL, P. et al. Aplicaciones foliares de prohexadione-Ca para reducir el crecimiento vegetativo de árboles de manzano y de peral. **Jornadas de Experimentación en Fruticultura**, Zaragoza, v. 21, p. 217-223, 2000.

VITTI, M. R. et al. Época e intensidade de florescimento da laranja valência enxertada sobre dois porta-enxertos de acordo com a distribuição pelos quadrantes em três ciclos produtivos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 4, p. 343-346, 2003.

ZANDSTRA, J. W.; DICK, J.; LANG, J. **Evaluation of growth regulators for transplant size control and earlier maturity of processing tomato**. Guelph: University of Guelph Ridgeway College, 2006.

ZHAO, P. et al. Analysis of the variation in female and male strobilus and cone production in clonal seed orchards of Chinese red pine (*Pinus tabulaeformis* Carr.). **Journal of Anhui Agricultural Science**, Beijing, v. 35, p. 3847-3849, 3876, 2007.

ZHAO, P. et al. Effects of gibberellin A4/7, 6-benzylaminopurine and chlormequat chloride on the number of male and female strobili and immature cones in Chinese Pine (*Pinus tabulaeformis*) with foliar sprays. **Journal of Forestry Research**, Oxford, v. 22, p. 353-359, 2011.