

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

**MANEJO DA FLORAÇÃO DE MANGUEIRAS NO SEMI-ÁRIDO DO  
NORDESTE BRASILEIRO COM INIBIDORES DA SÍNTESE DE  
GIBERELINAS**

**MARIA APARECIDA DO CARMO MOUCO**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia, Área de Concentração em Horticultura.

BOTUCATU - SP

Novembro – 2008

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

**MANEJO DA FLORAÇÃO DE MANGUEIRAS NO SEMI-ÁRIDO DO  
NORDESTE BRASILEIRO COM INIBIDORES DA SÍNTESE DE  
GIBERELINAS**

**MARIA APARECIDA DO CARMO MOUCO**

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elizabeth Orika Ono

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutora em Agronomia, Área de Concentração em Horticultura.

BOTUCATU - SP

Novembro - 2008

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

M924m Mouco, Maria Aparecida do Carmo, 1956-  
Manejo da floração de mangueiras no Semi-árido do nordeste brasileiro com inibidores de giberelinas / Maria Aparecida do Carmo Mouco. - Botucatu : [s.n.], 2008.  
xi, 107 f. : il. color., gráfs., tabs.

Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2008

Orientador: Elizabeth Orika Ono

Inclui bibliografia

1. Giberelina. 2. Floração. 3. Reguladores de crescimento. 4. Hormônios vegetais. I. Ono, Elizabeth Orika. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "MANEJO DA FLORAÇÃO DE MANGUEIRAS NO SEMI-ÁRIDO DO  
NORDESTE BRASILEIRO COM INIBIDORES DA SÍNTESE DE GI  
BERELINAS".

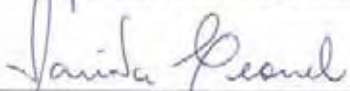
ALUNA: MARIA APARECIDA DO CARMO MOUCO

ORIENTADORA: PROFA. DRA. ELIZABETH ORIKA ONO

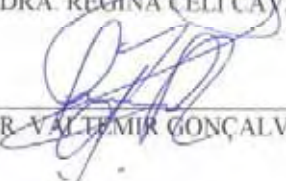
Aprovado pela Comissão Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
PROFA. DRA. ELIZABETH ORIKA ONO

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. JOÃO DOMINGOS RODRIGUES

  
\_\_\_\_\_  
PROFA. DRA. SARITA LEONEL

  
\_\_\_\_\_  
PROFA. DRA. REGINA CELI CAVESTRE CONEGLIAN

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. VALTEMIR GONÇALVES RIBEIRO

Data da Realização: 07 de novembro de 2008.

Aos meus pais **Aluízio e Laurides**, pela graça da vida.

Aos meus filhos **Johana, Arthur e Julio**, motivos de orgulho e  
alegria.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À **Embrapa** pela liberação e apoio financeiro concedido para a realização do curso.

À **UNESP/FCA, Câmpus de Botucatu**, pela disponibilidade como instituição e aos professores do Programa de Pós-graduação da Horticultura pela atenção e presteza durante o curso.

À **Universidade do Estado da Bahia-UNEB/ DTCS**, pela efetivação do convênio com a UNESP/FCA e oportunidade concedida para cursar as disciplinas, além do apoio do Prof. Dr. Manoel Abílio de Queiroz, durante a realização do curso.

À **Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elizabeth Orika Ono** pela orientação, ensinamentos, presteza e pelo exemplo de seriedade e disciplina.

Ao **Prof. Dr. João Domingos Rodrigues** pela orientação, ensinamentos e amizade.

À **Dr<sup>ª</sup> Maria Auxiliadora Coêlho Lima** pelo apoio na realização das análises de pós-colheita, orientação e amizade.

Ao meu companheiro **Carlos Alberto Pereira Mouco** pelo incentivo, compreensão e apoio durante todo o curso.

Ao **Edmilson Bezerra de Oliveira** pela dedicação e inestimável ajuda na realização dos trabalhos.

As **Fazendas Andorinhas e Frutavi**, através da agrônoma Nizane Coelho e do técnico Jorge Rodrigues de Almeida, por disponibilizarem os pomares para os experimentos.

À **Ihara**, em especial aos Agrônomos Fernanda Jullietti, Marcio de Oliveira Rosa e Nozimary Carneiro Ferreira, pela concessão de produto utilizado e apoio durante os trabalhos.

À **Microquímica de Campinas** e à **Syngenta** pelo fornecimento de produtos para realização dos experimentos.

À **Dr<sup>a</sup> Teresinha Albuquerque** pela amizade, incentivo e apoio durante o curso.

Ao **Prof. Dr. Carlos Aragão** pelo apoio na realização das análises estatísticas.

A todos os funcionários **da Seção de Pós-graduação da FCA**, pelo auxílio, atenção e pronto atendimento às nossas solicitações.

Aos **colegas de curso** pela boa convivência e amizade.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	X
1 RESUMO.....	01
2 SUMMARY.....	03
3 INTRODUÇÃO.....	05
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	07
4.1 Importância do manejo da floração da mangueira no Vale do São Francisco.....	07
4.2 Cultivares de importância econômica, Tommy Atkins e Kent.....	08
4.3 Aspectos da fisiologia do crescimento e floração da mangueira.....	10
4.4 Uso de reguladores vegetais.....	14
4.4.1 Paclobutrazol (PBZ).....	15
4.4.2 Prohexadione-Ca (ProCa).....	18
4.4.3 Etil-trinexapac (TrixE).....	24
4.4.4 Cloreto de Chlormequat (CCC).....	25
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
5.1. Localização e caracterização da área experimental.....	28
5.2. Instalação e condução dos experimentos.....	29
<b>Experimento 1.</b> Prohexadione-Ca, Etil-Trinexapac, Cloreto de Chlormequat no crescimento de mudas de mangueira cv. Tommy Atkins.....	29
<b>Experimento 2.</b> Prohexadione-Ca, Etil-Trinexapac, Cloreto de Chlormequat e Paclobutrazol na floração de mangueira cv. Tommy Atkins.....	30
<b>Experimento 3.</b> Prohexadione-Ca, Etil-Trinexapac, Cloreto de Chlormequat e Paclobutrazol na floração e produção de mangueira cv. Kent (1ª safra).....	34
<b>Experimento 4.</b> Prohexadione-Ca, Etil-Trinexapac, Cloreto de Chlormequat e Paclobutrazol na floração de mangueira cv. Kent (2ª safra).....	39
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
6.1 Prohexadione-Ca, Etil-Trinexapac, Cloreto de Chlormequat e Paclobutrazol no crescimento de mudas de mangueira cv. Tommy Atkins.....	41



6.2 Prohexadione-Ca, Etil-Trinexapac, Cloreto de Chlormequat e Paclobutrazol na floração de mangueira cv. Tommy Atkins.....	48
6.3 Prohexadione-Ca, Etil-Trinexapac, Cloreto de Chlormequat e Paclobutrazol na floração e produção de mangueira cv. Kent (primeira safra).....	58
6.3.1 Avaliações no crescimento vegetativo e florescimento.....	58
6.3.2 Avaliações na produção de frutos.....	60
6.3.3 Avaliações pós-colheita.....	64
6.4 Prohexadione-Ca, Etil-Trinexapac, Cloreto de Chlormequat e Paclobutrazol na floração e produção de mangueira cv. Kent (segunda safra).....	75
6.5 Considerações Finais.....	80
7 CONCLUSÕES.....	82
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
APÊNDICES.....	100

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
<b>Tabela 1.</b> Cronograma de aplicação dos tratamentos (reguladores vegetais) no experimento conduzido em campo com a cv. Tommy Atkins. Fazenda Frutavi, Petrolina- PE. 2006/2007 .....	32
<b>Tabela 2.</b> Dados de temperatura, umidade relativa, precipitação, evapotranspiração (Eto) e velocidade do vento, registrados nos dias das aplicações dos reguladores vegetais em mangueiras ‘Tommy Atkins’. Fazenda Frutavi. Petrolina/ PE. 2006/2007.....	33
<b>Tabela 3:</b> Cronograma de aplicação dos tratamentos (reguladores vegetais) no experimento conduzido em campo com a cv. Kent. Fazenda Andorinhas, Petrolina - PE. 2007.....	35
<b>Tabela 4.</b> Dados de temperatura, umidade relativa, precipitação, evapotranspiração (Eto) e velocidade do vento, registrados nos dias das aplicações dos reguladores vegetais em mangueiras ‘Kent’. Fazenda Andorinhas. Petrolina/ PE. 2007.....	35
<b>Tabela 5.</b> Datas das colheitas e avaliações pós-colheita dos tratamentos com reguladores vegetais na mangueira ‘Kent’. Fazenda Andorinhas. Petrolina, PE. 2007.....	38
<b>Tabela 6.</b> Cronograma de aplicação dos tratamentos (reguladores vegetais) no experimento conduzido em campo com a cv. Kent. Fazenda Andorinhas. Petrolina, PE. 2007/2008.....	40
<b>Tabela 7.</b> Dados de temperatura, umidade relativa, precipitação, evapotranspiração (Eto) e velocidade do vento, registrados nos dias das aplicações dos reguladores vegetais em mangueiras ‘Kent’. Fazenda Andorinhas. Petrolina/ PE. 2007/2008.....	40
<b>Tabela 8.</b> Comprimento do ramo principal (cm), número total de folhas, área foliar (cm <sup>2</sup> ) e número de fluxos no ramo principal em mudas de mangueira cv. Tommy Atkins, tratadas com reguladores vegetais. Petrolina, PE. 2005/ 2006.....	42
<b>Tabela 9.</b> Massa fresca total de raízes, parte aérea e total (g) em mudas de mangueira cv. Tommy Atkins, tratadas com reguladores vegetais. Petrolina, PE. 2005/ 2006.....	45
<b>Tabela 10.</b> Massa fresca de folhas, ramos, base do ramo, raiz principal e raízes (em g) em mudas de mangueira cv. Tommy Atkins, tratadas com reguladores vegetais. Petrolina, PE. 2005/2006.....	47

<b>Tabela 11.</b> Percentagem de brotação do primeiro fluxo vegetativo emitido depois da aplicação dos tratamentos com reguladores vegetais. Fazenda Frutavi. Petrolina, PE. 2006.....	49
<b>Tabela 12.</b> Percentagem de brotação do segundo fluxo vegetativo emitido depois da aplicação dos tratamentos com reguladores vegetais. Fazenda Frutavi. Petrolina, PE. 2006.....	51
<b>Tabela 13.</b> Comprimento do primeiro ramo, número de fluxos emitidos durante o experimento e comprimento do fluxo emitido seis meses após a aplicação dos tratamentos com reguladores vegetais, na mangueira cv. Tommy Atkins. Fazenda Frutavi, Petrolina, PE. 2006.....	52
<b>Tabela 14.</b> Percentagem de brotação do fluxo vegetativo emitido depois das induções (com nitrato de potássio e cálcio). Fazenda Andorinhas. Petrolina, PE. 2007.....	59
<b>Tabela 15.</b> Percentagem de floração e comprimento da panícula de mangueiras ‘Kent’ submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais. Fazenda Andorinhas, Petrolina, PE. 2007.....	61
<b>Tabela 16.</b> Massa e número de frutos por planta de mangueiras ‘Kent’ submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais. Fazenda Andorinhas, Petrolina, PE. 2007.....	63
<b>Tabela 17.</b> Comprimento do primeiro e segundo fluxo vegetativo (cm) após os tratamentos com reguladores vegetais e do número de folhas, em mangueiras ‘Kent’. Fazenda Andorinhas, Petrolina, PE. 2008.....	76
<b>Tabela 18.</b> Comprimento da panícula no experimento com mangueiras ‘Kent’ (segunda safra) tratadas com reguladores vegetais. Fazenda Andorinhas, Petrolina, PE. 2008.....	79

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Teor de GA <sub>3</sub> em folhas de mangueira ‘Tommy Atkins’: A- Controle; B- ProCa 1 e 2 (1,5 e 3,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> ); C- TrixE 1 e 2 (1,5 e 3,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> ). Petrolina, PE. 2007.....	54
<b>Figura 2.</b> Teor de GA <sub>3</sub> em folhas de mangueira ‘Tommy Atkins’: A - CCC 1 e 2 (1,5 e 3,0 g g i.a. planta <sup>-1</sup> ); B - PBZ e PBZ+ ProCa (1,5 g i.a. planta <sup>-1</sup> ). Petrolina, PE. 2007.....	57
<b>Figura 3.</b> Teor de sólidos solúveis (A) e acidez titulável (B) de frutos de mangueira cv. Kent, nos tratamentos: T1 e T2 = ProCa (1,5 e 3,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> ); T3 e T4 = TrixE (1,0 e 2,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> ); T5 e T6 = CCC (1,5 e 3,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> ); T7= PBZ (4,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> ); T8= testemunha absoluta; T9= PBZ + ProCa (1,5 g i.a. planta <sup>-1</sup> ). Petrolina, PE. 2007.....	65
<b>Figura 4.</b> Firmeza (A) e Ângulo da cor (B) da polpa de frutos de manga cv. Kent, nos tratamentos: T1 e T2 = ProCa (1,5 e 3,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> ); T3 e T4 = TrixE (1,0 e 2,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> ); T5 e T6 = CCC (1,5 e 3,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> ); T7= PBZ(4,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> ); T8= testemunha absoluta; T9= PBZ + ProCa (1,5 g i.a. planta <sup>-1</sup> ). Petrolina, PE. 2007.....	69
<b>Figura 5.</b> Cromaticidade (A) e Luminosidade (B) da polpa de frutos de manga cv. Kent, nos tratamentos: T1 e T2 = ProCa (1,5 e 3,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> ); T3 e T4 = TrixE (1,0 e 2,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> ); T5 e T6 = CCC (1,5 e 3,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> ); T7= PBZ; T8= testemunha absoluta; T9= PBZ + ProCa (1,5 g i.a. planta <sup>-1</sup> ). Petrolina, PE. 2007.....	71
<b>Figura 6.</b> Ângulo da cor (A) e Cromaticidade (B) da cor da casca de frutos de manga cv. Kent, nos tratamentos: T1 e T2 = ProCa (1,5 e 3,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> ); T3 e T4 = TrixE (1,0 e 2,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> ); T5 e T6 = CCC (1,5 e 3,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> ); T7= PBZ(4,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> ); T8= testemunha absoluta; T9= PBZ + ProCa (1,5 g i.a. planta <sup>-1</sup> ). Petrolina, PE. 2007.....	72
<b>Figura 7.</b> Perda de massa (A) e Aparência de frutos (B) de frutos de manga cv. Kent, nos tratamentos: T1 e T2 = ProCa (1,5 e 3,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> ); T3 e T4 = TrixE (1,0 e 2,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> ); T5 e T6 = CCC (1,5 e 3,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> ); T7= PBZ; T8= testemunha absoluta; T9= PBZ + ProCa (1,5 g i.a. planta <sup>-1</sup> ). Petrolina, PE. 2007.....	74

**Figura 8.** Relação entre a ocorrência de ramos em repouso, vegetativos e com inflorescência, no experimento com a cv. Kent (2<sup>a</sup> safra). Fazenda Andorinhas. Petrolina, PE. 2008..... 78

## 1. RESUMO

A mangicultura na região semi-árida destaca-se no cenário nacional não só pela expansão da área cultivada, volume de produção, altos rendimentos e qualidade do fruto produzido, mas também pela possibilidade de produção durante todo o ano devido às condições climáticas e às tecnologias para o manejo do crescimento vegetativo e da floração, com uso da irrigação, podas e utilização de reguladores vegetais. O paclobutrazol aplicado ao solo é utilizado no manejo da produção da mangueira na maioria dos pomares. Entretanto, há a necessidade de identificar outros reguladores vegetais que ofereçam a eficiência no manejo de produção das diferentes cultivares e que possam ser aplicados via foliar, de forma a minimizar os riscos de resíduo no solo e da aplicação de quantidades inadequadas ao longo dos anos. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de reguladores vegetais aplicados via foliar quanto à eficiência no manejo da floração das cultivares Tommy Atkins e Kent, com maior precisão na recomendação da dose e menores riscos de contaminação da planta e do solo, permitindo o escalonamento da produção da mangueira. Os experimentos foram conduzidos na região do Vale do Rio São Francisco, em casa de vegetação, na Embrapa Semi-Árido e em condições de campo, nas Fazendas Frutavi e Andorinhas, localizadas no município de Petrolina, PE, entre outubro de 2005 e julho de 2008. Foram avaliados três reguladores vegetais aplicados via foliar: prohexadione-Ca, etil-trinexapac e cloreto de chlormequat, em duas doses, sendo estes comparados ao paclobutrazol aplicado ao solo, em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições e duas plantas por parcela. Para a comparação do efeito dos tratamentos, registraram-se dados relativos à brotação vegetativa (percentagem e

comprimento dos ramos), emissão de panículas (percentagem e comprimento), tempo até floração e produção, rendimento (número e peso planta<sup>-1</sup>) e qualidade dos frutos na pós-colheita (sólidos solúveis totais, acidez titulável total, pH, firmeza, cor de polpa e casca e aparência). Os dados foram submetidos à análise de variância e para comparação de médias utilizou-se o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Também foram quantificados os níveis de giberelina na região apical dos ramos da cv. Tommy Atkins, desde a implantação dos experimentos até o início da indução floral. Os resultados mostraram que as pulverizações com prohexadione-Ca, etil-trinexapac e cloreto de chlormequat na dose de 1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup> foram tão eficientes quanto o paclobutrazol na dose de 4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>, aplicado no solo, em inibir a brotação vegetativa da mangueira 'Tommy Atkins'. No entanto, o tempo de eficiência destes produtos aplicados via foliar na planta é de 20 dias para prohexadione-Ca, 30 dias para cloreto de chlormequat e 45 dias para etil-trinexapac, nas condições em que o experimento foi conduzido. Os reguladores vegetais, prohexadione-Ca e cloreto de chlormequat permitiram antecipar a colheita de mangueiras 'Kent' em 15 dias, enquanto que paclobutrazol, isolado ou combinado com o prohexadione-Ca adiantou a colheita em 25 dias em relação ao controle e tratamento com etil-trinexapac.

## MANGO FLOWER INDUCTION IN BRAZILIAN NORTH-EASTERN SEMI-ARID WITH SYNTHESIS INHIBITORS OF GIBBERELLIN

Botucatu, 2008. 107p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: MARIA APARECIDA DO CARMO MOUCO

ADVISER: ELIZABETH ORIKA ONO

### **2. SUMMARY**

The mango crop within the semi-arid region stands out in the national scenario due to the expansion of the planted area, the production quantity, high yields and quality of the fruit produced, as well as to the possibility of all-year production due to climatic conditions and technologies that allow the management of plant growth and blossom, through irrigation, pruning and use of plant growth regulators. Paclobutrazol applied to the soil is used for the production management of mango in most of the orchards. However, it is necessary to identify other vegetal regulators that might be efficient for the production management of different cultivars and might be applied to the leaves, so as to minimize the risk of residues in the soil and inadequate application quantities over several years. Therefore, the present paper has the purpose to evaluate the effect of plant growth regulators that can be applied to the leaves, regarding their efficiency for the blossom management of the cultivars Tommy Atkins and Kent, allowing off season mango production with higher precision in dosage recommendation and lesser contamination risk for the plant and the soil. The experiments were carried out in the area of the São Francisco river valley, under green-house conditions at Embrapa Semi-Árido, and under field conditions on the farms Frutavi and Andorinhas, both located in the municipality of Petrolina, Pernambuco state, from October 2005 to July 2008. Three plant growth regulators, sprayed to the leaves, were evaluated: prohexadione-Ca, trinexapac-ethyl and chlomequat chloride, applied in two dosages, and compared to paclobutrazol applied to the soil, using a randomized blocks design, with four replications and two plants per plot. In order to compare the effects of the treatment, data were recorded related to vegetative growth (percentage and length of the shoots), panicle emission (percentage and



length), period of time until blossom and production, yield (number and weight of plant<sup>-1</sup>), and post-harvest quality of the fruit (total solid soluble, titrable acidity, pH, consistency, color of the flesh and the skin and appearance). The data were submitted to variance analysis, and for mean value comparison the Tukey test was used at 5% of probability. Furthermore the levels of GA in the apical area of the shoots of the Tommy Atkins cultivar were quantified, from the experiments set up until the beginning of floral induction. The results showed that sprayings with prohexadione-Ca, trinexapac-ethyl and chlomequat chloride in a dosage of 1.5 g a.i. plant<sup>-1</sup> was as efficient as the paclobutrazol in a dosage of 4.0 g a.i. plant<sup>-1</sup>, applied to the soil, regarding the regulation of vegetative growth of the Tommy Atkins cultivar. However, the period of efficiency for the products applied to the leaves lasted 20 days for prohexadione-Ca, 30 days for chlomequat chloride, and 45 days for trinexapac-ethyl, considering the conditions under which the experiment was conducted. The vegetal regulators prohexadione-Ca and chlomequat chloride enabled a 15-day anticipation of the harvest for the Kent cultivar, while the paclobutrazol, in separate or combined with prohexadione-Ca, anticipated the harvest in 25 days, when compared to the control and the treatment with trinexapac-ethyl.

---

Keywords: paclobutrazol, trinexapac-ethyl, prohexadione-Ca, chlomequat chloride.

### 3. INTRODUÇÃO

A mangueira (*Mangifera indica* L.) cresce e desenvolve-se em diferentes condições climáticas, mas o plantio de áreas comerciais somente é viável dentro de valores bem definidos de temperatura, precipitação, altitude, insolação e umidade relativa. É uma árvore frutífera de clima tropical e o cultivo está, principalmente, concentrado nas regiões tropicais (25°N, 25°S) e subtropicais (35°N, 35°S) do planeta. No país, a mangueira é cultivada em todas as regiões do Brasil, no entanto, o sudeste e o nordeste respondem juntos por 97% da produção nacional (AGRIANUAL, 2008).

Na Região Sudeste são cultivadas, principalmente, mangueiras em condições não irrigadas, sendo a safra concentrada em um só período do ano, outubro a janeiro, e os frutos comercializados, principalmente, no mercado interno. Na Região Nordeste, as cultivares plantadas são de origem americana, com frutos de aceitação também no mercado externo.

Os plantios tecnificados da Região Nordeste são encontrados, principalmente, no Vale do São Francisco, que abrange os estados de Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe, como também nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará. Portanto, é na região semi-árida nordestina onde foram implantadas áreas comerciais de variedades demandadas pelo mercado externo e onde o cultivo da manga chamada “tipo exportação” tem como base as cultivares Tommy Atkins, Haden, Keitt, Kent e Palmer (SILVA; CORREIA, 2004). As exportações brasileiras para a América do Norte, União Européia, Oriente Médio e alguns países da Ásia, totalizaram em 2007, 133 mil toneladas, das

quais 124 mil toneladas foram produzidas nas condições do semi-árido do nordeste brasileiro (VALEXPORT, 2007).

A mangicultura na região semi-árida destaca-se no cenário nacional, não apenas pela expansão da área cultivada, volume de produção, altos rendimentos e qualidade do fruto produzido, mas também devido às condições climáticas, que associadas às tecnologias para o manejo do crescimento vegetativo e da floração, com uso da irrigação, podas e utilização de reguladores vegetais, resulta na possibilidade de produção de frutos em qualquer época do ano, atendendo aos diferentes mercados.

O paclobutrazol (PBZ) é o regulador vegetal utilizado no manejo da produção da mangueira na maioria dos pomares sob as condições semi-áridas do nordeste; os trabalhos com o PBZ foram iniciados com o objetivo de desenvolver um manejo da floração da cultura, que permitisse a produção de manga em qualquer época do ano. O PBZ regula o crescimento vegetativo da mangueira, através da inibição da síntese das giberelinas e a forma de aplicação mais eficiente é feita através da diluição do produto em um ou dois litros de água, que depois é despejado no solo, junto ao colo ou na projeção da copa.

Entretanto, ainda são necessárias muitas informações para adequar o manejo, como o conhecimento do efeito e do resíduo dos reguladores vegetais deixados na planta e no solo. Há ainda, a necessidade de identificar outros reguladores vegetais, que ofereçam a eficiência do PBZ no manejo de produção das diferentes cultivares, mas que possam ser aplicados via foliar, de forma a minimizar os riscos causados pelo resíduo no solo e da aplicação de quantidades inadequadas ao longo dos anos.

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de reguladores vegetais aplicados via foliar quanto a eficiência no manejo da produção das cultivares Tommy Atkins e Kent, permitindo disponibilizar um manejo para o escalonamento da produção da mangueira nas condições semi-áridas com eficiência, maior precisão na recomendação da dose e menores riscos de contaminação da planta e do solo.

## **4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **4.1 Importância do manejo da floração da mangueira no Vale do São Francisco**

A crise de rentabilidade na mangicultura devido ao excesso de oferta em determinados períodos do ano e do enfraquecimento do dólar é um problema nos principais países produtores. Nas últimas safras sul-africanas, a competição com as frutas brasileiras e peruanas, tornou a África do Sul menos competitiva no mercado Europeu, obrigando produtores e exportadores a procurar novos mercados, para melhorar sua rentabilidade. Os principais alvos da produção africana serão a China que tem grande mercado consumidor e a Índia, que apesar de ser o maior produtor mundial de manga, tem grande demanda interna. A decisão da África do Sul, que colhe manga entre novembro e março, pode favorecer exportações brasileiras para a Europa.

O Paquistão, outro competidor do Brasil no mercado europeu, deve diminuir sua exportação de frutas em 50% neste ano, incluindo as mangas (LACERDA, 2008). O país tem enfrentado vários problemas fitossanitários, agravados pelo clima, o que inviabiliza a fruta para comercialização internacional. O período de colheita paquistanês se estende por quatro meses, entre maio e agosto, quando o ritmo das exportações brasileiras ao mercado europeu é reduzido. Essa redução na safra paquistanesa seria interessante às exportações brasileiras, se houvesse aumento da produção no período com a qualidade requerida pelo mercado. O México, maior concorrente da manga brasileira nos Estados Unidos, geralmente entra no calendário mundial em meados de fevereiro e finaliza sua colheita em meados de

agosto, estendendo-se até setembro em alguns anos. Por outro lado, dados publicados pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) apontam que entre janeiro e março de 2007 foi enviado aos EUA um volume de manga mexicana 18% menor do que o enviado durante o mesmo período de 2006 (LACERDA, 2008). Esses dados nos permitem prever que os envios mexicanos aos Estados Unidos vêm seguindo o mesmo padrão do último ano, quando a colheita concentrou-se entre os meses de maio e julho, diminuindo expressivamente nos dois meses posteriores. Além disso, no último ano, a produção mexicana sofreu com chuvas no final da safra, o que comprometeu a qualidade das frutas e, assim, produtores brasileiros que haviam investido em induções florais e tinham manga para colher em agosto e setembro, foram beneficiados pela abertura do mercado norte-americano aproximadamente um mês antes do previsto.

O Brasil tem um grande potencial para produção de frutas, já que possui área cultivável, clima e água suficiente para produção o ano todo. A área colhida com manga em 2007, segundo dados da FAO (2008), foi de 89,9 mil ha, com produção de 1 546 mil t, o que dá um rendimento médio de mais de 17 t.ha<sup>-1</sup>, que é alto quando comparado com o rendimento de manga mexicana, de pouco mais de 10 t.ha<sup>-1</sup>, em uma área colhida de 200 mil ha. Entretanto, para incrementos na exportação de frutas, é necessário garantir produção em épocas adequadas à comercialização, como também qualidade de frutos que atendam aos padrões internacionais de segurança de alimentos (LACERDA, 2008).

#### **4.2 Cultivares de Importância Econômica, ‘Tommy Atkins’ e ‘Kent’**

Entre as cultivares plantadas nas condições semi-áridas do Vale do São Francisco, a Tommy Atkins ocupa a maior área e apresenta muitas características de aceitação no mercado, no entanto, existe a preocupação com a vulnerabilidade ao mercado e aos aspectos fitossanitários que uma só cultivar pode expor à região produtora. Assim, plantios com a ‘Palmer’, ‘Kent’ e a ‘Keitt’ já são encontrados na região, alguns já produzindo e outros em implantação e para os quais tornam-se necessárias tecnologias que definam um manejo de floração específico às cultivares.

Com relação aos aspectos de produção, qualidade de frutos e mercado das diferentes cultivares plantadas na região, com valor comercial no mercado interno e principalmente externo, a ‘Tommy Atkins’ é considerada a mais adaptada, de fácil manejo da

floração e a mais pesquisada nos trabalhos visando definir forma, doses e épocas de aplicação dos reguladores vegetais, sendo o PBZ o que apresentou os resultados mais adequados, sendo utilizado na quase totalidade dos plantios da região semi-árida, visando o escalonamento da produção.

A cv. Tommy Atkins apresenta o maior volume comercializado pelo principal exportador mundial, México, e pelo Brasil, com fruto de tamanho médio, em torno de 450 g, casca espessa e formato oval, coloração do fruto atraente (laranja-amarelado coberto com vermelho e púrpura intenso), polpa firme, succulenta, com teor de sólidos solúveis (16° Brix) e fibra médio. É uma cultivar resistente a antracnose e a danos mecânicos, mas susceptível ao colapso interno do fruto; apresenta facilidade para indução floral em época quente, alta produtividade e boa vida de prateleira.

A cv. Kent apresenta planta ereta, copa aberta e vigor médio. O fruto é oval, verde amarelado, corado de vermelho purpúreo, grande, média de 650 g, alta qualidade de polpa (20,1° Brix e quase sem fibra), casca de espessura média, relação polpa/ fruto de 0,62%. Suscetível à antracnose e ao colapso interno do fruto, com baixa vida de prateleira. O ciclo de maturação é de médio a tardio (PINTO et al., 2002). É uma cultivar de difícil manejo da floração, o que tem permitido apenas antecipar um pouco a produção na região, concentrada principalmente entre outubro e dezembro. No entanto, a pouca fibra e o sabor superior colocam o fruto da cultivar como um dos mais apreciados em alguns países da Europa e na Ásia, principalmente o Japão, o que torna os estudos que visem definir um manejo eficiente para diferentes épocas de produção nesta cultivar de grande importância.

Desde o mês de julho de 2008, o Brasil está autorizado a vender manga 'Kent' para o mercado japonês, segundo o Ministério da Agricultura, Floresta e Pesca do Japão (PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2008). O Brasil já exporta manga da cv. Tommy Atkins desde 2004 e as negociações para a exportação da manga Kent começaram em 2005. Em 2007, o país produziu 15,7 mil toneladas de manga 'Kent', sendo 20% comercializados no mercado externo, tendo a Holanda como principal destino.

### **4.3 Aspectos da fisiologia do crescimento e floração da mangueira**

O crescimento da mangueira e de outras fruteiras tropicais não é contínuo; ele acontece na forma de fluxos vegetativos, nos brotos terminais e axilares dos ramos, antes do período de dormência (TONGUMPAI et al., 1996). Para que aconteça o crescimento vegetativo ou floral, dois processos distintos ocorrem na planta: o crescimento da gema e a iniciação da brotação. A gema inicia seu crescimento, que inclui a quebra de dormência e rápido desenvolvimento do broto; junto com a iniciação do broto ocorre a indução que vai definir o tipo, vegetativo, floral ou misto (KINET, 1993).

Os períodos de dormência que antecedem o desenvolvimento da gema são curtos nas plantas jovens, mas podem durar mais de oito meses nas plantas adultas. Três tipos de brotos podem se desenvolver depois de um período de dormência: vegetativo (originam as folhas), generativo (determina a inflorescência ou panícula) e mistos (compostos de folhas e inflorescência). O crescimento vegetativo ocorre até três ou quatro vezes ao ano em ramos individuais, dependendo da cultivar, idade da árvore e condições de crescimento. Brotos reprodutivos ocorrem, geralmente, depois de períodos extensos de repouso, nos trópicos de baixa latitude, ou durante os meses frios de inverno nas regiões tropicais de latitudes mais altas e nas subtropicais (DAVENPORT; NUÑEZ-ELISEA, 1997). A floração normal ou espontânea ocorre de janeiro a março, no hemisfério norte e de junho a setembro, no hemisfério sul. No entanto, existem variações de comportamento com relação à floração, dentro da mesma cultivar, dependendo da idade da planta e do local onde estão plantadas.

A mangueira, normalmente, apresenta diferentes tipos ou estádios de crescimento em uma mesma planta. A ocorrência desses estádios varia com as condições de clima, solo e manejo da cultura. O crescimento vegetativo é determinante para a produção, pois quanto mais abundante o número de brotos vegetativos, maior a probabilidade de ocorrência de panículas e maior a frutificação. No semi-árido nordestino, com o processo de indução floral sob condições de altas temperaturas, é indispensável se trabalhar com ramos maduros, com no mínimo três meses de idade (ALBUQUERQUE et al., 2002).

De uma forma geral, a floração em plantas perenes não é induzida por fatores ambientais, com a exceção de requerimento por períodos de baixa temperatura (< 15°C) em algumas fruteiras subtropicais. Em plantas decíduas e na maioria das tropicais, a floração é regulada de forma autônoma. A intensidade da luz e o estresse hídrico são

relacionados à indução floral, entretanto existe controvérsia se atuam, de forma mais efetiva no incremento do que na iniciação floral (DAVENPORT; NUÑEZ ELISEA, 1997).

A diferença entre cultivares com relação ao tempo de emissão entre fluxos vegetativos vai refletir nas concentrações de amido no tecido lenhoso do tronco. As cultivares que apresentam maior período de repouso acumulam mais reservas e são mais produtivas em regiões tropicais (FIERRO; ULLOA, 1991). Na prática, isso significa que é interessante para o produtor estimular o mais cedo possível, depois da colheita, a emissão de novos fluxos vegetativos, mediante poda, manejo nutricional e da irrigação; posteriormente, com técnicas adicionais de nutrição, com o uso de reguladores vegetais e do estresse hídrico, sendo possível assim, amadurecer os brotos gerados a partir da poda.

O florescimento da mangueira é um processo que pode ocorrer durante um período longo (vários meses), podendo ter seu início alterado, natural ou artificialmente, em razão das condições climáticas, da produtividade da safra anterior ou do uso de determinadas práticas culturais, com o uso de reguladores vegetais (DAVENPORT; NUÑEZ-ELISEA, 1997).

A indução floral difere entre espécies perenes e anuais, já que nesta última é um processo qualitativo regulado geneticamente, enquanto nas perenes os sinais entre órgãos (correlativo) têm um papel significativo tornando a floração um processo quantitativo. Estes sinais correlativos compreendem os ambientais e das espécies que então formam uma mensagem que finalmente induz um meristema vegetativo indeterminado a mudar para um generativo ou manter-se num estágio vegetativo. A indução floral no processo de reprodução determina a obtenção de produções regulares em plantas decíduas como também em fruteiras tropicais e subtropicais. Entretanto, a floração alternada (geralmente em plantas decíduas) ou irregular (mais freqüente em plantas subtropicais) é mais uma regra do que uma exceção (BANGERTH, 2006). Trabalhos como os de Davemport e Nuñez Elisea (1997) em mangueira têm sido direcionados para o entendimento ou estudo dos hormônios endógenos no processo de floração.

Hormônios vegetais são compostos orgânicos, de ocorrência natural, produzido na planta, o qual a baixa concentração promovem, inibem ou modificam processos morfológicos e fisiológicos do vegetal e tem consistentemente mostrado a habilidade para afetar o processo de desenvolvimento (DAVIES, 2004).



O desenvolvimento e crescimento das plantas são regulados pela interação entre hormônios, incluindo giberelinas (GA), auxinas (Ax), citocininas (CK), ácido abscísico (ABA) e etileno (Et) além dos brassinosteróides, ácidos jasmônicos, dentre outros. A eficiência da aplicação de hormônios exógenos depende da espécie e idade fisiológica do vegetal, bem como da concentração, frequência e intervalo de aplicação (FLECHTER et al., 2000).

Bangerth (2005) apresentou um estudo da participação dos hormônios, sua síntese, concentração, metabolismo, transporte e resposta às condições climáticas para compreender o complexo das correlações destes hormônios na indução floral. Dois hormônios, giberelina (GA) e a auxina (Ax) atuam, juntos ou independentemente, como inibidores de sinais correlativos à indução floral de fruteiras perenes. Entretanto, apenas a aplicação de GA regularmente inibe ou atrasa a floração. As GAs são hormônios de crescimento e algumas são responsáveis pelo alongamento das células nas plantas (SALISBURY; ROSS, 1994).

As citocininas (CK) parecem ser os hormônios responsáveis pelo aumento na floração. Estes efeitos foram observados em plantas intactas e também *in vitro*, onde a poda de raízes tornava necessária a aplicação de CK exógena para floração das plantas. Em plantas perenes, recentes experimentos têm confirmado através de análises, correlação positiva entre a floração e aumento na concentração de CK nos meristemas das culturas de maçã, pêra, manga, longan e lichia (ITO et al., 1999, 2001; NAPHRON et al., 2004; HEGELE et al., 2006). Assim, tanto as GAs, como as Axs e as CKs estão envolvidas na floração de fruteiras perenes e parece evidente que parte significativa da função destes hormônios é integrar fatores ambientais e intrínsecos como nutrientes, assimilados, disponibilidade de água, inibindo ou estimulando sinais que influenciam a floração de forma quantitativa.

As GAs são terpenóides e, assim, são formadas por unidades de isoprenos de cinco carbonos; o precursor intermediário das GAs é um diterpeno que contém quatro unidades de isopreno. A rota do metil-eritrol-P é utilizado para a biossíntese das GAs; cada uma das etapas nesta rota até o GA<sub>12</sub> são as mesmas em todas as plantas. Entretanto a partir deste ponto, diferentes espécies usam rotas específicas para formar diferentes GAs (KENDE; ZEEVAART, 1997). Poucas GAs são bioativas, enquanto outras são precursoras ou GAs não ativas.

Chen (1987) registrou os mais altos níveis de GA no xilema da mangueira durante a diferenciação da folha e baixas concentrações durante o repouso, emergência de panícula e plena floração. Tongumpai et al. (1989) observaram níveis crescentes de GA nos ramos antes da emergência do broto vegetativo e níveis decrescentes depois deste período, na fase que antecede o desenvolvimento de panículas.

As folhas jovens constituem-se o local de maior biossíntese de GA, que será transportada através da planta em uma direção não polar. Entretanto, as raízes apresentam um local de interconversão de GA produzida nos ramos. As GAs regulam o acúmulo de amido dentro e fora das raízes, enquanto coordenam o crescimento da planta como um todo (VIVANCO; FLORES, 2000).

Na regulação da floração da mangueira e de outras culturas frutíferas decíduas, as GAs parecem ser os hormônios mais ativos (DAVENPORT; NUÑEZ-ELISEA, 1997). Altos níveis de GA inibem a floração e estimulam o crescimento vegetativo e o seu declínio promoverá a floração. O papel principal da aplicação dos reguladores vegetais é a supressão da biossíntese de GA. Apesar da GA inibir a floração na mangueira, não está claro se ele induz o desenvolvimento vegetativo das gemas sob condição floral-indutiva (DAVENPORT; NUÑEZ-ELISEA, 1997).

Espécies de fruteiras tropicais e subtropicais têm a habilidade de usar estímulos externos como baixas temperaturas ou estresse hídrico para controlar e sincronizar a floração, com o objetivo de garantir a sobrevivência, pela transferência das fases de floração e frutificação para épocas onde as condições climáticas são mais adequadas à reprodução (HEGELE et al., 2006). Segundo Hegele et al. (2004), a chave dos eventos fisiológicos necessários à transformação de sinais externos em internos que permitam a transição de gemas vegetativas em reprodutivas parece não ser a mesma, mas sim os mesmos elementos básicos observados durante a floração artificial, por manipulação química ou mecânica, como o anelamento. Um destes elementos parece ser o estágio transitório de dormência durante a floração e o declínio na fotossíntese, visível em todos os métodos usados para a indução à floração. Nos casos estudados, foi observado um pico na exportação de auxinas das folhas, que poderia ser associado ao primeiro produto translocado em resposta aos sinais externos. Observações de baixas concentrações de Ax e GA junto com elevados níveis de CK ativas

(alta relação CK/ Ax + GA) nas gemas poderia ser o caminho no entendimento de condições hormonais favoráveis para a floração.

A iniciação e manutenção de cada etapa do ciclo de vida de fruteiras perenes são afetadas pelos fatores climáticos como radiação solar, temperatura, umidade, condições nutricionais, entre outras. Os reguladores vegetais têm papel importante como mediadores dos efeitos ambientais (TAKAHASHI; YAMAGUCHI, 1986).

#### **4.4 Uso de reguladores vegetais**

A maioria dos retardantes vegetais inibe a síntese de GA e podem, então, ser utilizados para reduzir o alongamento dos ramos e para o manejo do crescimento vegetativo. Assim, três tipos diferentes de retardantes vegetais que interferem na síntese da GA podem ser relacionados: os compostos quaternários, como o cloreto de mepiquat e o cloreto de chlormequat, que inibem a conversão de geranil geranil difostato para o caureno; os compostos cíclicos contendo um nitrogênio, como o ancymidol, flurprimidol, paclobutrazol e uniconazole, que inibem a passagem do caureno a GA<sub>12</sub>-aldeído, que é catalisado por monoxigenases; os acilciclohexanodionas como o etil-trinexapac e o prohexadione-Ca, que podem bloquear as reações finais do metabolismo de GA (conversão do GA<sub>12</sub>-aldeído nas diferentes GAs), relativas a ação de dioxigenases (RADEMACHER, 1995).

Os reguladores vegetais são substâncias químicas que têm sido utilizadas para manipular o crescimento vegetativo de algumas espécies e o desafio é fazê-lo sem reduzir a capacidade produtiva. O manejo do crescimento vegetativo é de grande importância na produção de fruteiras, já que evitando a brotação excessiva pode-se induzir à floração e frutificação precoce em plantas jovens (RADEMACHER, 2004a). Também possibilita manter a densidade de plantas em pomares mais velhos, com copas abertas que permitem melhor ventilação e penetração de luz facilitando a sanidade do pomar e a obtenção de coloração dos frutos.

Entre os reguladores vegetais utilizados em fruticultura, o paclobutrazol (PBZ) apresenta como inconveniente à necessidade de aplicação no solo, devido a maior eficiência no movimento acrópeto (planta) e a maior persistência na planta e no solo. O daminozide também é considerado um regulador vegetal que apresenta altos níveis de resíduos e de persistência no solo (RADEMACHER et al., 2006).

O Ethephon, que quando aplicado libera etileno na planta, segundo muitos autores (BUBÁN et al., 2003; DAVENPORT; NUÑEZ ELISEA, 1997) participa diretamente na floração de fruteiras. Entretanto, o ET, como os inibidores da síntese de GA, também inibe o transporte polar da Ax, reduzindo o nível de IAA exportado de frutos e gemas apicais (EBERT; BANGERTH, 1982; CALLEJAS; BANGERTH, 1997), o que acaba estimulando a floração (GROCHOWSKA et al., 2004). Assim, o efeito positivo do ET na floração poderia vir da inibição do transporte polar da Ax (BANGERTH, 2006).

As CKs tem sido associadas à floração em plantas perenes (BERNIER, 2003; CORBESIER et al., 2003), pelo efeito da aplicação e pelas análises de concentrações endógenas durante a indução do meristema. Existem também indicações do aumento da concentração de CK nos meristemas dos ramos como resultado da aplicação de reguladores vegetais como o TIBA (ácido tri-iodo benzóico), hidrazida maleica ou ethephon mais daminozide e ProCa (ITO et AL., 2001, RAMIREZ et al., 2006).

Estudos conduzidos por Srinivisan e Mullins (1981) reforçam a relação entre as aplicações de CK em videira e a floração, mesmo em condições climáticas não indutivas, determinando a tendência de um meristema tornar-se floral ou manter-se vegetativo. Nas plantas anuais como nas perenes foi demonstrado que os tratamentos com CK podem substituir o fator climático essencial à floração, mas que a resposta é dependente da concentração (BERNIER et al., 1993; SRINIVASAN; MULLINS, 1981). Nestes experimentos o importante é a observação de que para a floração ocorrer, um nível ótimo de CK é requerida, porque as baixas concentrações não são efetivas e as altas podem ser tóxicas ou estimular o crescimento vegetativo.

#### **4.4.1 Paclobutrazol (PBZ)**

O PBZ [(2RS,3RS)-1-(4-clorofenil)-4,4-dimetil-2-(1H-1,2,4,-triazol-1-yl)pentan-3-ol], que interfere na síntese de GA na etapa em que atuam as monoxigenases, tem sido usado para o manejo da floração da mangueira, promovendo a paralisação do crescimento vegetativo e reduzindo o alongamento da brotação (DAZIEL; LAWRENCE, 1984; CHEN, 1987; TONGUMPAI et al., 1989, 1991; NUÑEZ-ELISEA; DAVENPORT, 1991; BURONDKAR; GUNJATE, 1993; KURIAN; IYER, 1993; NUÑEZ-ELISEA; DAVENPORT, 1995; FERRARI; SERGENT, 1996). Nas condições semi-áridas do nordeste,

o efeito do PBZ para regular o crescimento vegetativo da mangueira tem sido estudado desde 1996, com adequação das doses, formas e épocas de aplicação, visando à possibilidade de escalonamento da produção da mangueira. Os trabalhos de pesquisa conduzidos com PBZ foram implantados em pomares da cv. Tommy Atkins e o produto comercial registrado para a cultura, em 2000, foi o Cultar, com 25% de ingrediente ativo.

Os triazóis formam um grupo de reguladores vegetais que inibem a síntese das giberelinas (SINGH, 2001), têm registro como redutores do crescimento vegetativo, como também incrementam o tamanho do fruto de diferentes espécies (KÖHNE; KREMER-KÖHNE, 1987; ADATO, 1990; WOLSTENHOLME et al., 1990; ERAMUS; BROOKS, 1998; PENTER et al., 2000). Este grupo químico pode estimular ou inibir a formação de raízes, dependendo da espécie e concentração utilizadas, como também alterar a anatomia das folhas, que apresentam cutículas mais grossas (coriáceas) e maior peso por unidade de área (VIVANCO; FLORES, 2000).

O PBZ é absorvido através das raízes, tecidos dos ramos e folhagem (TONGUMPAI et al., 1991; BURONDKAR; GUNJATE, 1993); como a maioria dos triazóis, o PBZ é principalmente móvel no xilema, com o movimento acrópeto, segundo Ferrari e Sergent (1996), e transporte orientado pela corrente de transpiração, o que pode explicar a maior eficiência da aplicação via solo. Como os meristemas apicais não estão conectados diretamente ao tecido vascular, a forma de transporte do PBZ para as folhas e gemas das plantas não está clara. As possibilidades levantadas são a inibição da biossíntese de GA ainda nas raízes ou mesmo o transporte do PBZ via xilema/ floema/ simplasto ou ainda, outro sinal ligado diretamente ao meristema (BANGERTH, 2006). Poucos dados mostram de fato que a concentração de GAs é menor em gemas terminais tratadas com PBZ. Naphron et al. (2004) encontraram decréscimos na concentração de GA, em gemas de mangueira tratadas com PBZ somente nas primeiras três semanas depois da indução, a partir deste momento os níveis deste hormônio excederam os das plantas não tratadas com PBZ. Ao lado destas alterações nos níveis de GA, um aumento nos níveis de CK também foi observado, levantando a questão da especificidade destas mudanças hormonais.

A locomoção lenta do PBZ dentro da planta sugere que o mesmo deve ser aplicado após um ou dois fluxos de crescimento depois da poda, com a planta apresentando folhas já expandidas, mas com tecido imaturo (CHARNVICHIT et al., 1991). O PBZ induz a

formação de gemas florais através dos baixos níveis de GA na extremidade dos ramos, enquanto o íon nitrato, em pulverização, acelera a quebra de dormência das gemas (TONGUMPAI et al., 1989, 1991). O PBZ aumenta o número de flores hermafroditas, resultando em maior frutificação (BERNADI; MORENO, 1993; VOON et al., 1993; KURIAN; IYER, 1993). As árvores tratadas com PBZ apresentam folhagem com coloração verde-escura (intensa), devido ao maior conteúdo de clorofila e os frutos produzidos com a coloração mais intensa.

O efeito de determinada dosagem de PBZ pode variar com as cultivares de mangueira, bem como com o porte (ICI, 1993). Com relação à idade, planta mais jovem é mais sensível e responde ao PBZ com doses menores. A eficiência, bem como a vida média do PBZ no solo, também vai depender das práticas culturais, condições climáticas e do tipo de solo. Em geral, o período de vida do PBZ no solo está entre 6 e 12 meses (VOON et al., 1993; KURIAN; IYER, 1993). Entretanto, alguns autores encontraram teores do produto no solo depois de doze meses da aplicação, sem que fossem encontrados resíduos nos frutos maduros produzidos na área (NARTVARANT et al., 2000).

A eficiência do PBZ, via solo, no manejo da floração no cultivo da mangueira, foi confirmada por Albuquerque et al. (1999b) e Mouco e Albuquerque (2005) nas condições semi-áridas do nordeste brasileiro. No entanto, existe a preocupação com os resíduos deixados a cada ano, principalmente quando se considera que a definição das dosagens para os ciclos subsequentes é feita de forma empírica, avaliando-se apenas o aspecto visual das panículas emitidas no ciclo anterior e o alongamento dos fluxos vegetativos, resultado da brotação depois da poda de produção. As inflorescências em árvores tratadas com doses altas podem ser muito compactas, criando condições adequadas à incidência de doenças e pragas (WINSTON, 1992) e dificultando o controle. Além dos problemas fitossanitários, doses excessivas de PBZ, podem inibir a brotação tanto vegetativa quanto floral por mais tempo que o desejável, sendo necessárias mais pulverizações de nitrato para o estímulo da floração. Assim, além de aumentar o custo de produção do cultivo, por tudo o que foi mencionado, tem-se acúmulo de um produto químico no solo, sem que se conheçam as conseqüências ao longo dos anos, tanto para o sistema produtivo, como para o ambiente.

O longo efeito residual do PBZ que pode persistir por muitos anos (QUINLAN; RICHARDSON, 1984), possivelmente influencia a performance da planta

durante um longo período (KHURSHID et al., 1997), devido ao baixo metabolismo na planta (MILLER, 1988).

O uso de reguladores vegetais que possam ser aplicados através de pulverizações e que apresentem eficiência no manejo da floração e produção da mangueira pode minimizar os riscos de se aplicar dosagens excessivas; assim, reguladores vegetais como o prohexadione-Ca (ProCa), etil-trinexapac (TrixE) e o cloreto de chlormequat (CCC), poderiam ser opções adequadas para teste, já que trabalhos científicos comprovaram a eficiência destes em regular o crescimento vegetativo em outros cultivos, inclusive em fruteiras. Estes três reguladores vegetais também atuam em três momentos da síntese de GA e interferem no metabolismo de forma diferenciada.

#### **4.4.2 Prohexadione (ProCa)**

O ProCa (cálcio 3 - óxido - 4 - propionil - 5 - oxo - 3 - ciclohexene carboxilato) é um composto que interfere na última etapa da biossíntese de GA, bloqueando a formação de GAs ativas a partir de seu precursor inativo (EVANS et al., 1999); atua como um inibidor do crescimento vegetativo pela interferência no processo de alongamento da célula.

A translocação do ProCa de forma acrópeto no xilema, traz como benefício o controle mais efetivo do crescimento vegetativo em distintas partes da planta como resultado das pulverizações. O tempo de permanência do ProCa 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, muito pouco resíduo ou nenhum é encontrado em frutos. Diferente do PBZ e de outros compostos mais estáveis, a vida média em solo com atividade microbiana é menor que 24 horas. 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 a,b).

Os níveis de GA e Ax decresceram e os de CK aumentaram na gemas terminais da macieira logo depois da aplicação de ProCa (RAMIREZ et al., 2006); nestes tecidos, foi possível identificar a GA<sub>20</sub>, precursor imediato das GAs ativas, GA<sub>1</sub>, GA<sub>4</sub> e GA<sub>7</sub>. A aplicação do ProCa em concentrações entre 125 e 250 mg L<sup>-1</sup> resultou em redução do comprimento dos ramos, proporcional às doses testadas. O comprimento entre nós e o número

de folhas por ramo também foi reduzido em todas as concentrações testadas, mas sem diferir estatisticamente. Estes resultados confirmam os obtidos também por Unrath (1999), Fallahi (1999), Basak e Rademacher (2000), Costa et al. (2004a) e Rademacher; Kober (2003). Este efeito pode induzir mudanças na distribuição de assimilados (BASAK, 2004), reorientando-os para tecidos como flores ou frutos, resultando em maior fixação dos mesmos e até em maior produção quando comparado com as plantas controle.

O ProCa mostrou eficiência como regulador vegetal, quando é aplicado no intervalo entre 180 a 270 mg L<sup>-1</sup> no início da brotação apical, em macieiras (BASAK; RADEMACHER, 2000) e pereiras (COSTA et al., 2004b); o aumento do diâmetro do ramo e no número de entrenós foi reportado em doses de 250 mg L<sup>-1</sup>, aplicados em brotos novos com 5 cm de comprimento com redução na atividade da GA nos ápices de ramos de macieira entre os dias 3 e 17 depois da aplicação dos tratamentos, mas significativamente menor entre os dias 3 e 4. O nível de GA nas plantas tratadas com ProCa foi restaurado 24 dias após a aplicação do regulador vegetal; neste momento, os níveis de GA nos tecidos apicais foi maior que nas plantas controle e esta diferença persistiu até 52 dias depois da aplicação do ProCa. O nível de CK aumentou com a aplicação de ProCa em relação à testemunha. O nível de auxina nos ápices dos ramos foi reduzido pelo ProCa e este efeito foi consistente entre 3 e 45 dias depois do tratamento. A análise de GA detectou GA<sub>1</sub>, GA<sub>4</sub> e GA<sub>7</sub>, nas plantas controle, e GA<sub>9</sub>, GA<sub>20</sub> e GA<sub>53</sub> nas plantas tratadas com ProCa. O ProCa foi classificado como sendo inibidor de GA<sub>1</sub>, GA<sub>4</sub> e GA<sub>7</sub>, que são biologicamente ativas (RADEMACHER, 2000).

No trabalho de Ramirez et al. (2005), as análises mostraram que GA<sub>1</sub>, GA<sub>4</sub> e GA<sub>7</sub> não aparecem nos seis primeiros dias da aplicação do ProCa; os resultados anteriores reforçam o bloqueio da síntese de GA pelo ProCa, já que também neste momento foram identificadas GA<sub>12</sub> e GA<sub>20</sub>, caracterizadas como biologicamente inativas, e que mantêm com a presença do ProCa no seu metabolismo ao inibir a produção de dioxigenases responsáveis por catalisar o processo que desencadeia a produção das GAs ativas (RADEMACHER, 2004a)

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 ProCa (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 Ax 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.

Segundo Rademacher et al. (2006) a inibição pelo ProCa do excesso de brotação vegetativa em fruteiras e outros cultivos, reduzindo o aborto de frutos jovens, pode também ser explicado pela atuação deste composto como uma estrutura química do ácido 2-oxoglutárico, onde distintas dioxigenases envolvidas na biossíntese de GA, que requerem este composto como um co-substrato, são bloqueadas e um menor número de GAs ativas são formadas, tornando também compactas as plantas tratadas.

A conversão do ácido 1-carboxílico 1-aminociclopropano (ACC) em etileno é catalisado pela ACC oxidase, outra oxidase que requer o ácido ascórbico como co-substrato. O ácido 2-oxoglutárico e compostos similares inibem esta reação e o ProCa devido a sua relação estrutural com este composto e também com o ácido ascórbico, também inibiria a ACC oxidase e a síntese de etileno; esta observação deu a explicação bioquímica para a redução dos níveis de etileno e do atraso na senescência causada pelo ProCa. Assim, a redução na queda de frutos novos e conseqüentemente, aumento na fixação em plantas tratadas com ProCa pode ser explicada pela inibição da síntese de etileno, mas também pela redução na formação de ramos vegetativos e menor demanda de assimilados, que podem alimentar frutos jovens, resultando em maior fixação de frutos (RADEMACHER et al., 2006).

Rademacher (2004a) já haviam associado o significativo incremento da produção de maçã, ao efeito do ProCa em reduzir a biossíntese de etileno endógeno e a menor competição pelos assimilados, pela inibição do número de ramos vegetativos.

O ProCa foi utilizado em pomares de pereiras (COSTA et al., 2004b) e macieiras (COSTA et al., 2004a; BASAK, 2004) para regular o crescimento vegetativo e diminuir o tamanho de entrenós com eficiência; o comprimento total dos ramos foi reduzido em 33% no primeiro ano de aplicação do ProCa em macieiras, quando comparado com a testemunha, mas a reaplicação do ProCa na safra seguinte induziu mais vigor às plantas (BASAK; KRZEWIŃSKA, 2006). No primeiro ano de aplicação do ProCa não foi observado efeito na fixação de frutos, mas depois da segunda aplicação do ProCa, houve incremento no número de frutos por planta.

Rademacher e Kober (2003) trabalhando com o ProCa 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. Segundo os autores, não só a completa absorção do ingrediente ativo pela planta, beneficiada pela proteção da molécula do cálcio e do uso de adjuvantes acidificantes, mas também a época, no início da brotação vegetativa, dose e o intervalo de aplicação, ajustados segundo o vigor vegetativo da planta, são importantes para a eficiência do ProCa. Privé et al. (2006) reportam ainda sobre a importância da área foliar existente no momento da primeira pulverização, para absorção eficiente do ProCa, que para a macieira foi estimada em 2 a 5 folhas, com aproximadamente 2 a 5 cm, e completamente expandidas.

Petri e Leite (2005) encontraram que doses entre 1160 e 2360 g ha<sup>-1</sup>, em quatro pulverizações, foram eficientes em reduzir a emissão, peso e comprimento de ramos a serem podados em duas cultivares de macieira. O aumento da dose foi inversamente proporcional ao número de ramos vegetativos, maiores que 80 cm, na cv. Gala. As diferenças observadas quanto ao efeito do ProCa no crescimento dos ramos foi associado ao vigor diferenciado entre as cultivares. O ProCa não afetou o peso dos frutos nas duas cvs., nos três anos do experimento, mas foi observada tendência de aumento, a cada ano, no número de gemas florais, sem incremento na produção de frutos.

O ProCa aplicado em anos seguidos confirmou o efeito na fixação e tamanho de frutos de macieira, como também na floração no ciclo seguinte, nas doses maiores que 125 mg L<sup>-1</sup>. Os aumentos na fixação de frutos são atribuídos, principalmente, a redução na abscisão durante o estabelecimento dos frutos. As aplicações de doses mais baixas de ProCa, 42 mg L<sup>-1</sup>, foram mais efetivas no controle do crescimento vegetativo, já as altas doses trazem o risco de aumentar a fixação e reduzir o peso dos frutos, além de comprometer a floração do ciclo seguinte (GREENE, 2008).

Reekie et al. (2005) em experimento com morango encontraram diferenças entre tratamentos com ProCa com relação a altura de planta, número de folhas, área foliar, peso de folhas, ramos e raízes, mas não para altura e peso total de plantas. As plantas que não receberam dose alguma de ProCa foram mais altas e com maior área foliar. Plantas que receberam o ProCa apresentaram também maior número de folhas. O peso de raízes também não foi afetado pelo tratamento até os 42 primeiros dias. As plantas tratadas com

ProCa apresentaram progressivo crescimento das raízes e menor crescimento da parte aérea, resultado de uma maior alocação para as raízes e menor para a parte aérea, quando comparado com o controle.

O ProCa foi usado na dose de 120 g i.a. ha<sup>-1</sup> e aplicado duas vezes, no início da brotação vegetativa e quatro semanas depois na pereira e macieira. Na macieira, a emissão e comprimento dos fluxos foram reduzidos em 36% e 50%, respectivamente. A pereira não respondeu tão significativamente às pulverizações com ProCa, apenas 10% na emissão e 30% no comprimento dos novos fluxos vegetativos. O efeito na intensidade de floração no ciclo seguinte variou entre -20% e +25%. As reduções na floração não interferiram na fixação de frutos e depois de dois anos o incremento na produção aumentou, aproximadamente, 6% (SAARLOOS et al., 2005).

O ProCa foi testado em cerejeira, em uma única aplicação, e reduziu a formação e o comprimento dos ramos, mas não afetou a produção. Em macieira, duas pulverizações de 125 g i.a.ha<sup>-1</sup> de ingrediente ativo, no início do crescimento dos ramos e 30 dias depois, reduziram a emissão e o comprimento dos ramos, como também incrementou a fixação dos frutos entre 10 e 20%. O peso de frutos não foi afetado, mas sim a coloração de frutos, que ficou mais intensa; os ganhos na produção não comprometeram a floração do ciclo seguinte. Na pereira, duas aplicações de 150 e 200 g i.a. ha<sup>-1</sup> permitiram economia de 20% nas podas da cultura, como também foram observados ganhos de produção acima de 25%, que não comprometeram o tamanho de frutos, nem a floração do ciclo seguinte (BOFARULL et al., 2005).

Em tomate, o ProCa 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, número de folhas, diâmetro de ramo, número de racemos e frutos, teor de sólidos solúveis, firmeza de frutos e produção foram maiores com o tratamento com ProCa, mas o tamanho de fruto não foi alterado. As concentrações de ProCa reduziram os níveis de GA e incrementaram os de CK dos meristemas apicais; nestes tecidos foram encontrados GA<sub>12</sub>, GA<sub>20</sub> e zeatina. Nos ápices do controle foram encontradas GA<sub>1</sub>, GA<sub>4</sub> e GA<sub>7</sub> (RAMIREZ et al., 2005). O uso do ProCa 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 ProCa é um regulador vegetal de efeito muito instável, que ao ingressar no tecido vegetal, perde sua atividade biológica entre 2 a 4 dias (EVANS et al., 1997). O aumento no número de entrenós, diâmetro do ramo e número de folhas nas plantas que receberam o ProCa pode ser resultado do efeito do ProCa no aumento de CK endógena no ápice dos ramos, em particular a zeatina, já que as citocininas contribuem diretamente na diferenciação dos tecidos vegetais (SRISVATAVA, 2002).

A influência do ProCa no aumento de frutos por planta foi observado em diferentes espécies frutíferas como maçã (GREENE, 1986; UNRATH, 1999; BASAK; RADEMACHER, 2000) e pêra (COSTA et al., 2004b); estes efeitos estiveram relacionados com a fixação de frutos (RADEMACHER; KOBER, 2003). Yoder et al. (1999) mencionam como efeito do ProCa o aumento da firmeza dos frutos de maçã, característica que vai influenciar na qualidade pós-colheita da cultura. O incremento nos teores de sólidos solúveis observados por Ramirez et al. (2005) em tomate foi justificado pelo aumento na capacidade fotossintética total da planta, proporcionada pelo maior número de folhas, possibilitando maior disponibilidade de açúcares para o fruto (SRIVASTAVA, 2002).

Pietranek et al. (2005) encontraram que macieiras, com ramos de 5 cm e 5 a 7 folhas responderam com mais eficiência às aplicações de ProCa, na dose de 250 g i.a. L<sup>-1</sup>, aplicados em duas ou quatro vezes, foram obtidas produções superiores em 20 e 24% ao controle, no primeiro ano do experimento. No ano seguinte, todos os tratamentos com ProCa incrementaram o rendimento das plantas, com ganhos de 30% em relação ao controle. A qualidade dos frutos, como massa, firmeza e sólidos solúveis não foram afetados nos dois anos do trabalho.

Asín e Vilardell (2006) testando reguladores vegetais na pereira encontraram que o PBZ foi mais eficiente em reduzir a emissão e o comprimento dos ramos vegetativos, enquanto o ProCa foi mais rápido no processo. O PBZ foi aplicado uma única vez e o ProCa em 4 pulverizações, com intervalo de 3 a 4 semanas. Os autores sugerem uma combinação dos dois compostos como estratégia na redução do vigor da cultura.

#### 4.4.3 Etil-Trinexapac (TrixE)

O TrixE (4-ciclopropil hidroximetileno ácido 3,5-dioxi ciclohexano carboxílico) é um regulador vegetal que atua no final do processo de síntese de GA; foi testado em macieiras por Maxson e Jones (2002) que observaram redução no crescimento vegetativo de ramos depois de 10 a 14 dias da pulverização e que a inibição continuou por mais 30 dias. Os autores concluíram que concentrações mais altas, na faixa de 1000 mg L<sup>-1</sup>, são as mais eficientes.

A resposta às aplicações do TrixE pode ser influenciada pela temperatura do ambiente. Fagerness et al. (2002) encontraram interação entre o efeito de aplicações do TrixE e a ocorrência de altas temperaturas sob condições de campo. O efeito do TrixE não é mais pronunciado em altas temperaturas, mesmo com esta condição climática favorecendo um crescimento mais rápido dos vegetais. Sob condições de casa de vegetação, o TrixE suprimiu o crescimento mais intensamente sob baixas temperaturas; este resultado, segundo os autores sugerem que o catabolismo do TrixE foi reduzido em baixas temperaturas ou que os efeitos bioquímicos são mais efetivos com menores níveis de divisão e expansão celular, associados com o crescimento mais lento.

Em gramíneas, a qualidade da biomassa produzida aumentou com múltiplas aplicações de TrixE. As plantas tratadas com o TrixE, no primeiro ano do trabalho, também apresentaram mais qualidade e maior densidade dos ramos, que o controle, sem aplicação de TrixE. Resultados apresentados demonstraram que uma aplicação de TrixE inibe temporariamente o crescimento de gramíneas, mas que o efeito desaparece em quatro semanas depois da primeira aplicação e que existe uma maior taxa de crescimento após o período de inibição, anulando as diferenças no final do período avaliado, entre o tratamento com TrixE e o controle (FAGERNESS; YELVERTON, 2000).

Segundo Kaufmann (1986), o modo de ação deste inibidor da síntese de GA envolve acúmulo de moléculas do ingrediente ativo na região do meristema intercalar, com subsequente inibição da biossíntese de GA e menor expansão da célula nas regiões da base e na bainha de folhas.

O uso de reguladores vegetais tem sido o mais adequado manejo de gramíneas visando o controle do crescimento sem perda de qualidade; os efeitos favoráveis do TrixE incluem a inibição do crescimento em determinados períodos e a supressão da produção

de sementes, sem redução da qualidade da massa verde produzida (FAGERNESS; YELVERTON, 2000). Entretanto, é necessário conhecer e comparar a eficiência entre aplicações isolada e múltipla deste composto, como se conhece a de reguladores vegetais como o PBZ.

Mudas de maçã pré-tratadas com inibidores da síntese de GA, PBZ e CCC, não ficaram protegidas contra doenças, como o “Scab” (*Venturia inaequalis*), como ocorreu com as mudas tratadas com ProCa e TrixE (COSTA et al., 2004a). Quando se tentou explicar o modo de ação destes compostos contra o patógeno, foi sugerido o efeito no metabolismo dos flavonóides. Altas doses de ProCa e outros acylcyclohexanodiones inibem a formação de antocianidinas em flores e outras partes das plantas. As dioxigenases dependentes de 2 oxoglutarato, em particular flavonona 3 hidroxilase (FHT) , envolvida na síntese de antocianidinas e outros flavonóides sugerem estes compostos como alvo bioquímico.

#### **4.4.4 Cloreto de Chlormequat (CCC)**

Trabalhos testando a eficiência do CCC (cloreto de 2-cloroetil trimetilamônio) no manejo da floração da mangueira e relatados por Davenport; Nuñez Elisea (1997), não apresentaram consistência ao longo dos anos. No entanto, experimento conduzido em abacateiro, por Penter e Stassen (1999) mostrou que a aplicação de reguladores vegetais, no fluxo de crescimento da primavera apresentou melhor efeito no rendimento que aplicações na floração. Nos resultados, o CCC foi mais eficiente no incremento do rendimento e tamanho de fruto que paclobutrazol e o uniconazole. Theron et al. (1998), trabalhando com a cultura da pereira e testando pulverizações de CCC em concentrações que variaram de 1000 a 4000 mg L<sup>-1</sup>, concluíram sobre a eficiência do mesmo em regular o crescimento vegetativo, promover a floração e aumentar o estabelecimento de frutos.

De 1980 a 2000, o CCC foi o principal regulador vegetal utilizado para reduzir vigor vegetativo em pereiras. CCC foi o mais efetivo no controle do crescimento dos ramos vegetativos na cv. Blanquilla, seguido pelo PBZ e ProCa. Valores de percentagem de ramos com comprimento abaixo de 50 cm foram semelhantes para CCC e PBZ (82 e 80%, respectivamente), enquanto para o ProCa e para o controle foram 67% e 52%, respectivamente (ASIN; VILARDELL, 2006). Os resultados coincidem com os reportados por Asín et al. (2005) e Deckers et al. (2005), que observaram que o CCC induziu reduções diárias no

crescimento dos ramos durante o mesmo tempo que o ProCa, mas com a intensidade do PBZ. A eficiência dos resultados com reguladores vegetais é dependente do vigor, época em função da fenologia da planta e intervalo em que as pulverizações são feitas. Asín e Vilardell (2006) sugerem combinar o PBZ, que é eficiente com uma única aplicação, a rápida resposta em regular o crescimento do ProCa, para ter uma resposta similar ao CCC.

Pulverizações com cloreto de chlormequat, daminozide e paclobutrazol, a 1000 mg L<sup>-1</sup>, reduziram a frequência de emissão de fluxos vegetativos em mangueira quando comparado com o controle. O PBZ (40,1%) apresentou o maior índice de inibição de novos fluxos, seguido pelo daminozide (43,6%) e CCC (47,5%), dados significativos quando comparados com o controle, que apresentou 91,3% de brotação de novos fluxos vegetativos (TAHIR et al., 2002).

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 ProCa. No entanto, algumas diferenças importantes entre eles foram observadas, o CCC tem efeito positivo na formação de gemas florais, enquanto o ProCa pode ter um efeito negativo quando as doses utilizadas são altas (acima de 250 g i.a. ha<sup>-1</sup>). Os dois compostos podem induzir a rebrota no ano seguinte a primeira aplicação, o que pode ser evitado com uma nova aplicação de CCC, mas não do ProCa, pelo risco do efeito na redução de gemas florais formadas causada por doses mais altas (DECKERS et al., 2005).

Em pereiras, o CCC reduziu o comprimento dos ramos em até 75% quando comparado com as plantas do tratamento controle. No segundo ano depois da aplicação do CCC, redução do crescimento das plantas de 40% em relação às plantas controle foi ainda observada, e a produção de frutos foi levemente incrementada também. No trabalho de Maas (2006), conduzido entre 1998 e 2004, onde foram testadas doses de CCC em pereiras, que variaram de 150 a 250 mL L<sup>-1</sup>, alguns tratamentos que receberam maior quantidade de CCC, apresentaram menor resíduo nos frutos e os fatores que influenciaram os resultados foram: diferença de vigor das plantas e o número de pulverizações ano<sup>-1</sup>, sugerindo acúmulo de resíduo do CCC. O número de fluxos vegetativos emitidos decresceu com o número de anos em que o CCC foi aplicado, conseqüentemente mais CCC pôde ser transportado para os

frutos. O autor também menciona que o efeito dos fatores climáticos, no momento das pulverizações, na absorção do produto deve ser considerado na avaliação dos resultados.



## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1 Localização e caracterização da área experimental**

Os experimentos foram conduzidos na região do Vale do Rio São Francisco, em casa-de-vegetação, na Embrapa Semi-Árido, em Petrolina (PE) e em condições de campo, nas Fazendas Frutavi e Andorinhas, localizada, na latitude 09° 24' Sul, longitude 40° 20' Oeste e altitude média de 370 m, ambas no município de Petrolina (PE).

O clima da região é classificado, segundo Köppen, como tipo BswH, que corresponde à região semi-árida muito quente. O índice pluviométrico anual é de 571,5 mm, distribuído entre os meses de dezembro a abril. A temperatura média anual é de 26,4°C, com média das mínimas de 20,6°C e média das máximas de 31,7°C. Nas Figuras 1, 2 e 3 do Apêndice, são apresentados os dados meteorológicos da região referentes aos períodos de condução dos experimentos.

O solo da área onde foram realizados os experimentos é classificado, segundo Santos et al. (2006) como Neossolos Quartzarênicos, que são geralmente profundos, com textura de areia ou areia franca ao longo de pelo menos 2 m de profundidade e bem drenados. Os resultados da análise química do solo e foliar nos diferentes experimentos encontram-se nas Tabelas 1 e 2 do Apêndice.

## 5.2. Instalação e condução dos experimentos

### Experimento 1: Prohexadione-Ca (ProCa), Etil-Trinexapac (TrixE), Cloreto de Chlormequat (CCC) no crescimento de mudas de mangueira cv. Tommy Atkins

Este trabalho foi constituído por um experimento com mudas de mangueira da cultivar Tommy Atkins, no período entre outubro de 2005 e julho de 2006. As condições de temperatura e umidade do ar foram monitoradas por um termo-higrógrafo e os dados são apresentados na Figura 1 do Apêndice.

O substrato utilizado nos vasos foi preparado com solo, esterco de curral e areia na proporção de 1:1:1, em 28 e 29/09/2005. As mudas foram transplantadas para os vasos, em 04/10/2005, quando apresentaram um fluxo vegetativo após a realização da enxertia. Foram realizadas duas pulverizações com nitrato de potássio a 2,5%, em 25/10/2005 e 04/11/2005, para induzir uma brotação vegetativa uniforme. A aplicação dos tratamentos (reguladores vegetais), depois da emissão e expansão do segundo fluxo vegetativo foi feita em 28/11/2005 nas doses de 0,5 e 1,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>

Considerando as observações nas plantas do experimento, onde as doses mais altas causaram queimas nas folhas, foi feita uma segunda pulverização, em 28/12/2005, apenas nas mudas que receberam a dose mais baixa dos reguladores vegetais, tratamentos T1, T3 e T5, onde foi reaplicada a dose de 0,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>. A unidade experimental foi representada por uma planta e o experimento constou de sete tratamentos com cinco repetições, em delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos testados estão descritos a seguir:

T1- ProCa (0,5 g i.a. planta<sup>-1</sup> + 0,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)

T2- ProCa (1,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)

T3- TrixE (0,5 g i.a. planta<sup>-1</sup> + 0,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)

T4- TrixE (1,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)

T5- CCC (0,5 g i.a. planta<sup>-1</sup> + 0,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)

T6- CCC (1,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)

T7- Controle

Os vasos foram irrigados por gotejamento, mantendo-se o solo em 80% da capacidade de campo. As avaliações realizadas durante os sete meses (novembro/2005 a agosto de 2006) foram: comprimento do ramo principal; número total de folhas; área

foliar; número de fluxos emitidos depois da aplicação dos reguladores vegetais (1ª e 2ª aplicação); presença de sintomas de fitotoxicidade; massa de matéria fresca (ao final de seis meses) de folhas, ramos, raízes.

Um segundo experimento em casa-de-vegetação foi conduzido com a cv. Kent, também nas dependências da Embrapa Semi-árido, mas foi observada queima de folhas em plantas de todos os tratamentos e de forma mais intensa nos tratamentos que receberam as duas doses do TrixE, confirmando a sensibilidade da folhagem de plantas 'Kent', comparado com a 'Tommy Atkins', já observada em campo, e que contribuiu para um ajuste de dose para o experimento que foi instalado em campo.

Os experimentos conduzidos em casa-de-vegetação com mudas das cv. Tommy Atkins e Kent contribuíram para identificar, num primeiro momento, doses e intervalo de aplicação que regulassem o crescimento vegetativo dos ramos. A partir dos resultados obtidos, foram instalados experimentos, em pomares de primeiro ano de produção, avaliando o efeito do ProCa, TrixE e do CCC, no manejo da floração da mangueira. Estes produtos foram aplicados, via foliar, nas cultivares Tommy Atkins e Kent e comparados com a aplicação do paclobutrazol via solo, em condições de campo.

### **Experimento 2: Prohexadione-Ca, Etil-Trinexapac, Cloreto de Chlormequat e Paclobutrazol (PBZ) na floração de mangueira cv. Tommy Atkins**

Tratamentos:

- 1- ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)
- 2- ProCa (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)
- 3- TrixE (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)
- 4- TrixE (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)
- 5- CCC (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)
- 6- CCC (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)
- 7- PBZ (2,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)
- 8- Testemunha absoluta
- 9- PBZ (2,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>) + ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)

O pomar da cv. Tommy Atkins onde foi instalado o experimento tem idade de quatro anos e espaçamento de 10 m entre linhas e 8 m entre plantas. O porta-enxerto utilizado foi o da mangueira ‘espada’.

A aplicação dos reguladores vegetais, via foliar e do PBZ, no solo, foi feita a partir do segundo fluxo vegetativo emitido depois da última poda de formação do pomar.

A fonte de paclobutrazol (PBZ) utilizada foi o Cultar, produto comercial da Syngenta, com 25% de ingrediente ativo (i.a.); o ProCa foi aplicado através do produto comercial Viviful, da Ihara, contendo 27,5% de ingrediente ativo. O Moddus 250 EC, também da Syngenta, foi utilizado como fonte do TrixE e o Tuval, produto da Microquímica de Campinas, como fonte do CCC.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso, sendo testados os três retardantes vegetais, em duas doses cada, o paclobutrazol, a combinação do PBZ e do ProCa, mais uma testemunha absoluta, resultando em nove tratamentos e quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e para comparação de médias utilizou-se o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico Sisvar para análise dos dados.

A parcela experimental foi constituída por duas plantas: na primeira foram feitas coletas de parte dos ramos para as determinações dos teores de ácido giberélico ( $GA_3$ ) nos ramos e a outra planta da parcela experimental, nas quatro repetições, foi utilizada para avaliar o comportamento das plantas com relação à emissão de novos fluxos vegetativos, depois da aplicação dos tratamentos. Essas informações foram tomadas nos 16 ramos marcados na copa (quatro por quadrante). Foi anotado o número de aplicações de nitrato necessárias para a indução floral. O tempo até a floração, percentagem de ramos com panícula, comprimento da panícula e pegamento de frutos, programado para serem anotados nos ramos marcados, não foi feito porque as plantas não floresceram, apresentado somente fluxos vegetativos, que foram acompanhados durante o experimento. As datas de aplicação dos tratamentos, bem como da coleta de ramos para análise de  $GA_3$  estão descritas na Tabela 1.

Com relação à forma e intervalo de aplicação dos tratamentos, com base nos resultados obtidos no ensaio conduzido com mudas e em casa de vegetação, os tratamentos com o regulador vegetal ProCa foi pulverizado quatro vezes, com intervalo de 20

dias; o TrixE foi aplicado duas vezes, em intervalo de 45 dias; os tratamentos com o CCC foram pulverizados três vezes, em intervalos de 30 dias. O PBZ foi aplicado ao solo em uma única vez.

**Tabela 1.** Cronograma de aplicação dos tratamentos (reguladores vegetais) no experimento conduzido em campo com a cv. Tommy Atkins. Fazenda Frutavi, Petrolina- PE. 2006/07.

Atividades	Reguladores vegetais	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	
	PBZ	05/10				
Aplicação	ProCa	05/10	25/10	14/11	4/12	
	TrixE	05/10		20/11		
	CCC	05/10	6/11	4/12		
Coleta análise GA		1 <sup>a</sup> coleta	2 <sup>a</sup> coleta	3 <sup>a</sup> coleta	4 <sup>a</sup> coleta	5 <sup>a</sup> coleta
Indução com nitrato						19/01 (1 <sup>a</sup> )

Para as determinações de GA<sub>3</sub> foram feitas coletas da gema apical de ramos vegetativos, com aproximadamente dois centímetros, que incluía seis a sete folhas; foram coletadas 12 amostras em cada planta. A primeira coleta foi feita em quatro plantas do tratamento controle, no momento das aplicações dos tratamentos dos reguladores de parte do ramo. A segunda coleta foi feita nas quatro repetições (blocos) das plantas que receberam o ProCa (tratamentos 1 e 2), aos 20 dias depois da primeira e antes da segunda pulverização, como também nas plantas controle.

As amostras de plantas dos tratamentos que receberam CCC foram coletadas nas quatro repetições dos tratamentos 5 e 6, aos 30 dias depois da primeira e antes da segunda aplicação deste regulador vegetal, inclusive na planta controle. A quarta coleta foi realizada nas plantas das quatro repetições dos tratamentos 3 e 4, que receberam o TrixE, aos 45 dias depois da primeira e antes da segunda pulverização; neste momento também foram

coletadas amostras das plantas tratadas com PBZ e nas plantas controle. A quinta coleta foi feita em todos os tratamentos, no momento que antecedeu as pulverizações com nitrato de potássio e cálcio para quebra de dormência das gemas.

Para a quantificação de GA<sub>3</sub> pesou-se 1 grama de amostra de folhas da mangueira em um tubo de centrífuga de 15 mL e adicionou-se 8 mL de solução de extração (Água Milli-Q : Acetonitrila - 60:40). Essa mistura foi agitada vigorosamente em agitador de tubos durante 2 minutos. Após a homogeneização dessa mistura, levou-se o tubo para banho ultra-sônico durante 15 minutos. Essa amostra foi então, centrifugada durante 10 minutos a 4000 rpm e a solução foi filtrada para balão volumétrico de 10 mL, com seringa de 10 mL e filtro de 0,45µm. Em seguida, completou-se o volume com a solução de extração transferindo o extrato final para vial de 2 mL, que foi Injetado no LC-MS/MS - 1200L.

Os dados de temperatura máxima, mínima e média, umidade relativa do ar, precipitação, evapotranspiração e velocidade do vento nos dias das aplicações dos reguladores vegetais encontram-se na Tabela 2.

**Tabela 2.** Dados de temperatura, umidade relativa, precipitação, evapotranspiração (Eto) e velocidade do vento, registrados nos dias das aplicações dos reguladores vegetais em mangueiras ‘Tommy Atkins’. Fazenda Frutavi. Petrolina/ PE. 2006/2007.

Datas das aplicações	Temperatura (%)			Umidade relativa (%)	Precipitação (mm)	ETo (mm)	Velocidade do vento (m s <sup>-1</sup> )
	Máx	Min	Média				
<b>05/10</b>	33,05	21,93	27,10	53,47	0,00	6,73	3,57
<b>25/10</b>	32,90	22,07	26,41	57,58	0,00	6,11	3,30
<b>06/11</b>	33,61	22,69	27,48	51,73	0,00	5,87	2,25
<b>14/11</b>	32,12	20,66	26,34	54,91	0,00	6,35	2,93
<b>20/11</b>	33,44	22,70	27,21	58,90	0,00	5,93	2,13
<b>04/12</b>	34,29	21,29	27,73	46,96	0,00	7,80	3,24

As práticas culturais como irrigação, adubação, tratos fitossanitários e manejo da floração, foram àquelas utilizadas e preconizadas, para as condições semi-áridas brasileiras e descritas por Albuquerque et al. (1999). Os tratamentos fitossanitários constaram

de duas pulverizações com fungicidas, para prevenção de oídio (*Oidium mangiferae*) e antracnose (*Colletotrichum gloesporioides*),

O manejo da indução floral incluiu duas pulverizações com sulfato de magnésio a 2,5%, com intervalo de dez dias, que contribuem para regular as brotações vegetativas e, também, uma pulverização com o ethephon (300 mg L<sup>-1</sup>), que atua como indutor da diferenciação de gemas, práticas que foram realizadas antes das induções com nitrato de potássio (4,0%), realizadas em número de duas, e com o nitrato de cálcio (2,5%), aplicado em três pulverizações, seguindo manejo descrito por Albuquerque et al. (2002).

### **Experimento 3: Prohexadione-Ca, Etil-Trinexapac, Cloreto de Chlormequat e Paclobutrazol na floração e produção de mangueira cv. Kent (1ª safra)**

Tratamentos:

- 1- ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)
- 2- ProCa (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)
- 3- TrixE (1,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)
- 4- TrixE (2,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)
- 5- CCC (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)
- 6- CCC (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)
- 7- PBZ (4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)
- 8- Testemunha absoluta
- 9- PBZ (4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>) + ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)

O pomar da cv. Kent Atkins onde foi instalado o experimento tem idade de seis anos e espaçamento de 8 m entre linhas e 5 m entre plantas. O porta-enxerto utilizado foi o da mangueira ‘espada’.

A aplicação dos reguladores vegetais, via foliar e do PBZ no solo, foi feita após o terceiro fluxo vegetativo emitido depois da última poda de formação do pomar. Toda a metodologia de condução foi idêntica à utilizada com a cv. Tommy Atkins e já descrita anteriormente. As datas de aplicação dos tratamentos, bem como os procedimentos e datas de coleta para análise de GA nos ramos, estão descritas na Tabela 3.

**Tabela 3.** Cronograma de aplicação dos tratamentos (reguladores vegetais) no experimento conduzido em campo com a cv. Kent. Fazenda Andorinhas, Petrolina - PE. 2007.

<b>Atividades</b>	<b>Reguladores vegetais</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Março</b>	<b>Abril</b>
	PBZ	30/01			
<b>Aplicação</b>	ProCa	30/01	19/02	12/03	02/04
	TrixE	30/01		16/03	
	CCC	30/01		02/03	02/04
<b>Indução com nitrato</b>					23/04 (1 <sup>a</sup> )

<sup>w</sup> Coletas de ramos conforme metodologia já descrita no experimento anterior.

Os dados de temperatura máxima, mínima e média, umidade relativa do ar, precipitação, evapotranspiração e velocidade do vento nos dias das aplicações dos reguladores vegetais encontram-se na Tabela 4.

**Tabela 4.** Dados de temperatura, umidade relativa, precipitação, evapotranspiração (Eto) e velocidade do vento, registrados nos dias das aplicações dos reguladores vegetais em mangueiras 'Kent'. Fazenda Andorinhas. Petrolina/ PE. 2007.

<b>Datas das aplicações</b>	<b>Temperatura (°C)</b>			<b>Umidade relativa (%)</b>	<b>Precipitação (mm)</b>	<b>ETo (mm)</b>	<b>Velocidade do vento (m s<sup>-1</sup>)</b>
	<b>Máx</b>	<b>Min</b>	<b>Média</b>				
<b>30/01</b>	34,68	22,81	28,17	53,85	0,00	0,00	1,78
<b>19/02</b>	32,51	21,30	25,98	71,70	0,00	30,48	0,88
<b>02/03</b>	30,07	18,92	24,91	66,63	0,00	0,00	2,53
<b>12/03</b>	31,41	22,31	26,15	66,86	0,00	0,00	2,56
<b>16/03</b>	31,56	21,75	26,18	61,98	0,00	0,00	2,08
<b>02/04</b>	32,84	20,77	26,29	56,87	0,00	0,00	2,05



As práticas culturais como irrigação, adubação, tratos fitossanitários e manejo da floração, foram aquelas utilizadas e preconizadas, para as condições semi-áridas brasileiras e descritas por Albuquerque et al. (1999). Os tratamentos fitossanitários constaram de duas pulverizações com fungicidas, para prevenção de oídio (*Oidium mangiferae*) e antracnose (*Colletotrichum gloesporioides*).

A primeira pulverização com sulfato de potássio a 2,5% foi feita dois meses depois da aplicação do PBZ e do início dos tratamentos com os reguladores vegetais e repetida 10 dias depois. Foi feita uma pulverização com ethephon (300 mg L<sup>-1</sup>) quinze dias depois da segunda aplicação do sulfato de potássio. As induções florais com os nitratos foram semanais e iniciadas uma semana depois da aplicação do ethephon; Nas plantas do experimento foram feitas três pulverizações com o nitrato de potássio, nas doses de 5%, 4% e 3%, e duas com nitrato de cálcio, nas doses de 1,5% e 1,0%.

A colheita dos frutos foi feita conforme os critérios de maturação utilizados comercialmente, quando se objetiva a exportação. Os frutos apresentavam grau de maturação 2, baseado na coloração da popa e firmeza, conforme descrita em Emex (1998); os dados anotados em campo foram número e peso dos frutos (kg planta<sup>-1</sup>). Após a colheita, os frutos foram armazenados em câmara fria (10 ± 0,5°C) por 15 dias, quando foram transportados para condições ambientais (22,5 ± 0,5°C e 49 ± 5% UR) para as avaliações até os 26 dias.

A colheita dos tratamentos foi feita em três épocas distintas, de acordo com as diferentes épocas de floração e produção dos tratamentos e estão descritos na Tabela 5, onde também constam as datas de avaliação dos frutos durante o armazenamento, nas características qualitativas de pós-colheita descritas a seguir:

- perda de massa fresca;
- cor da casca e da polpa; obtidas em reflectômetro, analisando os atributos luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo de cor (°Hue);
- percentagem de cor vermelha na superfície total do fruto, através de escalas e notas;
- firmeza da polpa (N), com penetrômetro manual;
- teor de sólidos solúveis (SS, °Brix), através de leitura direta em refratômetro digital (AOAC, 1992);

-acidez titulável (AT % de ácido cítrico), por titulação de amostra com solução de NaOH 0,1 N (PREGNOLATTO; PREGNOLATTO, 1985);

-aparência: avaliada por meio de escala de notas de 4 a 0, conforme proposto por Lima et al. (2007), em que 4 = fruto isento de manchas e com aparência fresca; 3 = sinais de murcha inicial (perda de brilho e turgor) e/ou presença de manchas em até 5% da superfície do fruto; 2 = manchas em 6 a 20% da superfície e/ou enrugamento inicial; 1 = manchas em 21 a 40% do fruto e/ou avanço do enrugamento (intensidade moderada); 0 = manchas em mais de 40% da área do fruto e/ou enrugamento em intensidade severa e/ou podridão.

Os dados obtidos nas avaliações pós-colheita dos frutos foram submetidos à análise de variância e quando houve efeito significativo da interação, realizou-se o desdobramento dos tratamentos em cada tempo de armazenamento.

**Tabela 5.** Datas das colheitas e avaliações pós-colheita dos tratamentos com reguladores vegetais na mangueira 'Kent'. Fazenda Andorinhas, Petrolina, PE. 2007.

<b>Tratamento: (A)</b>	<b>Datas de colheita e avaliações pós-colheita</b>																	
	6/09	10/10	11/10	15/10	18/10	19/10	20/10	22/10	25/10	29/10	01/11	03/11	05/11	07/11	10/11	12/11	14/11	
<b>7 e 9</b>	1 <sup>a</sup> (C)	2 <sup>a</sup> (B)	3 <sup>a</sup> (B)	4 <sup>a</sup> (B)	5 <sup>a</sup> (B)	6 <sup>a</sup> (B)												
<b>1, 2, 5 e 6</b>									2 <sup>a</sup> (B)	3 <sup>a</sup> (B)	4 <sup>a</sup> (B)	5 <sup>a</sup> (B)	6 <sup>a</sup> (B)					
<b>3, 4, 8</b>														2 <sup>a</sup> (B)	3 <sup>a</sup> (B)	4 <sup>a</sup> (B)	5 <sup>a</sup> (B)	6 <sup>a</sup> (B)

(A) Tratamentos 1 e 2- Prohexadione-Ca (1,5 e 3,0 g i.a. planta-1); 3 e 4 - etil-trinexapac (1,0 e 2,0 g i.a. planta-1); 5 e 6- cloreto de chlormequat (1,5 e 3,0 g i.a. planta-1); 7- paclobutrazol (4,0 g i.a. planta-1); 8 - testemunha absoluta; 9- paclobutrazol mais prohexadione-Ca (1,5 g i.a. planta-1);

(B) As avaliações pós-colheita foram realizadas logo após a colheita e aos 15, 19, 22, 24 e 26 dias;

(C) Data de colheita dos tratamentos (1<sup>a</sup> avaliação pós-colheita).

**Experimento 4: Prohexadione-Ca, Etil-Trinexapac, Cloreto de Chlormequat e Paclobutrazol na floração de manga cv. Kent (2ª safra)**

Tratamentos

- 1- ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)
- 2- ProCa (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)
- 3- TrixE (1,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)
- 4- TrixE (2,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)
- 5- CCC (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)
- 6- CCC (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)
- 7- PBZ (4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)
- 8- Testemunha absoluta
- 9- PBZ (4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>) + ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)

A aplicação dos reguladores vegetais, foliar e do PBZ, foi feita após o primeiro fluxo vegetativo emitido depois da poda de limpeza, realizada após a colheita. Foi utilizada a mesma área experimental, ou seja, os tratamentos foram aplicados nas mesmas plantas do primeiro experimento conduzido com a cv. Kent. A instalação foi feita 60 dias depois de concluída a colheita. Toda a metodologia de condução foi idêntica à utilizada com as cultivares Tommy Atkins e Kent, já descrita anteriormente. As datas de aplicação dos tratamentos estão apresentadas na Tabela 6.

As práticas culturais como irrigação, adubação, tratamentos fitossanitários e manejo da floração foram àquelas utilizadas na produção de manga nas condições semi-áridas brasileiras e descritas por Albuquerque et al. (1999). A primeira pulverização com sulfato de potássio a 2,5% foi feita dois meses depois da aplicação do PBZ e do início dos tratamentos com os reguladores vegetais e repetida 10 dias depois. Foi feita uma pulverização com ethephon (300 mg L<sup>-1</sup>) quinze dias depois da segunda aplicação do sulfato de potássio.

**Tabela 6.** Cronograma de aplicação dos tratamentos (reguladores vegetais) no experimento conduzido em campo com a cv. Kent. Fazenda Andorinha. Petrolina, PE. 2007/2008.

Atividades	Reguladores vegetais	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Abril
Aplicação	PBZ	03/12			
	ProCa	03/12	21/12	11/01	31/01
	TrixE	03/12		17/01	
	CCC	03/12	03/01	01/02	
<b>Indução com nitrato</b>					23/04 (1ª)

As induções à brotação foram feitas semanalmente e iniciadas uma semana depois da aplicação do ethephon. O nitrato de potássio foi utilizado nas três primeiras pulverizações nas doses de 5, 4 e 3 % e o nitrato de cálcio nas duas seguintes, em doses de 1,5 e 1,0 %.

Os dados de temperatura máxima, mínima e média, umidade relativa do ar, precipitação, evapotranspiração e velocidade do vento nos dias das aplicações dos reguladores vegetais encontram-se na Tabela 7.

**Tabela 7.** Dados de temperatura, umidade relativa, precipitação, evapotranspiração (Eto) e velocidade do vento, registrados nos dias das aplicações dos reguladores vegetais em mangueiras 'Kent'. Fazenda Andorinhas. Petrolina/ PE. 2007/2008.

Datas das aplicações	Temperatura (%)			Umidade relativa (%)	Precipitação (mm)	ETo (mm)	Velocidade do vento ( $m s^{-1}$ )
	Máx	Min	Média				
03/12	34,72	23,07	28,12	47,90	0,00	10,06	2,06
21/12	35,61	23,75	29,65	44,26	0,00	11,12	1,63
03/01	33,00	21,40	26,10	50,00	0,00	7,42	2,57
11/01	35,50	21,80	27,90	48,00	0,00	8,86	1,69
17/01	34,50	24,80	28,40	53,00	0,00	5,84	2,39
31/01	29,00	21,60	24,80	79,00	13,20	10,06	1,45
01/02	28,50	21,00	24,10	79,00	27,00	11,12	2,08

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados e discussão estão apresentados como em Material e Métodos, na forma de experimentos 1, 2, 3 e 4, nos itens 6.1, 6.2, 6.3 e 6.4, respectivamente.

### **6.1. Prohexadione-Ca, Etil-Trinexapac, Cloreto de Clormequat e Paclobutrazol no crescimento de mudas de mangueira cv. Tommy Atkins**

Na Tabela 8, observa-se que os tratamentos com duas aplicações de CCC e os tratamentos com TrixE reduziram o comprimento do ramo principal em até 41% em relação ao controle. O CCC não impediu a emissão de novos fluxos vegetativos, tendo efeito só no encurtamento dos entrenós; as pulverizações com TrixE inibiram significativamente a emissão de novos fluxos vegetativos; uma ou duas pulverizações de TrixE reduziram significativamente também o número de folhas e a área foliar das mudas de mangueira Tommy Atkins. Maxson e Jones (2002) também encontraram reduções em ramos de macieira depois de 10 a 14 dias da pulverização com TrixE e a inibição continuou por mais 30 dias. Os autores concluíram que concentrações mais altas, na faixa de 1000 mg L<sup>-1</sup>, são as mais eficientes.

**Tabela 8.** Comprimento do ramo principal (cm), número total de folhas, área foliar (cm<sup>2</sup>) e número de fluxos no ramo principal em mudas de mangueira cv. Tommy Atkins, tratadas com reguladores vegetais. Petrolina, PE. 2005/06.

<b>Tratamentos</b>	<b>Ramo principal (cm)</b>	<b>Número total de folhas</b>	<b>Área foliar (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Fluxos no ramo principal</b>
<b>1- ProCa (2 pulverizações)<sup>w</sup></b>	108,6 a	189,6 ab <sup>y</sup>	10606,6 ab	4,4 a
<b>2- ProCa (1 pulverização)</b>	99,2 a	225,8 a	11703,2 a	3,8 ab
<b>3- TrixE (2 pulverizações)</b>	61,2 b	82,2 cd	5394,9 cd	2,2 c
<b>4- TrixE (1 pulverização)</b>	61,6 b	72,8 d	4632,9 d	2,6 bc
<b>5- CCC (2 pulverizações)</b>	68,8 b	103,6 cd	7923,3 bcd	4,2 a
<b>6- CCC (1 pulverização)</b>	84,6 ab	131,6 bcd	8743,3 abc	4,2 a
<b>7- Controle</b>	104,6 a	145,4 bc	9138,1 ab	4,0 a
<b>C. V. (%)</b>	15,1	25,1	19,9	16,5

<sup>w</sup> As pulverizações foram realizadas aos 30 dias do transplante das mudas. Os tratamentos que receberam, na primeira pulverização 0,5 g i.a. dos reguladores testados, receberam uma segunda pulverização, trinta dias depois, com a mesma dose (0,5 g i.a.), completando a dose de 1,0 g i.a. dos outros tratamentos.

<sup>y</sup> Média de cinco repetições, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si (Tukey  $P \leq 0,05$ ).

Com relação ao número de fluxos emitidos durante o tempo que durou o experimento, nove meses, observa-se na Tabela 8 que, enquanto as mudas dos tratamentos com as pulverizações de TrixE emitiram, em média 2,5 fluxos vegetativos, as mudas que

receberam o ProCa e CCC emitiram entre 3,8 e 4,4 fluxos, respectivamente. Este resultado pode ser consequência do tempo de atividade de cada um dos reguladores testados, dentro da planta, já que as avaliações de brotação realizadas durante o experimento mostraram que, aos 30 dias depois da primeira pulverização com os diferentes reguladores vegetais (28/11/2006), os tratamentos com ProCa já tinham emitido uma segunda brotação vegetativa, com comprimento médio de 10 cm. As plantas pulverizadas com CCC já apresentavam também início de novas brotações, mas os tratamentos com o TrixE mantinham os ramos (gemas) em repouso e as plantas do controle já apresentavam novo fluxo vegetativo totalmente expandido. Neste momento foi feita a segunda pulverização nas plantas dos tratamentos (1, 3 e 5) que tinham recebido a dose mais baixa de ProCa, CCC e TrixE (0,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>). Aos trinta dias desta segunda pulverização, as plantas do tratamento 1 (2 pulverizações de ProCa com 0,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>, repetido no intervalo de 30 dias) já tinham iniciado a emissão de nova brotação vegetativa (10 cm), mas as plantas do tratamento 2 (1 g i.a. planta<sup>-1</sup> ProCa, aplicados de uma única vez) já apresentavam fluxos expandidos. Nota-se nas observações feitas durante o experimento que, independente da concentração, o efeito em regular a brotação vegetativa da mangueira do ProCa durou entre 20 e 25 dias.

O tratamento 3, que recebeu o TrixE em uma única aplicação de 1,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>, apresentou brotações vegetativas aos 45 dias da pulverização; já quando a dose de TrixE foi dividida e uma segunda pulverização de 0,5 g i.a. planta<sup>-1</sup> foi feita depois de 30 dias, as brotações vegetativas só foram observadas também após 45 dias, ou 75 dias da primeira; estas observações permitem inferir sobre um período maior de atividade do TrixE em mudas de mangueira 'Tommy Atkins'. Os tratamentos com CCC, quando foram comparados com os dois reguladores mencionados anteriormente, somente apresentaram as primeiras brotações aos 30 dias da primeira, principalmente no tratamento que recebeu a dose mais baixa e que foi reaplicada (0,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>). No tratamento em que foi feita uma só pulverização de 1,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>, esta dose mais alta tornou as mudas mais vigorosas, sendo observado, também, mais brotações laterais.

Os tratamentos 2 e 6, que receberam a dose dos reguladores vegetais ProCa e CCC de uma única vez, apresentaram maior número de folhas e área foliar, mesmo não diferindo estatisticamente dos tratamentos que receberam a mesma dose, só que aplicado em dois momentos; neste caso, provavelmente, a reaplicação manteve os níveis de GA ativas



menores, inibindo a emissão de novas folhas, como também doses maiores de ProCa e CCC podem comprometer a eficiência destes reguladores vegetais. O efeito da dose mais alta do TrixE, que tem maior persistência nas plantas, foi reduzir o número de folhas e a área foliar quando comparado com o tratamento em que foram feitas duas aplicações, no intervalo de 30 dias.

Os tratamentos com ProCa apresentaram número de folhas superior ao obtido com o controle, mas significativamente apenas naquelas plantas que receberam o composto uma única vez (tratamento 2). Os tratamentos 3 e 4, com o TrixE aplicado em duas e em uma única vez, reduziram o número de folhas das mudas em 44 e 49% em relação ao controle, sendo que só o tratamento com TrixE numa única aplicação foi significativamente inferior ao controle. O modo de ação do TrixE envolve acúmulo de moléculas do ingrediente ativo na região do meristema intercalar, com subsequente inibição da biossíntese de GA e menor expansão da célula nas regiões da base e na bainha de folhas (KAUFMANN, 1986).

O CCC, nas duas formas de aplicação, reduziu o número de folhas das plantas, mas esta diferença não foi significativa, correspondendo a 29 e 9,5% dos valores obtidos com as plantas do controle, onde a aplicação em dois momentos, com intervalo de 30 dias, foi o mais eficiente em regular o crescimento.

Os reguladores vegetais, inibidores de síntese de giberelina quando aplicados em altas doses podem reduzir o número de folhas formadas. Deyton et al. (1991) mostraram que a resposta às aplicações de PBZ com relação ao número de folhas foi quadrática; o número de folhas formadas foi menor em dose de 1200 mg L<sup>-1</sup>, porém aumentou quando foram aplicadas doses entre 75 e 600 mg L<sup>-1</sup>.

O TrixE, aplicado em ou duas pulverizações, reduziu significativamente a área foliar das plantas tratadas, com valores entre 41 e 49% para os tratamentos 3 e 4, respectivamente; este resultado é devido possivelmente ao efeito na inibição de emissão de novas folhas. O ProCa incrementou a área foliar das plantas e o CCC reduziu, em relação as plantas controle, mas não de forma significativa.

Nota-se pela Tabela 9 que os tratamentos com o etil-trinexapac (TrixE) e cloreto de chlormequat (CCC), independente se aplicados uma ou duas vezes, reduziram significativamente a massa fresca das plantas; as plantas tratadas com estes reguladores vegetais tiveram sua massa reduzida, em média, para 70 e 44% em relação ao tratamento

controle. O ProCa incrementou a massa das plantas, em média, 9% em relação ao controle. Estas diferenças foram influenciadas tanto pela massa da parte aérea como das raízes. A análise mostrou que, mesmo não havendo diferença estatística, os tratamentos com o ProCa incrementaram a massa da parte aérea e reduziram a das raízes das plantas, quando comparado com o controle.

**Tabela 9.** Massa fresca total de raízes, parte aérea e total (g) em mudas de mangueira cv. Tommy Atkins, tratadas com reguladores vegetais. Petrolina, PE. 2005/ 2006.

Tratamentos	Massa fresca total de raízes (g)	Massa fresca total parte aérea (g)	Massa fresca total da planta (g)
<b>1- ProCa</b> (2 pulverizações <sup>w</sup> )	83,7 ab <sup>y</sup>	239,6 a	323,3 a
<b>2- ProCa</b> (1 pulverização)	82,7 ab	239,8 a	322,5 a
<b>3-TrixE</b> (2 pulverizações)	41,2 d	96,8 d e	138,0 c
<b>4-TrixE</b> (1 pulverização)	38,7 d	90,1 e	128,8 c
<b>5-CCC</b> (2 pulverizações)	66,0 bc	142,9 cd	208,9 b
<b>6-CCC</b> (1 pulverização)	56,4 cd	154,4 bc	210,8 b
<b>7-Controle</b>	92,7 a	203,4 ab	296,2 a
<b>C.V. (%)</b>	16,7	15,2	12,0

<sup>w</sup> As pulverizações foram realizadas aos 30 dias do transplante das mudas. Os tratamentos que receberam, na primeira pulverização, 0,5 g i.a. dos reguladores testados, receberam um segunda pulverização, trinta dias depois, com a mesma dose (0,5 g i.a.), completando a dose de 1,0 g i.a. dos outros tratamentos.

<sup>y</sup> Média de cinco repetições, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si (Tukey  $P \leq 0,05$ ).

A redução induzida pelo TrixE no peso das plantas foi maior do que o promovido pelo CCC (Tabela 9). Quando se avalia o efeito dos reguladores nos diferentes componentes da parte aérea, folhas, ramos e base do ramo, notam-se que as diferenças

observadas entre CCC e TrixE são devido à massa de folhas. Nas raízes observa-se que o TrixE reduziu o crescimento das raízes laterais, mas não o da raiz principal, quando comparado com os dados obtidos com o tratamento com CCC (Tabela 10).

O resultado na massa total das plantas, em todos os tratamentos, quando comparado com o controle, foi devido tanto ao efeito dos reguladores vegetais na brotação da parte aérea, como no crescimento das raízes.

Estas observações realizadas neste experimento com mudas, junto com os dados encontrados na bibliografia permitiram definir a metodologia a ser testada nos experimentos conduzidos em campo, como dose, intervalo e número de pulverizações necessárias para regular a brotação vegetativa, visando o manejo da floração da mangueira. Segundo Albuquerque et al. (2002), no Semi-Árido nordestino, com a indução floral ocorrendo sob condições de altas temperaturas, é necessário que as plantas sejam manejadas com ramos maduros, com no mínimo três meses de idade. Assim, para eficiência do ProCa em regular as brotações vegetativas por este período mínimo, seriam necessárias quatro pulverizações a cada 20 dias. O TrixE poderia ser aplicado a cada 45 dias, sendo necessárias duas pulverizações apenas até os ramos alcançarem os três meses de idade sem brotação. Para regular a brotação vegetativa da mangueira e considerando o período de eficiência do CCC, resultado do trabalho com mudas, foi definido que seriam necessárias três pulverizações a cada 30 dias, o que permitiria manter a planta sem emissão de fluxos novos também por 90 dias.

As mudas foram mantidas depois da segunda pulverização por mais 90 dias, quando foram colhidas. Observou-se que depois do período considerado de eficiência dos reguladores vegetais, novas brotações surgiram nos tratamentos que receberam ProCa e CCC. Entretanto, as mudas dos tratamentos que receberam TrixE não voltaram a emitir novas brotações vegetativas; nas folhas dos tratamentos que receberam este regulador vegetal foram observados, neste experimento, os maiores danos com sintomas de queima, independente da dose aplicada na pulverização (0,5 ou 1,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>), já que os sintomas estavam, principalmente, associados à presença de folhas imaturas no momento da pulverização.

**Tabela 10.** Massa fresca de folhas, ramos, base do ramo, raiz principal e raízes (em g) em mudas de mangueira cv. Tommy Atkins, tratadas com reguladores vegetais. Petrolina, PE. 2005/2006.

Tratamentos	Folhas (g)	Ramos (g)	Base do ramo (g)	Raiz principal (g)	Raízes (g)
<b>1- ProCa (2 pulverizações)</b>	139,8 ab <sup>y</sup>	73,1 a	26,7 a	44,6 a	39,1 ab
<b>2- ProCa (1 pulverização<sup>w</sup>)</b>	151,6 a	63,5 a	24,7 a	42,8 a	39,8 ab
<b>3-TrixE (2 pulverizações)</b>	67,8 c	16,2 b	12,8 b	23,3 b	17,9 c
<b>4-TrixE (1 pulverização)</b>	62,3 c	13,8 b	14,1 b	23,2 b	15,5 c
<b>5- CCC (2 pulverizações)</b>	108,7 b	19,3 b	14,8 b	32,5 b	33,5 ab
<b>6- CCC (1 pulverização)</b>	115,7 ab	24,7 b	14,4 b	30,2 b	26,2 bc
<b>7- Controle</b>	117,9 ab	61,5 a	24,1 a	47,5 a	45,3 a
<b>C.V. (%)</b>	16,6	25,1	18,6	14,2	24,7

<sup>w</sup>As pulverizações dos reguladores vegetais foram realizadas aos 30 dias do transplante das mudas. Os tratamentos que receberam, na primeira pulverização, 0,5 g i.a. dos reguladores testados, receberam uma segunda pulverização, trinta dias depois, com a mesma dose (0,5 g i.a.), completando a dose de 1,0 g ia dos outros tratamentos.

<sup>y</sup> Média de cinco repetições, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si (Tukey  $P \leq 0,05$ ).

Na cultura do morango, o ProCa reduziu a altura de planta, área foliar e número de folhas. Este efeito inibidor do ProCa diminuiu com o tempo e as diferenças na altura entre as plantas tratadas e as do controle gradualmente decresceram. Entretanto, aos 42 dias, as plantas tratadas ainda estavam 15 a 30% menores que o controle, mas não diferiam em massa seca. A massa das raízes e das folhas foi maior nas plantas do controle aos 28 dias do experimento, mas esta diferença não existiu depois de 42 dias. A massa das folhas não foi afetada pelo tratamento até os 42 dias, quando foi constatado que a massa das raízes das plantas tratadas era significativamente maior que o das plantas controle. Como resultado, a

massa das plantas no final do experimento era igual, independente do tratamento. Com o desenvolvimento das plantas, houve maior alocação progressiva para as raízes e menor para a parte aérea. A percentagem de alocação para os tecidos das raízes, ramos e folhas foi diferente entre as plantas tratadas e a do controle (REEKIE et al., 2005).

O ProCa aumenta a relação raiz/parte aérea em plantas de morango (REEKIE et al., 2003) e, este aumento, é devido a redução proporcional na massa seca da parte aérea e um incremento na massa seca das raízes. O PBZ também aumenta a fotossíntese total em plantas de morango com 12 dias (DEYTON et al., 1991). A maior taxa fotossintética devido ao ProCa foi acompanhada pelo aumento na unidade de área foliar e massa seca de planta.

Na macieira, sob condições de campo, uma marcante redução na altura da planta, em torno de 50%, não foi acompanhada pela redução no número de folhas. A massa das plantas pode ser reduzida pelo ProCa dependendo de quando as plantas são tratadas. Na macieira, o ProCa decresceu a área foliar específica (GUAK et al., 2001) e as plantas tratadas exibiram a mais alta taxa fotossintética e incremento de 50% na absorção de CO<sub>2</sub> (SABATINI et al., 2003).

## **6.2 Prohexadione-Ca, Etil-Trinexapac, Cloreto de Chlormequat e Paclobutrazol na floração de mangueira cv. Tommy Atkins**

As avaliações de brotação vegetativa foram iniciadas aos 15 dias do início do experimento, nos 16 ramos marcados em cada uma das plantas, conforme descrito no item material e métodos. Na primeira avaliação os resultados mostraram muita irregularidade na resposta das plantas aos diferentes tratamentos, conforme Tabela 11. Quase todos os tratamentos apresentaram pelo menos uma planta (repetição) com 100% de brotação e outras com nenhuma brotação.

As mangueiras tendem a vegetar e a florescer de forma irregular quando sob condições de temperaturas elevadas (maiores que 30/25°C, dia/ noite) e alta umidade relativa do ar (WHILEY, 1993). Para os tratamentos com os reguladores vegetais aplicados via foliar, este resultado pode ser associado às condições climáticas apresentadas na Figura 2 do apêndice, onde se observam no período temperaturas máximas superiores a 30°C, consideradas adequadas ao estímulo às brotações vegetativas, enquanto máximas de 28°C

(dia) e 18°C (noite), observadas com mais frequência, na região, somente entre maio e agosto promovem intensa floração (LIMA FILHO et al., 2002).

**Tabela 11.** Percentagem de brotação do primeiro fluxo vegetativo emitido depois da aplicação dos tratamentos com reguladores vegetais. Fazenda Frutavi. Petrolina, PE. 2006.

Tratamentos	Brotações vegetativas <sup>w</sup>			
<b>1- ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	100	37,5	100	12,5
<b>2- ProCa (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	25	18,75	100	0
<b>3-TrixE (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	12,5	87,5	0	0
<b>4-TrixE (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	6,25	0	0	0
<b>5-CCC (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	6,25	25	100	18,75
<b>6-CCC (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	12,5	12,5	0	0
<b>7-PBZ (4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	100	0	87,5	0
<b>8-Testemunha absoluta</b>	93,75	6,25	0	93,75
<b>9-PBZ (4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>) + ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	31,25	0	100	100

<sup>w</sup> Percentagem de emissão de brotação vegetativa nas quatro plantas de cada tratamento. Média de 16 ramos marcados.

No tratamento com PBZ, onde duas das quatro plantas apresentaram 100 e 87,5%, de brotação vegetativa, além do efeito da temperatura, que pode comprometer a eficiência do produto, deve ser lembrado que a avaliação feita apenas 15 dias após a aplicação no solo, não permitiu tempo para a presença e efeito nos ápices dos ramos. Singh (2001) reporta que a quantidade máxima de PBZ nos ramos foi detectada depois de 30 dias da aplicação no solo; o tempo para a translocação do produto é também dependente do fluxo de transpiração.

O TrixE, na dose de 3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup> foi o que inibiu a brotação dos ramos de forma mais eficiente e regular; na primeira avaliação, só um ramo, dos 16 marcados em quatro plantas, apresentou brotação vegetativa. A pulverização deste produto foi o que mais danificou a folhagem da mangueira, com intensidade proporcional a dose. No período em que o trabalho foi conduzido, além das temperaturas altas já mencionadas, a umidade relativa esteve entre 50 e 60% (Figura 2 do apêndice), o que pode ter agravado os danos foliares. Estes sintomas de queima estiveram presentes tanto no experimento conduzido em campo como na casa de vegetação, onde por problemas de estrutura da mesma, a temperatura máxima diária ficou acima de 35°C (Figura 1 do apêndice). Pannacci et al. (2004) não encontraram qualquer tipo de injúria em gramíneas tratadas com o TrixE.

Na segunda avaliação feita 30 dias depois do início do experimento, a percentagem de ramos também foi muito heterogênea, não se observando tendência do efeito de algum tratamento. Observa-se que só o controle apresentou duas plantas com novas brotações vegetativas. Nos tratamentos com PBZ, aplicado isolado e junto com a pulverização do ProCa, não foi observada brotação vegetativa em nenhuma das plantas (Tabela 12). Estas observações podem ser associadas a fenologia da mangueira. Segundo Davenport e Nuñez-Elisea (1997), os períodos de dormência que antecedem o desenvolvimento da gema são curtos nas plantas jovens, podendo ocorrer até três ou quatro vezes ao ano, dependendo da cultivar, idade da árvore e condições de crescimento.

**Tabela 12.** Percentagem de brotação do segundo fluxo vegetativo emitido depois da aplicação dos tratamentos com reguladores vegetais. Fazenda Frutavi. Petrolina, PE. 2006.

Tratamentos	Brotações vegetativas <sup>w</sup>			
<b>1-ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	37,5	0	0	0
<b>2-ProCa (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	0	0	0	0
<b>3-TrixE (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	0	12,5	0	0
<b>4-TrixE (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	0	0	0	0
<b>5-CCC (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	0	0	0	0
<b>6-CCC (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	0	0	0	0
<b>7-PBZ (4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	0	0	0	0
<b>8-Testemunha absoluta</b>	12,5	0	0	37,5
<b>9-PBZ (4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>) + ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	0	0	0	0

<sup>w</sup> Percentagem de emissão de brotação vegetativa nas quatro plantas de cada tratamento. Média de 16 ramos marcados.

A primeira brotação vegetativa ocorrida depois da aplicação dos tratamentos foi avaliada visando observar o efeito dos reguladores vegetais no crescimento dos ramos. Os tratamentos com o ProCa, mesmo não diferindo estatisticamente do controle, reduziram o primeiro fluxo vegetativo em 5,3% e 13,3%, respectivamente, nas duas doses testadas, 1,5 e 3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>. Os tratamentos com o TrixE e o CCC, independente das doses utilizadas reduziram significativamente o comprimento dos ramos, em relação ao controle. A dose de 3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup> dos dois reguladores vegetais promoveu encurtamento de ramo semelhante ao PBZ e que correspondeu a 30,2; 31 e 27,2%, para o TrixE, CCC e PBZ, respectivamente, quando comparado com o controle (Tabela 13).



**Tabela 13.** Comprimento do primeiro ramo, número de fluxos emitidos durante experimento e comprimento do fluxo emitido seis meses após aplicação dos tratamentos com reguladores vegetais, na mangueira cv. Tommy Atkins. Fazenda Frutavi, Petrolina, PE. 2006.

<b>Tratamentos</b>	<b>Comprimento primeiro ramo (cm)</b>	<b>Número de fluxos<sup>w</sup></b>	<b>Comprimento ramo<sup>z</sup> (cm)</b>
<b>1-ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	24,90 ab <sup>y</sup>	1,50 ab	25,17 a
<b>2-ProCa (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	22,80 a b c	1,25 abc	22,80 a
<b>3-TrixE (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	20,50 bc	0,75 c	20,20 a
<b>4-TrixE (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	18,35 c	0,25 c	19,70 a
<b>5-CCC (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	20,27 bc	2,25 a	20,69 a
<b>6-CCC (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	18,16 c	1,00 ab	17,67 a
<b>7-PBZ (4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	19,16 c	0,50 c	20,64 a
<b>8-Testemunha absoluta</b>	26,31 a	1,50 ab	25,60 a
<b>9-PBZ (4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>) + ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	21,95 abc	1,00 ab	24,66 a
<b>C.V. (%)</b>	12,2	13,9	16,7

<sup>w</sup> Dados transformados em  $\sqrt{x+1}$ . Para apresentação na tabela, utilizou-se dos dados obtidos com a operação inversa.

<sup>y</sup> Média de quatro repetições, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si (Tukey  $P \leq 0,05$ ).

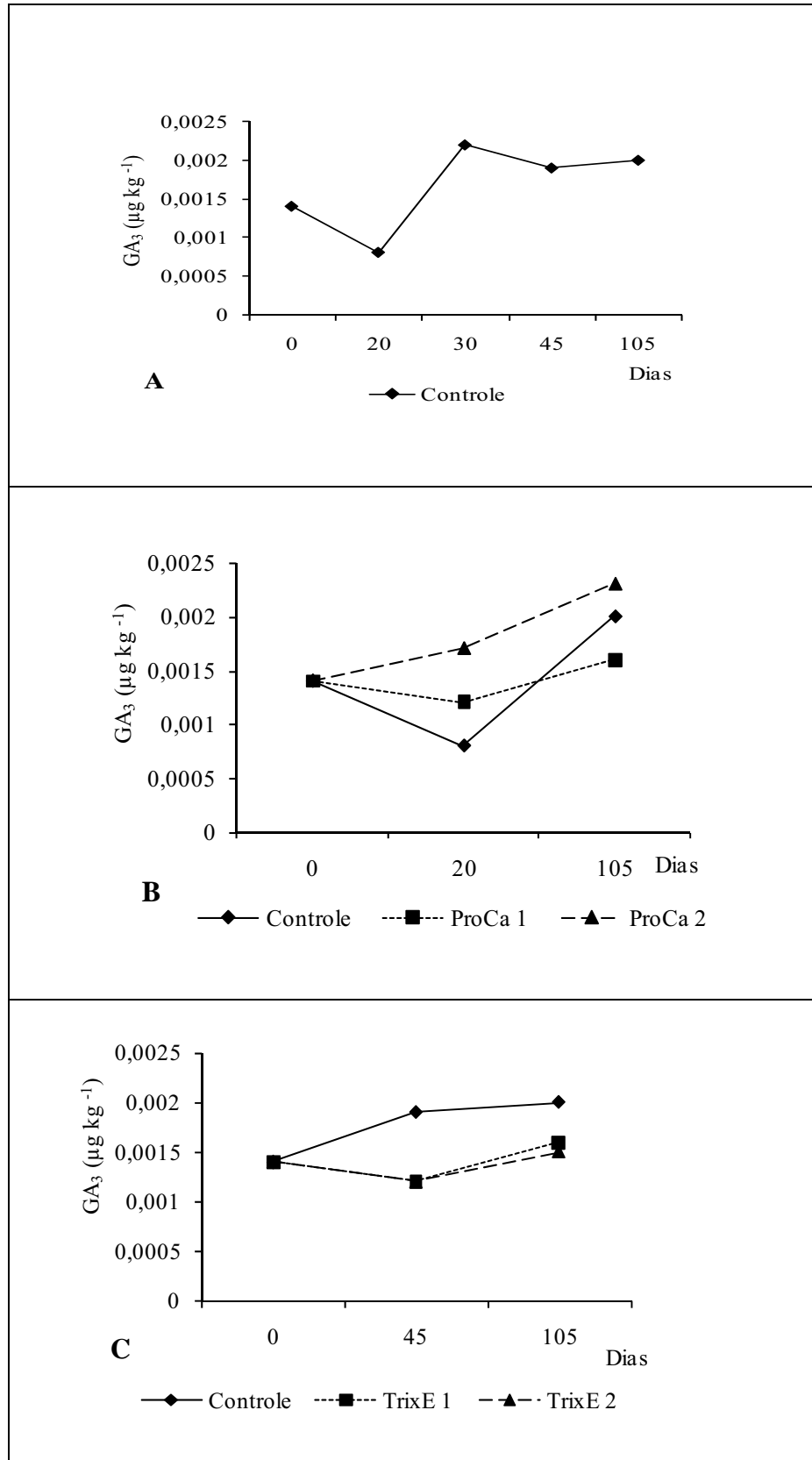
<sup>z</sup> Ramo emitido após seis meses do início dos tratamentos.

O ProCa foi eficiente em reduzir o tamanho dos entrenós em macieiras (COSTA et al., 2004a; BASAK, 2004) e pereiras, onde o efeito foi mais rápido do que nas aplicações com CCC e PBZ (EMBREE et al., 1987; ASIN et al., 2005; DECKERS et al., 2005; ASIN e VILARDELL, 2006).

O CCC, mesmo tendo reduzido com eficiência o comprimento do primeiro ramo vegetativo, não promoveu o mesmo efeito na emissão de novos fluxos durante o período avaliado, 90 dias após o início do experimento (primeira aplicação dos reguladores vegetais). Somente os tratamentos com as duas doses de TrixE e PBZ inibiram significativamente as novas brotações vegetativas, quando comparado com o controle (Tabela 13). Considerando o objetivo do trabalho de regular o crescimento vegetativo de forma a ter ramos maduros que possam ser estimulados a florescer, o CCC e o ProCa, mesmo interferindo no comprimento dos fluxos, não foram eficientes em regular as brotações.

Após seis meses da primeira aplicação dos reguladores vegetais e três meses da última pulverização, não se observava diferença significativa no comprimento dos ramos emitidos (Tabela 13). Entretanto, os tratamentos que receberam as doses mais altas do CCC e do TrixE (3,0 g i.a.planta<sup>-1</sup>) reduziram o comprimento do ramo em 30,1 e 23,0%, respectivamente. O CCC e o TrixE compactaram os ramos vegetativos com mais intensidade que o PBZ aplicado via solo.

Na Figura 1 estão apresentados os gráficos referentes à quantificação do GA<sub>3</sub> nas amostras coletadas em ramos (ápice com seis a sete folhas), durante o experimento. Os dados da Figura 1A mostram os níveis de GA<sub>3</sub>, na planta controle, em cinco momentos. Até os 20 primeiros dias, os níveis de GA<sub>3</sub>, nos ramos da planta controle decresceram 43%, e na terceira avaliação apresentou o maior incremento, aos 30 dias, 57% em relação ao início das avaliações, mantendo-se em níveis elevados até o final do período das coletas, que duraram 105 dias. Tongumpai et al. (1991), avaliando concentrações de GA em ápices de mangueira, encontraram que o nível de GA aumentou durante seis semanas antes da emergência dos brotos vegetativos. Nas plantas que não floresceram foi observada relação entre o crescimento vegetativo e a presença de GAs nos brotos terminais. Nas árvores que floresceram, o conteúdo de GAs decresceu até não ser detectado no momento que antecedeu a emissão de panículas.



**Figura 1.** Teor de GA<sub>3</sub> em folhas de mangueiras ‘Tommy Atkins’: A- Controle; B- ProCa 1 e 2 (1,5 e 3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>); C- TrixE 1 e 2 (1,5 e 3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>). Petrolina, PE. 2007.

Os níveis GA<sub>3</sub> aumentaram com a idade das gemas, mas não variou significativamente nas folhas e foram maiores em ramos em fase de expansão da cv. Tommy Atkins (DAVENPORT et al., 2001).

A Figura 1B mostra o conteúdo de GA nos ramos das plantas tratadas com ProCa e compara com os do controle. Os tratamentos com ProCa receberam quatro pulverizações a cada 20 dias, até a indução. A segunda coleta foi feita exatamente depois de 20 dias da primeira pulverização e antes da segunda; o tratamento que recebeu a pulverização com a dose mais baixa de ProCa (1,5g i.a. planta<sup>-1</sup>) teve a concentração de GA reduzida, mas de forma muito discreta, apenas 14% com relação ao início das avaliações, e inferior as reduções observadas no controle. As determinações de GA feitas em diversas culturas, inclusive o tomateiro, mostram que o efeito do ProCa em reduzir os níveis de GA são significativos até seis dias depois da aplicação, sendo notado incremento a partir daí tanto no conteúdo de GA, como na recuperação do crescimento vegetativo (RAMIREZ et al., 2005).

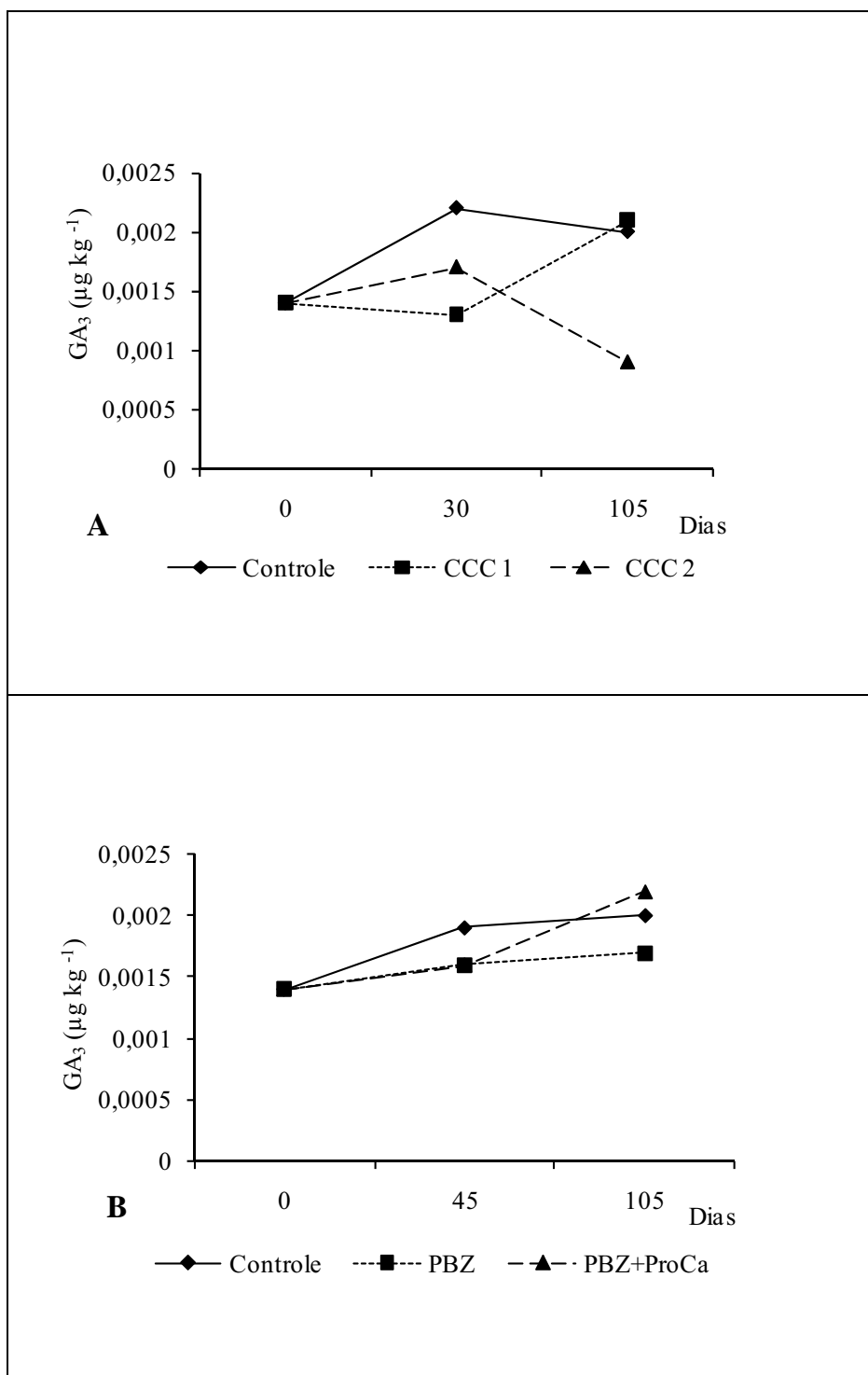
Na terceira coleta para determinação de GA, realizada aos 105 dias do início do trabalho e 45 dias depois da quarta pulverização com ProCa, os níveis de GA estavam mais altos, mas o tratamento que recebeu a dose mais baixa de ProCa apresentou nível mais baixo que o controle; a dose mais alta de ProCa, diferente do que se esperava, não inibiu com mais eficiência a síntese de GA nas plantas (Figura 1B). A dose de 250 mg L<sup>-1</sup> de ProCa aplicada no início da brotação apical (5 cm) causou redução na atividade da GA nos ápices de ramos de macieira entre 3 e 17 dias depois da aplicação, que foi significativamente menor entre 3 e 4 dias. O nível de GA nas plantas tratadas foi restaurado 24 dias após a aplicação do regulador vegetal; neste momento, os níveis de GA nos tecidos apicais foi maior que nas plantas controle e esta diferença persistiu até 52 dias depois da aplicação do ProCa (BASAK; RADEMACHER, 2000).

Os tratamentos com o TrixE reduziram os níveis de GA nas plantas, na avaliação aos 45 dias da primeira pulverização, mesmo que de forma discreta. Nesta segunda avaliação, os níveis de GA nas plantas tratadas com TrixE, nas duas doses, foram menores em 37% que os observados no controle. Na terceira avaliação, aos 105 dias do início do trabalho e aos 60 dias da segunda e última pulverização com o TrixE, as concentrações de GA ainda estavam 25% menores que nas plantas do controle, independente da dose do regulador vegetal utilizado. Os níveis de GA mantidos baixos durante o período em que o experimento foi

conduzido podem explicar os resultados obtidos com a maior eficiência observada com relação à emissão de fluxos vegetativos nas plantas que receberam o TrixE (Figura 1C).

Na Figura 2 (A e B) estão apresentados os dados referentes às análises de GA nas plantas tratadas com CCC e PBZ. O CCC mostrou-se eficiente em reduzir os níveis de GA nos ramos tratadas; assim na segunda avaliação, aos 30 dias da pulverização com CCC, a dose mais baixa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>) apresentou concentração 41% menor que nas plantas controle (Figura 2A). A dose mais alta de CCC (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>) também reduziu os teores de GA nos ramos quando comparado com o controle, mas não com a mesma eficiência que a dose mais baixa. As plantas tratadas com PBZ e PBZ mais ProCa, apresentaram níveis crescentes de GA nos ramos amostrados, durante as avaliações, aos 45 e 105 dias após o início dos tratamentos, mas os níveis de GA detectados foram discretamente menores que os observados aos 45 dias nos ramos da planta controle (Figura 2B). O efeito que se esperava do ProCa em reduzir os níveis iniciais de GA na planta não pôde ser observado, já que a coleta para quantificação de GA só foi feita aos 45 dias da pulverização com o ProCa.

Poucos dados mostram de fato que a concentração de GAs é menor em gemas terminais tratadas com PBZ. Singh (2001) reporta que em experimento com mangueira, os níveis de GA decresceram durante 120 dias depois do tratamento com o PBZ, de forma discreta, e os níveis mantiveram-se baixos durante a fase de diferenciação da gema e primeiros estádios de emergência da panícula; durante o período, aproximadamente 120 dias, as plantas do controle apresentaram níveis progressivos de GA nos ápices dos ramos. No entanto, Naphron et al. (2004) encontraram decréscimos na concentração de GA, em gemas de mangueira tratadas com PBZ somente nas primeiras três semanas depois da indução, a partir deste momento os níveis deste hormônio excederam os das plantas não tratadas com PBZ.



**Figura 2.** Teor de GA<sub>3</sub> em folhas de mangueiras Tommy Atkins: A - CCC 1 e 2 (1,5 e 3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>); B - PBZ e PBZ+ ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>). Petrolina, PE. 2007.

### **6.3 Prohexadione-Ca, Etil-Trinexapac, Cloreto de Chlormequat e Paclobutrazol na floração e produção de mangueira cv. Kent (primeira safra)**

#### **6.3.1 Avaliações no crescimento vegetativo e florescimento**

A aplicação dos tratamentos no experimento foi feita no pomar da cv. Kent, em primeiro ano de produção, depois das podas de condução e da emissão do terceiro fluxo vegetativo. O PBZ e a primeira pulverização com o ProCa, TrixE e CCC foi feita no final do mês de janeiro (30/01/2007); na data, a temperatura registrada foi de 36°C (dia) e 25°C (noite), conforme a Tabela 4. Durante os 60 dias em que foram realizadas as pulverizações com os reguladores vegetais testados no trabalho, como também nos 45 dias que se seguiram até o início das induções com o nitrato de potássio e de cálcio, conforme metodologia apresentada em material e métodos, as temperaturas diárias mantiveram-se acima de 32°C (dia) e 23°C (noite), condição favorável à emissão de brotação vegetativa. No entanto, nenhum fluxo vegetativo foi observado durante o período, nem mesmo nas plantas do controle.

A condição de reserva do ramo na planta, que já possuía três fluxos vegetativos depois da poda (alta C/N) antes do início do manejo da floração, possivelmente favoreceu o repouso dos ramos, mesmo em condições climáticas favoráveis a vegetação e à característica da 'Kent', considerada uma cultivar vigorosa (PINTO et al., 2002).

Depois de três induções com nitrato de potássio, intercaladas com duas de cálcio, é que foram observadas as primeiras brotações. As brotações vegetativas que ocorreram não seguiram nenhuma tendência, pois como se pode observar na Tabela 14, plantas do tratamento testemunha e plantas tratadas com PBZ não apresentaram fluxo novo em nenhum dos 16 ramos avaliados nas quatro plantas de cada tratamento.

As plantas dos tratamentos 7 e 9, que receberam PBZ e PBZ mais ProCa foram as primeiras a florescerem (aos 120 dias da aplicação do PBZ). As plantas dos tratamentos 1, 2, 5 e 6 que receberam ProCa (duas concentrações) e o CCC (duas concentrações), só floresceram 15 dias depois que os tratamentos com o PBZ, e aos 135 dias do início do experimento.

O tratamento com o TrixE, independente da concentração, não alterou a data de florescimento da mangueira, em relação as plantas do controle. Assim, os tratamentos com PBZ anteciparam a floração da mangueira cv. Kent em 25 dias e os

reguladores vegetais ProCa e CCC, nas condições em que o experimento foi conduzido, promoveram florescimento 15 dias antes do controle. Não foi observada diferença com relação à antecipação da floração entre as doses de ProCa e CCC testadas.

**Tabela 14.** Percentagem de brotação do fluxo vegetativo emitido depois das induções (com nitrato de potássio e nitrato de cálcio) em mangueiras ‘Kent’. Fazenda Andorinhas. Petrolina, PE. 2007.

Tratamentos	Brotações vegetativas <sup>w</sup>			
<b>1-ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	37,5	0	0	0
<b>2-ProCa (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	6,25	6,25	0	0
<b>3-TrixE (1,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	0	0	0	0
<b>4-TrixE (2,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	0	0	31,3	0
<b>5-CCC (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	12,25	0	0	0
<b>6-CCC (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	6,25	18,75	0	0
<b>7-PBZ (4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	0	0	0	0
<b>8-Testemunha absoluta</b>	0	0	0	0
<b>9-PBZ (4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>) + ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	18,75	0	0	0

<sup>w</sup> Percentagem de emissão de brotação vegetativa nas quatro plantas de cada tratamento. Média de 16 ramos marcados.

Para o cálculo da percentagem de floração foi anotado o número dos ramos que apresentaram panículas nos 16 marcados em cada uma das quatro plantas (repetições) dos tratamentos. Os dados de percentagem de floração foram transformados em  $\text{arc-sen } \sqrt{x+1/100}$ . A análise estatística mostrou diferença apenas entre os tratamentos com PBZ, isolado e combinado com o ProCa, e o tratamento com o TrixE na dose mais alta. No



entanto, devido à grande variação no florescimento da mangueira, notáveis diferenças foram observadas em plantas dos tratamentos com o TrixE, que apresentaram os índices mais baixos de floração, com pouco mais de 26 e 9%, para as doses de 1,0 e 2,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>, respectivamente; nas plantas tratadas com PBZ foram encontradas as maiores percentagens de floração, acima dos 70% dos ramos marcados com panículas; nas plantas do controle, este valor ficou abaixo de 50% (Tabela 15). As plantas do tratamento com o TrixE, principalmente as que receberam a maior dose (2,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>) mantiveram os ramos dormentes, com a gema intumescida, mas sem emissão de qualquer tipo de brotação, vegetativa ou floral.

Cultivares de mangueira florescem irregularmente nos ambientes tropicais de baixa latitude, onde ocorrem períodos de temperaturas acima de 25°C e alta umidade atmosférica e no solo. Sob tais condições, a idade dos brotos na época de iniciação torna-se fator dominante para determinar o destino dos brotos (DAVENPORT; NUÑEZ-ELISEA, 1997).

Com relação ao efeito dos reguladores vegetais no comprimento das panículas, o tratamento com a dose mais alta do TrixE reduziu significativamente as panículas em 46,4% quando comparado ao controle. O PBZ, que quando utilizado em doses altas, necessárias no manejo da produção na entressafra, tende a compactar as panículas (MOUCO; ALBUQUERQUE, 2005), reduziu o comprimento das panículas das plantas tratadas em 33%, em relação ao controle.

### **6.3.2 Avaliações na produção de frutos**

A colheita dos frutos, em função da época de floração e maturação dos frutos, foi realizada em três épocas distintas; a colheita dos frutos dos tratamentos 7 (PBZ) e 9 (PBZ+ProCa) foi realizada aos 250 dias depois da aplicação do PBZ, e 25 dias antes que as plantas do controle e as tratadas com as duas doses do TrixE. Os tratamentos com o ProCa e CCC, nas duas doses testadas anteciparam a colheita em 10 dias com relação ao controle e aos tratamentos com o TrixE, que não alterou o período de produção nas plantas, conforme é apresentada na Tabela 5 (pág.38).

**Tabela 15.** Percentagem de floração e comprimento de panícula de mangueiras ‘Kent’, submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais. Fazenda Andorinhas, Petrolina, PE. 2007.

<b>Tratamentos</b>	<b>Floração<sup>w</sup> (%)</b>	<b>Comprimento de panícula (cm)</b>
<b>1-ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	46,87 ab	39,45 ab <sup>y</sup>
<b>2-ProCa (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	53,12 ab	36,35 ab
<b>3-TrixE (1,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	26,56 ab	31,80 ab
<b>4-TrixE (2,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	9,38 b	27,06 b
<b>5-CCC (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	39,06 ab	28,85 ab
<b>6-CCC (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	50,50 ab	35,37 ab
<b>7-PBZ (4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	74,94 a	33,91 ab
<b>8-Testemunha absoluta</b>	48,44 ab	50,54 a
<b>9-PBZ (4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>) + ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	70,31 a	36,30 ab
<b>C.V. (%)</b>	30,9	25,7

<sup>w</sup> Dados transformados em  $\text{arc-sen } \sqrt{x+1/100}$ . Para apresentação na tabela, utilizou-se dos dados obtidos com a operação inversa.

<sup>y</sup> Média de quatro repetições, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si (Duncan  $P \leq 0,05$ ).

As avaliações de massa e número de frutos por planta são apresentadas na Tabela 16. A cv. Kent tem como característica frutos com peso médio entre 600 e 650g (PINTO et al., 2002). A análise estatística não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. No entanto, as pulverizações com o ProCa e o CCC, nas maiores

concentrações (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>) incrementaram o peso de fruto em 15,7% e 10,8% quando comparado com a testemunha.

Segundo Petri e Leite (2005), o ProCa não afetou a massa fresca dos frutos em duas cultivares de macieira, em três anos de experimento, sendo observada uma tendência de aumento, a cada ano, no número de gemas florais, sem incremento na produção de frutos. Já Greene (2008) aplicando ProCa em anos seguidos confirmou o efeito na fixação e tamanho de frutos da macieira, como também na floração no ciclo seguinte, nas doses maiores que 125 mg L<sup>-1</sup>. Os aumentos na fixação de frutos são atribuídos, principalmente, a redução na abscisão durante o pegamento. As aplicações de doses mais baixas de ProCa, 42 mg L<sup>-1</sup>, foram mais efetivas no controle do crescimento vegetativo, já as altas doses trazem o risco de aumentar a fixação e reduzir a massa dos frutos, além de comprometer a floração do ciclo seguinte.

Os resultados apresentados na Tabela 16 mostram que os tratamentos com PBZ promoveram as maiores produções por planta, sem diferirem significativamente dos tratamentos com ProCa, independente da concentração, e com CCC, na dose de 1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>. O PBZ, além de inibir a síntese de etileno, aumenta a relação de flores hermafroditas em panículas de mangueira e inibe a síntese de etileno, o que resulta em maior número de frutos retidos por planta (SINGH, 2001).

Segundo Rademacher et al. (2006), o efeito do ProCa em fruteiras e outros cultivos, reduzindo a abscisão de frutos, pode ser explicado pela redução na formação de etileno pelas plantas, pela inibição da ACC oxidase. A menor demanda de assimilados pela redução na formação de ramos vegetativos pode resultar na maior fixação de frutos (BASAK, 2004).

Rademacher (2004) já havia associado o significativo incremento da produção de maçã, ao efeito do ProCa em reduzir a biossíntese do etileno endógeno e a menor competição com os assimilados, pela inibição do número de ramos vegetativos. 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 ProCa (SRIVASTAVA, 2002). Neste caso, mais assimilados são destinados à fixação de frutos.

Rademacher e Kober (2003) trabalhando com ProCa 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. Basak e Krzewinska (2006) só encontraram efeito na fixação de frutos por planta no segundo ano de aplicação do ProCa em macieiras.

**Tabela 16.** Massa e número de frutos por planta de mangueiras ‘Kent’ submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais. Fazenda Andorinhas, Petrolina, PE. 2007.

<b>Tratamentos</b>	<b>Massa de fruto (g)</b>	<b>Número de frutos (planta<sup>-1</sup>)</b>
<b>1-ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	601,69 a <sup>w</sup>	60,75 abc
<b>2-ProCa (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	676,32 a	64,25 abc
<b>3-TrixE (1,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	596,69 a	56,75 bc
<b>4-TrixE (2,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	583,18 a	33,75 c
<b>5-CCC (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	580,93 a	83,50 abc
<b>6-CCC (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	647,50 a	56,50 bc
<b>7-PBZ (4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	598,28 a	108,50 a
<b>8-Testemunha absoluta</b>	584,37 a	56,75 bc
<b>9-PBZ (4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>) + ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	612,34 a	107,00 ab
<b>C.V. (%)</b>	9,6	29,9

<sup>y</sup> Média de quatro repetições, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si (Tukey  $P \leq 0,05$ ).

Com relação aos resultados obtidos com as aplicações de CCC, o menor número de frutos por planta no tratamento com a dose mais alta deve ter contribuído para o maior tamanho dos frutos (Tabela 16).

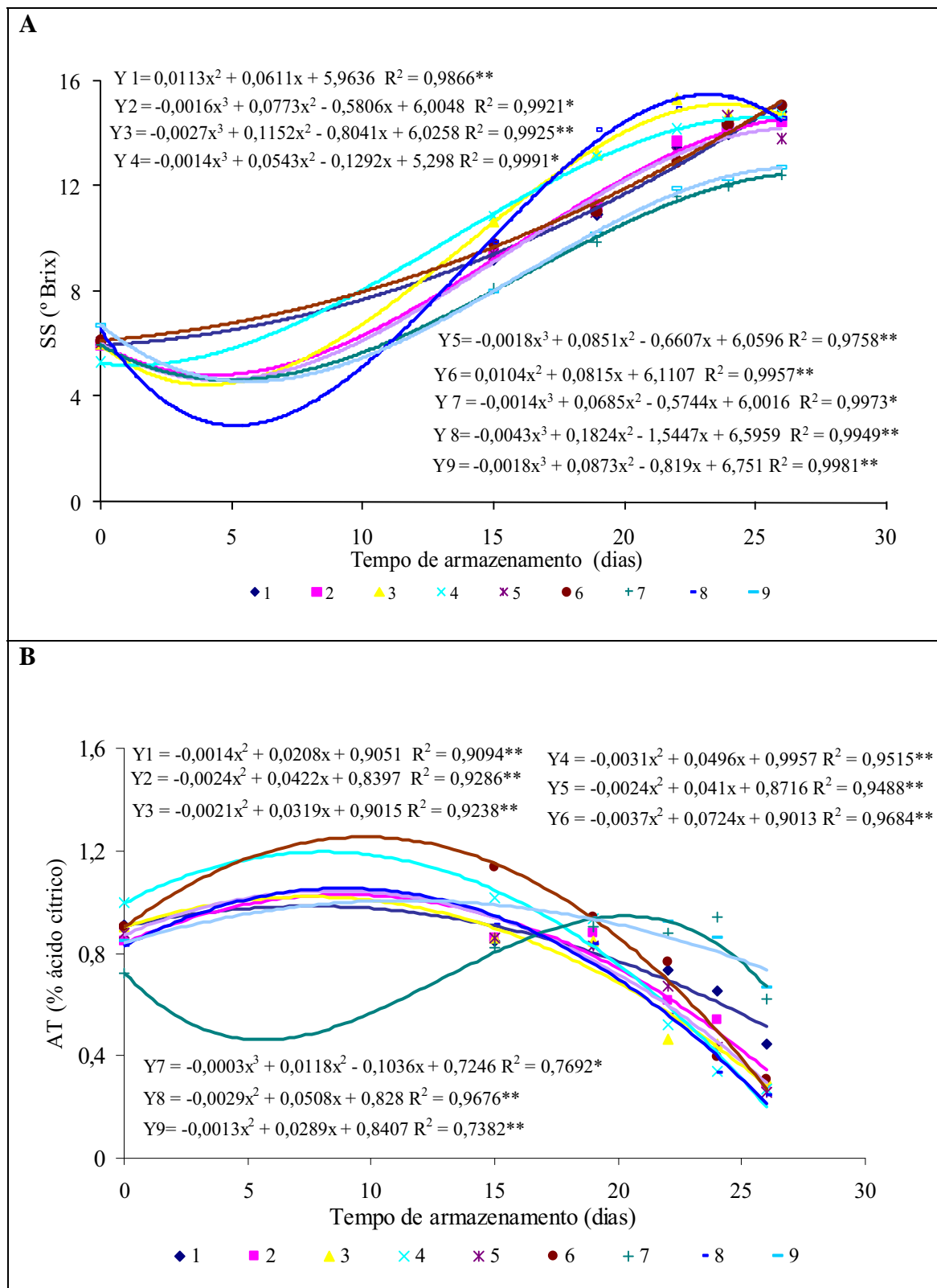
O número de frutos dos tratamentos com o TrixE e o controle não diferiram estatisticamente; este regulador vegetal, não antecipou a colheita nem promoveu incremento no rendimento, mas foi eficiente em regular o crescimento vegetativo, sendo necessário o ajuste de doses mais baixas para a cultura da mangueira na condição tropical semi-árida.

### **6.3.3 Avaliações pós-colheita**

A determinação do teor de sólidos solúveis (SS) normalmente é feita com o objetivo de quantificar os açúcares presentes nos frutos e como são medidos em refratômetro, incluem principalmente açúcares solúveis, além de pectinas, sais e ácidos. Normalmente é expresso em °Brix, podendo-se converter em porcentagem. Os valores de SS na manga variam de 6,65 a 21,9°Brix, dependendo do cultivar e do estágio de maturação do fruto (AWASHI e PANDEY, 1980). Alguns cultivares apresentam teores mais baixos como a Tommy Atkins, entre 7,5 e 10,9°Brix, em frutos com idade entre 94 e 125 dias após a antese (LEDERMAN et al., 1998).

Os frutos dos diferentes tratamentos do experimento apresentaram teor de sólidos solúveis no momento da colheita entre 6,00 e 6,75 °Brix, com exceção do tratamento 4 (TrixE 2) com 5,3°Brix. Aos 26 dias de armazenamento, os frutos de todos os tratamentos tinham teor de sólidos solúveis em torno de 14°Brix, com exceção dos tratamentos que receberam PBZ (T7 e T9) (Figura 3A). Basak e Krzewińska (2006) não encontraram efeito dos reguladores vegetais aplicados, via foliar, sobre as características de qualidade como sólidos solúveis em maçãs. Entretanto, como relatado por Singh (2001), o PBZ tem efeito na inibição da síntese de etileno, o que poderia aumentar o tempo em que os frutos depois de colhidos manteriam as características de qualidade requeridas pelo mercado.

Os dois métodos mais comumente usados para medir a acidez de frutos são a acidez titulável (AT) e o pH, sendo que o primeiro representa todos os grupamentos ácidos encontrados (ácidos orgânicos livres, como sais e compostos).



**Figura 3.** Sólidos solúveis (A) e acidez titulável (B) de frutos de manga cv. Kent, nos tratamentos: T1 e T2 = ProCa (1,5 e 3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>); T3 e T4 = TrixE (1,0 e 2,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>); T5 e T6 = CCC (1,5 e 3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>); T7= PBZ (4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>); T8= testemunha absoluta; T9= PBZ + ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>). Petrolina, PE. 2007.

A manga é considerada um fruto ácido, e a maioria das cultivares apresenta pH abaixo de 6,0; dependendo da cultivar e do estágio de maturação, alguns frutos apresentam teores mais baixos, como Tommy Atkins, entre 3,5 e 3,7 (BAEZ-SAÑUDO et al., 2001). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), durante o amadurecimento dos frutos ocorre redução na acidez, pois os ácidos orgânicos, voláteis e não voláteis, são os constituintes celulares mais metabolizados no processo (pelo consumo e/ou sua conversão em açúcares no processo respiratório).

Lederman et al. (1998) reportam para manga 'Tommy Atkins', em idades variando de 95 a 125 dias após antese, acidez titulável variando de 1,14 a 0,62% de ácido cítrico, o ácido orgânico predominante em mangas (MITRA e BALDWIN, 1997). Já Baez Sañudo et al. (2001), também na cv. Tommy Atkins, encontrou valores de 0,5% em polpa de mangas verdes e de 0,15% em mangas maduras.

Os efeitos significativos observados entre os tratamentos, para a variável acidez titulável foram suficientes para a diferenciação de qualidade dos frutos, no final do armazenamento. A acidez titulável nos frutos da manga 'Kent', em oito dos nove tratamentos ficou entre 0,83% e 0,91% (variação de 10%) na colheita; no tratamento 4 (TrixE 2) foi quantificado o maior teor de acidez, 0,99% (Figura 3B). No final do armazenamento, os tratamentos apresentaram teores entre 0,25 e 0,30%, exceto o tratamento 1 (ProCa 1), com 0,44%, e os tratamentos com PBZ (T7 e T9), onde os frutos continham os maiores valores de AT, acima de 0,60%, possivelmente relacionado ao efeito deste regulador na inibição da síntese de etileno e, conseqüentemente, no atraso do processo de maturação dos frutos. Os valores alcançados na colheita e no final do período de armazenamento dos frutos de manga são coerentes aos reportados por Araiza et al. (2005), entre 0,81% (na colheita) e 0,60% (no final do armazenamento por 24 dias, sob condições de 20°C e 85% UR). A acidez titulável (AT) manteve-se estável, durante o período de armazenamento, até o 15º dia, independentemente do tratamento, exceto para o T7. A partir do 20º dia, a AT começou a apresentar decréscimo até o final do período de armazenamento. É possível que esta redução indique a utilização dos ácidos orgânicos como substrato para a respiração.

A relação SS/AT é indicativa do sabor. Como em outros frutos, em mangas essa relação aumenta em função do aumento de SS e diminuição de AT. Geralmente, os valores podem variar em função do estágio de maturação, como observado por Salles e

Tavares (1999) em cv. Tommy Atkins que encontraram um mínimo de 5,1 nos frutos colhidos aos 75 dias, após indução floral, até um máximo de 87,0 nos frutos colhidos aos 120 dias e armazenados por 39 dias, sendo 30 dias sob condições de refrigeração (10°C). Neste experimento, testando reguladores vegetais, o maior valor da relação SS/AT no final do armazenamento, de 58,9, foi encontrado nos frutos do tratamento controle. Os frutos dos tratamentos com PBZ (T7 e T9) apresentaram valores de 19,75 e 19,20. Nos tratamentos 1 e 2 (ProCa 1 e ProCa 2) foram quantificados nos frutos valores de 33,12 e 50, respectivamente; os valores obtidos para a relação SS/AT nos frutos dos tratamentos 3, 4, 5 e 6, ficaram entre 48,0 e 50,0. Os resultados podem ser associados ao efeito dos reguladores vegetais na maturação dos frutos, possivelmente na inibição da síntese do etileno. O PBZ, segundo os resultados, seria o mais eficiente, o que pode ser devido ao composto e/ ou a forma de aplicação no solo, como também ao tempo de eficiência dentro da planta.

Durante a maturação e o armazenamento ocorre o amaciamento da manga e este processo tem importância para a conservação e no processamento industrial. Estas modificações estão correlacionadas à hidrólise dos polissacarídeos da parede celular, à degradação enzimática da protopectina e à solubilização de conteúdos celulares e da parede celular (BRINSON et al., 1988). Com o amadurecimento de mangas, observa-se diminuição da firmeza dos frutos (FREIRE JÚNIOR e CHITARRA, 1999; BÁEZ-SAÑUDO et al., 2001). No momento da colheita, os frutos do tratamento controle tinham a maturação mais avançada, com a firmeza de 108,28 N (Figura 4A); os frutos dos tratamentos 3 e 4, que receberam o TrixE, nas doses 1 e 2 g i.a. planta<sup>-1</sup>, apresentavam os valores mais altos de firmeza, 121,42 e 119,68 N, respectivamente, e no final do armazenamento, 26 dias depois, estes mesmos tratamentos apresentaram os valores mais baixos de firmeza, 7,62 N e 7,68 N, superiores apenas aos observados nos frutos do tratamento controle, 6,01 N (Figura 4A).

Araiza et al. (2005) encontraram no momento da colheita frutos de manga 'Kent' com firmeza de 188,1 N, que decresceram até 15,8 N no final do armazenamento, depois de 24 dias. O valor mínimo de firmeza em frutos, considerado adequado visando qualidade de mercado, é de 20 N (BAEZ-SAÑUDO et al., 2001). No experimento de Araiza et al. (2005), os frutos da cv. Kent alcançaram este valor aos 18 dias de armazenamento (20°C e 85% UR). Neste trabalho, conforme pode-se observar na Figura 4A, onde os frutos foram armazenados sob condições ambientais (22,5 ± 0,5°C e 49 ± 5% UR), os



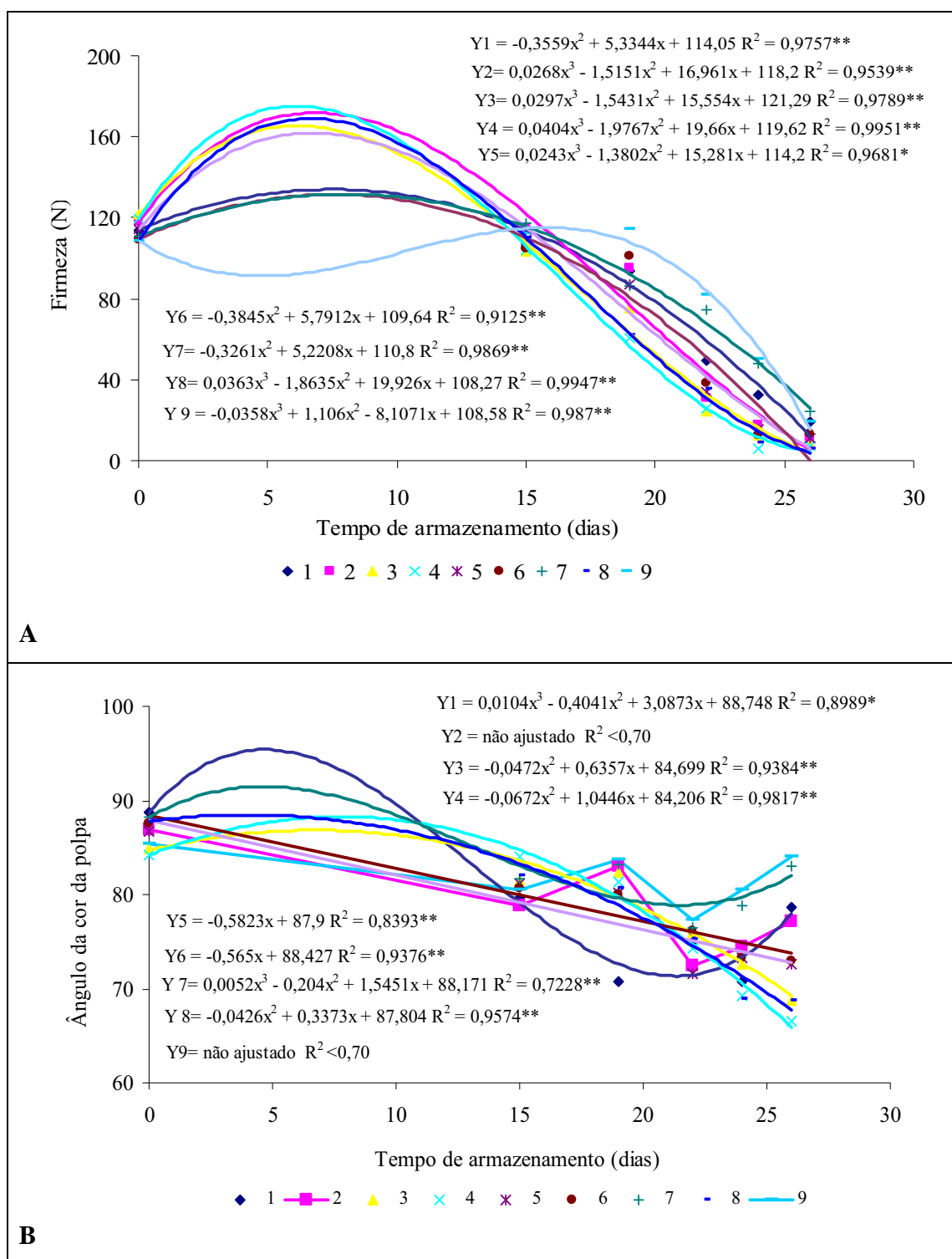
frutos dos tratamentos 3 e 4 alcançaram o valor limite de firmeza a partir dos 22 dias de armazenamento. Aos 24 dias, só os frutos dos tratamentos 1, 7 e 9, ainda mantinham firmeza adequada as exigências mínimas de mercado e aos 26 dias, só o tratamento 7 apresentava firmeza acima de 20 N.

Com relação ainda ao efeito dos reguladores vegetais na firmeza de frutos, Basak e Krzewińska (2006) encontraram que no primeiro ano de aplicação de ProCa não foram observados efeitos nesta variável em maçã, mas no segundo ano de aplicação, os frutos de plantas tratadas com ProCa, apresentaram índices menores de firmeza, no final do armazenamento, quando comparados com os frutos do controle.

As médias diárias de temperatura durante os três meses que antecederam a colheita dos frutos da cv. Kent variaram entre 29,6°C e 35,9°C e a média noturna entre 18,1°C e 23,1°C, fora do intervalo considerado ideal para desenvolvimento e maturação da manga, entre 20 e 22°C (YAHIA, 1998). Entretanto, é conhecido que temperaturas entre 27 e 30°C favorecem o aroma e sabor, como também que, entre 15°C e 18°C facilitam o desenvolvimento da coloração dos frutos (ESPÍNDOLA SOBRINHO et al., 2002).

A casca da manga madura mostra uma ampla variação de mistura de cores, do verde para o vermelho, violeta e amarelo. Os principais pigmentos no fruto são clorofila, carotenos, xantofilas e antocianinas, que são sintetizadas pela via dos fenilpropanóides. Durante o amadurecimento da manga, a clorofila é rapidamente degradada, enquanto acumulam antocianinas (MEDLICOTT et al., 1986a).

A intensidade da coloração depende inicialmente de características varietais, mas é influenciada por fatores ambientais, como a intensidade de luz (WILLS et al., 1998). A luz estimula a síntese de antocianinas, mas temperaturas elevadas podem inibir a formação da cor. Segundo Spayd et al. (2002), temperaturas acima de 35°C reduzem a síntese e a estabilidade das antocianinas e podem afetar o ângulo da cor (°Hue) dos pigmentos (NISSIM-LEVI et al., 2007). Segundo Medlicott et al. (1986b), o metabolismo do pigmento e desenvolvimento da cor parecem serem dependentes da temperatura em grande número de frutos. Os autores encontraram que temperaturas de 37°C inibem o desenvolvimento da cor nos frutos de ‘Tommy Atkins’, mas não nos de ‘Kent’ e ‘Haden’.



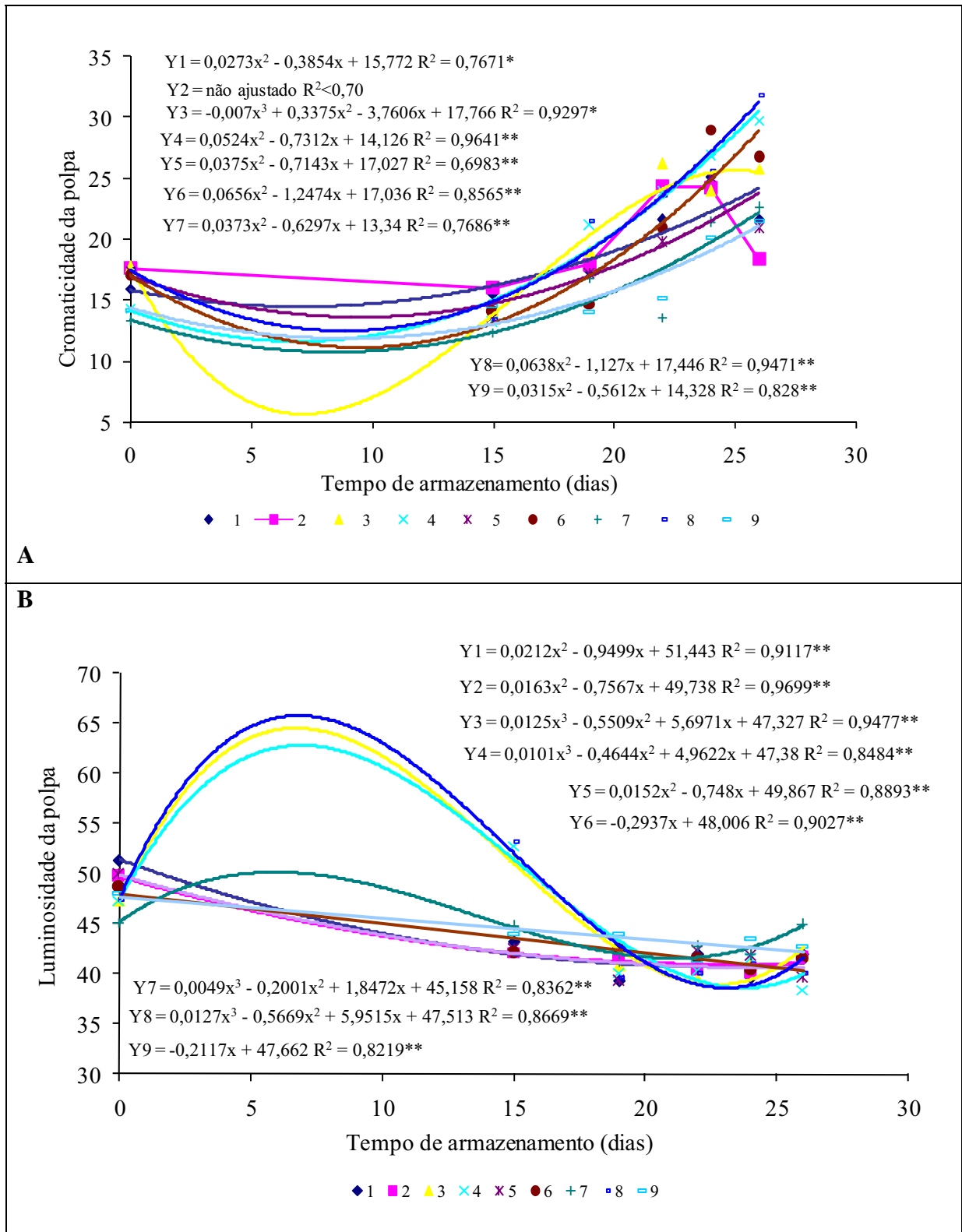
**Figura 4.** Firmeza (A) e Ângulo da cor (B) da polpa de frutos de manga cv. Kent, nos tratamentos: T1 e T2 = ProCa (1,5 e 3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>); T3 e T4 = TrixE (1,0 e 2,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>); T5 e T6 = CCC (1,5 e 3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>); T7= PBZ(4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>); T8= testemunha absoluta; T9= PBZ + ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>). Petrolina, PE. 2007.

A variável cor de fruto pode ser determinada através da extração por solventes orgânicos e correlacionada com o uso de componentes da cor por colorimetria e escalas subjetivas. No uso da colorimetria são considerados parâmetros como claridade ou brilho, representados pela Luminosidade (L) e a relação entre a/b no qual é obtido tanto o Ângulo Hue (Ângulo da Cor) como a Cromaticidade (Saturação ou Intensidade da Cor), os quais têm sido relatados para mangas de diversas variedades (ZAMBRANO et al., 2000).

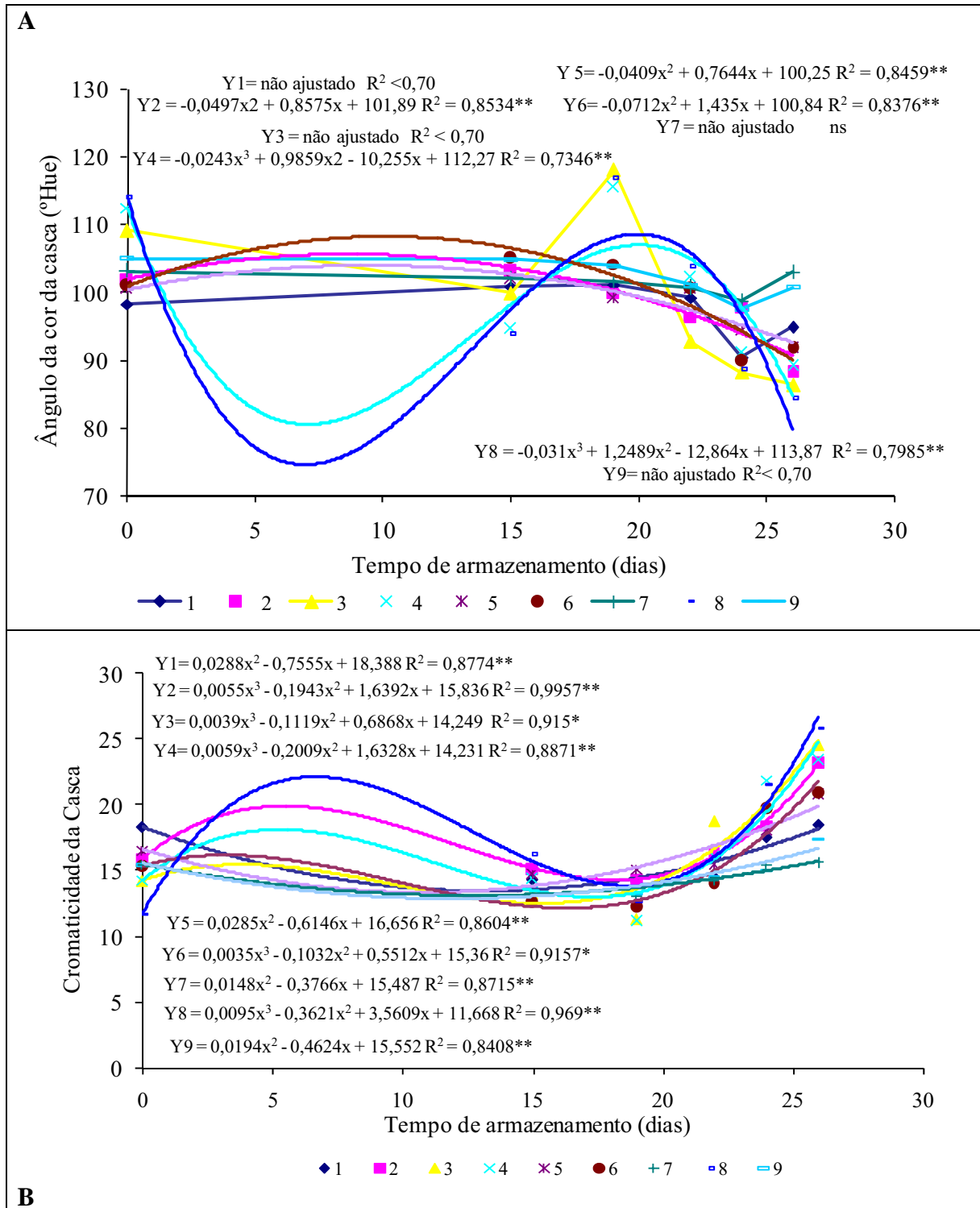
As variações observadas sobre a cor da polpa foram semelhantes para os parâmetros luminosidade (L) e ângulo da cor ( $^{\circ}$ Hue), ou seja, tendência a decrescer com o tempo de armazenamento; para a variável cromaticidade (C) foi notada tendência ligeiramente superior durante o armazenamento. As alterações na C, L e no  $^{\circ}$ H da polpa foram pouco representativas e sofreram influencia principalmente do tempo de armazenamento (Figuras 4 B e 5 A, B).

As medidas na casca dos frutos nos diferentes tratamentos seguiram o mesmo comportamento observado por Coccoza (2003), ou seja, aumento da cromaticidade e diminuição do Ângulo Hue, quando foram comparados vários estádios de maturação de frutos das cultivares Tommy Atkins e Kent mantidas sob temperatura ambiente.

As variações no ângulo de cor ( $^{\circ}$ Hue) e na cromaticidade (C) da casca foram influenciadas pelos tratamentos com os reguladores vegetais, durante o armazenamento. Para o  $^{\circ}$ Hue da casca, incrementos e reduções se alternaram, possivelmente devido à variabilidade natural entre frutos, influenciada, por exemplo, pela exposição da superfície aos raios solares e pela radiação solar disponível durante o desenvolvimento e a maturação. Nos tratamentos com PBZ (T7 e T9), estes valores de  $^{\circ}$ Hue na casca decresceram bem pouco durante o armazenamento, quando comparado com os outros tratamentos, inclusive o controle (Figura 6A). O decréscimo no  $^{\circ}$ Hue, ao longo do período de armazenamento, indica o amarelecimento da casca e pode estar associada à degradação da clorofila (MEDLICOTT et al., 1986).



**Figura 5.** Cromaticidade (A) e Luminosidade da polpa (B) de frutos de manga cv. Kent, nos tratamentos: T1 e T2 = ProCa (1,5 e 3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>); T3 e T4 = TrixE (1,0 e 2,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>); T5 e T6 = CCC (1,5 e 3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>); T7= PBZ (4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>); T8= testemunha absoluta; T9= PBZ + ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>). Petrolina, PE. 2007.



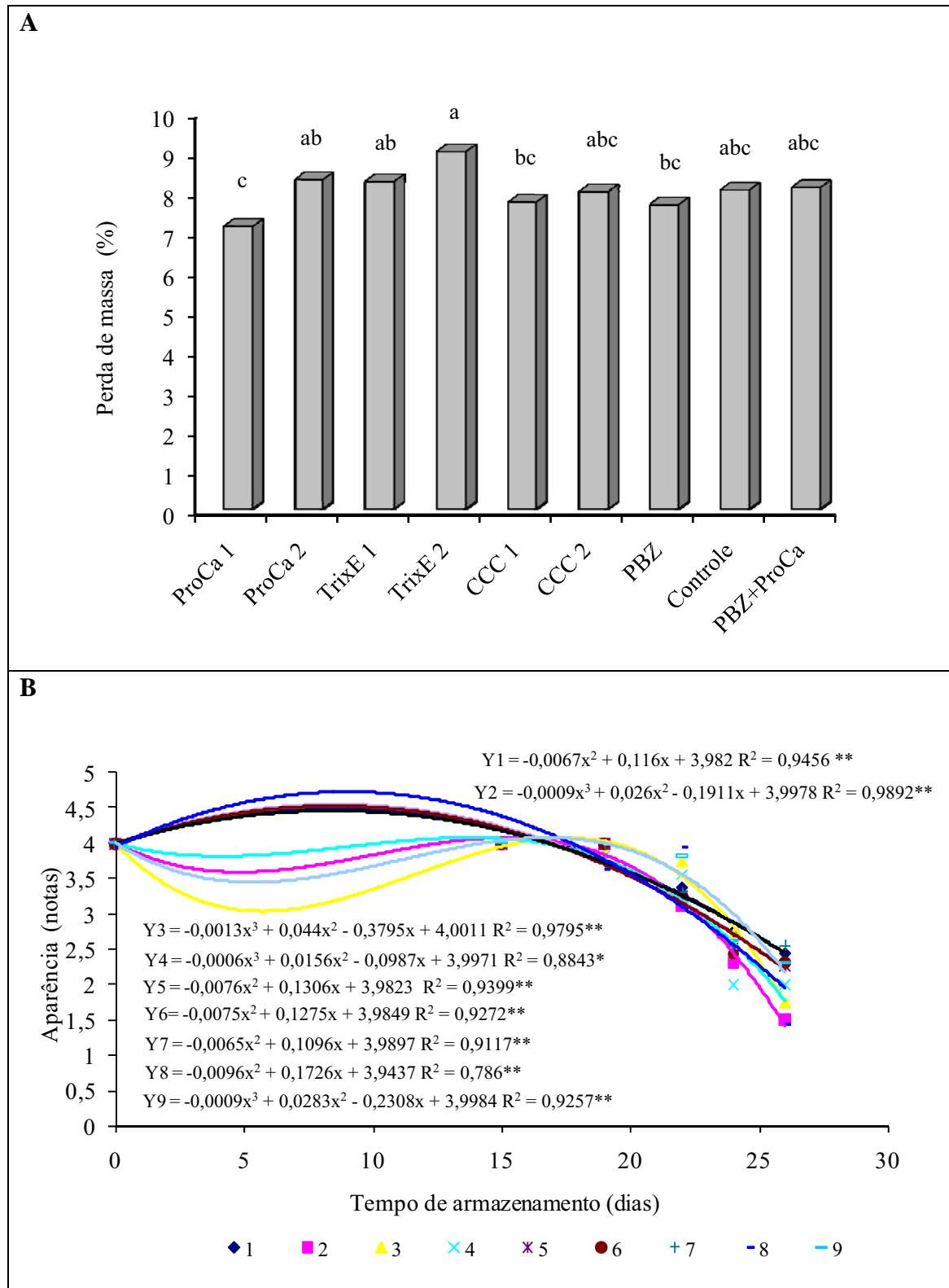
**Figura 6.** Ângulo da cor da casca (A) e cromaticidade (B) de frutos de manga cv. Kent, nos tratamentos: T1 e T2 = ProCa (1,5 e 3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>); T3 e T4 = TrixE (1,0 e 2,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>); T5 e T6 = CCC (1,5 e 3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>); T7 = PBZ (4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>); T8 = testemunha absoluta; T9 = PBZ + ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>). Petrolina, PE. 2007.

Com relação a cromaticidade (C) na casca, também os tratamentos com PBZ mantiveram os valores do momento da colheita, diferente dos demais, que apresentaram valores crescentes até o final do armazenamento (Figura 6B).

A variabilidade natural da espécie é um fator que tem influenciado nestas diferenças, limitando, portanto, o uso da cor como indicador de maturidade em manga (GOMEZ-LIM, 1997). Assim, deve-se considerar também que efeitos de menor intensidade podem ser mascarados pela variabilidade entre frutos.

Wills et al. (1998) ressaltam que as mudanças na cor podem ser dependentes de etileno. Assim, tratamentos que afetam o metabolismo deste hormônio vegetal, podem ter respostas diferentes quanto a modificações na cor durante o amadurecimento.

A perda de massa fresca foi influenciada separadamente pelos fatores, tempo de armazenamento e os tratamentos com os reguladores vegetais. A perda de massa da manga durante o armazenamento foi maior, especialmente do 15º ao 19º dia. No final do período de armazenamento, aos 26 dias, observou-se que os frutos do T1 ( ProCa, 1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>) foram os que tiveram a menor perda de massa, não diferindo dos T5 e T6 (CCC nas duas doses, 1,5 e 3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>), como também dos que receberam PBZ e do tratamento controle. A maior perda de massa foi dos frutos do tratamento que recebeu a dose mais alta do TrixE (Figura 7A); essas diferenças podem representar redução de perdas no volume comercializado, uma vez que se utiliza a massa como referência nas operações de venda. A variável perda de massa esteve relacionada com a de aparência dos frutos, já que no final do armazenamento, os frutos que receberam as melhores notas foram aqueles dos tratamentos com as menores perdas de massa, T1, T5, T6, T7 e T9, com exceção dos frutos do tratamento controle que no final do armazenamento receberam a menor nota em aparência (Figura 7B).



**Figura 7.** Perda de massa (A) e aparência de frutos (B) de manga cv. Kent, nos tratamentos: T1 e T2 = ProCa (1,5 e 3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>); T3 e T4 = TrixE (1,0 e 2,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>); T5 e T6 = CCC (1,5 e 3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>); T7= PBZ (4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>); T8= testemunha absoluta; T9= PBZ + ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>). Petrolina, PE. 2007.

#### **6.4 Prohexadione-Ca, Etil-Trinexapac, Cloreto de Chlormequat e Paclobutrazol na floração de mangueira cv. Kent (segunda safra)**

O segundo experimento conduzido com a cv. Kent foi instalado na mesma área experimental. Depois da colheita, as plantas foram podadas e após a emissão do primeiro fluxo vegetativo, a aplicação dos reguladores vegetais foi realizada.

Os resultados neste segundo experimento mostraram-se muito irregulares. Novas brotações vegetativas foram emitidas pelas plantas, mesmo nos tratamentos com o PBZ, sugerindo a importância da recuperação da copa, pelo acúmulo de reservas ou balanço dos reguladores vegetais antes do início do manejo da floração. Em algumas fruteiras tropicais e subtropicais, como abacateiro, citros e mangueira, os reguladores vegetais e o balanço de carboidratos na planta são responsáveis pelo crescimento vegetal, a floração e o estabelecimento de frutos (BOWER et al., 1990). Uma escassa floração no abacateiro foi relacionada à carência de reserva de carboidratos por Scholefield et al. (1985), por exercerem um papel vital no desenvolvimento da flor e frutificação. Na mangueira, Davenport; Nuñez-Elisea (1997) reportam que logo após a colheita, há uma brotação natural nas gemas, com novo fluxo vegetativo, seguido por crescimento radicular. Neste momento, logo após o fluxo de verão, é que foram encontrados os níveis mais baixos de carboidrato, basicamente amido, que permanecem escassos até a emissão da gema floral. Daí em diante, é que as reservas aumentam até a floração.

Comparando-se as condições climáticas no período de execução dos dois experimentos, pode-se observar que no primeiro ano, as temperaturas estiveram entre 30 e 35°C e no segundo ano, ligeiramente maior, em média 35°C. No entanto, novas brotações vegetativas foram emitidas apenas 45 dias após o início da aplicação dos tratamentos, inclusive no controle. O tratamento com PBZ reduziu significativamente o comprimento do novo fluxo vegetativo, em 39,5%, em relação ao controle (Tabela 17); o ProCa associado ao PBZ reduziu muito mais, em 67,5% com relação ao controle; esta resposta pode ser associada ao efeito mais rápido do ProCa em reduzir a emissão do fluxo vegetativo (ASIN; VILARDELL, 2006), ao efeito do PBZ, que é aplicado no solo e mais estável na planta permitindo maior eficiência na inibição do crescimento. O tempo de



**Tabela 17.** Comprimento do primeiro e segundo fluxo vegetativo (cm) após os tratamentos com reguladores vegetais e do número de folhas, em mangueiras ‘Kent’. Fazenda Andorinhas, Petrolina, PE. 2008.

Tratamentos	1º fluxo vegetativo <sup>w</sup> (cm)	Folhas 1º fluxo	2º fluxo vegetativo <sup>y</sup> (cm)
1-ProCa (1,5g i.a. planta <sup>-1</sup> )	16,55 a <sup>z</sup>	16,69 a	17,75 ab
2-ProCa (3,0g i.a. planta <sup>-1</sup> )	17,54 a	14,50 a	11,29 ab
3-TrixE (1,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> )	14,17 ab	14,31 a	18,30 a
4-TrixE (2,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> )	14,73 a	14,81 a	18,07 a
5-CCC (1,5 g i.a. planta <sup>-1</sup> )	16,49 a	15,37 a	8,62 b
6-CCC (3,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> )	16,31 a	15,69 a	14,90 ab
7-PBZ (4,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> )	10,24 b	15,87 a	15,80 ab
8-Testemunha absoluta	16,94 a	13,75 a	14,08 ab
9-PBZ (4,0 g i.a. planta <sup>-1</sup> ) + ProCa (1,5 g i.a. planta <sup>-1</sup> )	5,50 c	3,83 a	12,56 ab
C. V. (%)	12,4	12,3	22,4

<sup>w</sup> Primeira brotação vegetativa depois do início dos tratamentos.

<sup>y</sup> Segunda brotação vegetativa depois do início dos tratamentos.

<sup>z</sup> Média de quatro repetições em dados coletados em 16 ramos planta<sup>-1</sup>. Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si (Tukey  $P \leq 0,05$ ).

permanência do ProCa nas macieiras sob condições climáticas típicas, está entre 10 a 14 dias (FALLAHI, 1999; RADEMACHER, 2004 a ).

O ProCa, como também todos os reguladores testados, incrementaram o número de folhas do fluxo emitido após as pulverizações, com relação a testemunha, mas

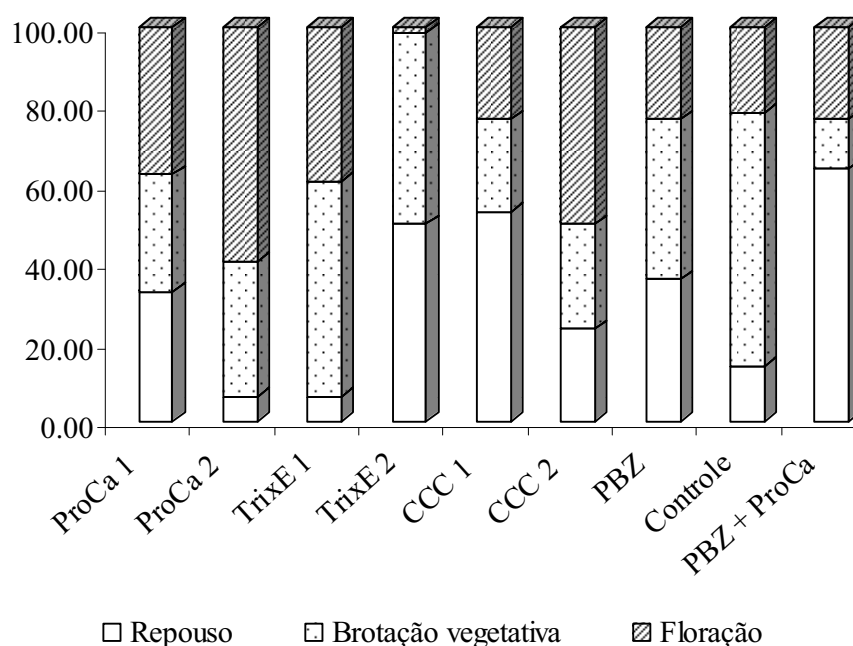
sem diferir estatisticamente. Diferentes autores em diversas culturas reportam redução do número de folhas pela aplicação de reguladores vegetais; no experimento com mudas, conduzido na cv. Tommy Atkins, o TrixE e o CCC, nas doses testadas reduziram o número de folhas, mas as pulverizações com ProCa, incrementaram, significativamente, a quantidade de folhas nos fluxos que foram emitidos após as pulverizações. O número de folhas presentes em cada fluxo vegetativo da mangueira pode variar entre cultivares, como também é influenciado pela temperatura do ar. Mangueiras cultivadas sob temperaturas de 20°C/ 15°C produziram em média 7,1 folhas por fluxo, enquanto a 30°C/ 25°C, lançaram em média 13,6 folhas por fluxo (WHILEY, 1993).

Segundo Asín e Vilardell (2006) a eficiência dos resultados com reguladores vegetais é dependente do clima, vigor da planta, época, em função da fenologia da planta, concentração e intervalo em que as pulverizações são feitas.

No segundo fluxo vegetativo emitido depois das pulverizações com os reguladores vegetais, as observações mostraram a mesma tendência do ProCa em não alterar o comprimento dos fluxos com relação ao controle; as plantas tratadas com o TrixE emitiram um segundo fluxo vegetativo mais longo, possivelmente pelo tempo transcorrido depois da segunda e última pulverização deste regulador (70 dias); Fagerness e Yelverton (2000) demonstraram que uma aplicação de TrixE inibe temporariamente o crescimento de gramíneas, mas que o efeito desaparece em quatro semanas depois da primeira aplicação e que existe uma maior taxa de crescimento após o período de inibição, anulando as diferenças no final do período avaliado, entre o tratamento com TrixE e o controle.

O CCC, na menor dose testada, 1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>, reduziu o comprimento do ramo, em relação ao primeiro emitido logo após a primeira pulverização, em 50%; Maas (2006) menciona que aplicações de CCC, inclusive em anos sucessivos tendem a reduzir progressivamente o tamanho e número de fluxos vegetativos emitidos.

Nas avaliações de brotações surgidas durante os 230 dias da implantação do experimento e apresentadas na Figura 8, pode-se observar tendência da dose de 3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup> em incrementar a floração, quando comparado com a de 1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>. Já a dose de 2,0 g i.a. planta do TrixE inibiu as brotações, tanto vegetativas como florais e, possivelmente, pode-se relacionar aos danos nas gemas observadas em campo, sugerindo que esta dose mais alta deve ser evitada em possíveis testes com este regulador



**Figura 8:** Relação entre ramos em repouso, ramos vegetativos e com inflorescência, no experimento com a cv. Kent (2ª safra). Fazenda Andorinhas. Petrolina, PE. 2008.

vegetal. O CCC, na dose de 3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>, apresentou a metade dos ramos com inflorescência, mas a dose de 1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup> apresentou a mesma proporção de ramos com panícula que os tratamentos com PBZ, isolado e combinado com ProCa e o controle. Pode-se observar que o ProCa manteve mais ramos em repouso, que podem ainda produzirem inflorescências, que o PBZ aplicado isolado.

A floração muito irregular ocorrida na área do experimento não permitiu uma avaliação adequada do efeito dos diferentes reguladores vegetais; mesmo assim, foram anotados os dados referentes ao comprimento das panículas emitidas. Somente o TrixE, na maior dose testada reduziu o tamanho da panícula, significativamente, com relação ao controle; nas plantas deste tratamento foram observadas poucas panículas e efeito de queima nas bordas das folhas, bem como nas gemas que se mostraram avermelhadas. Assim, possivelmente a dose mais alta testada comprometeu o desenvolvimento da inflorescência, que ficou 64,4% quando comparada com a aplicação de 1,0 g i.a. planta<sup>-1</sup> do mesmo regulador vegetal. O ProCa promoveu efeito positivo na aplicação combinada com o PBZ, já que minimizou o efeito de compactação da panícula (Tabela 18).

**Tabela 18.** Comprimento de panícula no experimento com mangueiras ‘Kent’ (segunda safra) tratadas com reguladores vegetais. Fazenda Andorinhas, Petrolina, PE. 2008.

<b>Tratamentos</b>	<b>Panícula (cm)</b>
<b>1-ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	30,29 ab <sup>w</sup>
<b>2-ProCa (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	41,24 a
<b>3-TrixE (1,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	37,26 a
<b>4-TrixE (2,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	13,25 b
<b>5-CCC (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	28,54 ab
<b>6-CCC (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	29,49 ab
<b>7-PBZ (4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	29,75 ab
<b>8-Testemunha absoluta</b>	39,64 a
<b>9-PBZ (4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>) + ProCa (1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>)</b>	37,93 a
<b>C.V. (%)</b>	20,0

<sup>w</sup>Média de quatro repetições em dados coletados em 16 ramos planta<sup>-1</sup>, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si (Tukey  $P \leq 0,05$ ).

## 6.5 Considerações finais

Com base nos resultados obtidos algumas considerações devem ser apontadas:

1. Verificou-se que os tratamentos com prohexadione-Ca, cloreto de chlormequat e etil-trinexapac mostraram-se tão eficientes quanto o paclobutrazol em regular as brotações vegetativas da mangueira ‘Tommy Atkins’, tanto em percentagem de brotação, número de fluxos emitidos, como em tamanho de ramo emitido. No entanto, regular a emissão de novos fluxos, mantendo ramos vegetativos com idade igual ou superior aos 90 dias, normalmente associado a ramos florais, não foi garantia de florescimento após as induções;
2. O etil-trinexapac independente das doses testadas reduziu os teores de giberelina nos ramos, como também regulou com eficiência o crescimento vegetativo durante o experimento com a cv. Tommy Atkins. As menores doses de prohexadione-Ca e cloreto de chlormequat, 1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>, durante o período em que estes reguladores são considerados ativos, foram mais eficientes em inibir a produção de giberelina. Já o paclobutrazol não reduziu os níveis de giberelina nos ramos, durante os 105 dias, mesmo tendo efeito tanto no número de fluxos como no comprimento do primeiro ramo emitido após a aplicação no solo;
3. O prohexadione-Ca, etil-trinexapac e o cloreto de chlormequat foram eficientes em regular o crescimento vegetativo da mangueira cv. Tommy Atkins, na dose de 1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>. No entanto, considerando o tempo de eficiência de cada um dentro da planta, o ProCa deve ser reaplicado no máximo entre 15 a 20 dias; para o CCC, as pulverizações podem ser repetidas a cada 30 dias e o TrixE, nas condições em que os experimentos foram conduzidos, mantém a atividade até 45 dias depois de uma pulverização;
4. As doses dos reguladores vegetais devem ser ajustadas: o etil-trinexapac deve ser testado em concentrações iguais ou menores do que 1g i.a. planta<sup>-1</sup>; a dose de 2,0 g i.a. planta<sup>-1</sup> lesionou, em forma de queima, as folhas e gemas nas mangueiras ‘Tommy Atkins’ e ‘Kent’;
5. O cloreto de chlormequat e o prohexadione-Ca também devem ser testados em doses iguais e inferiores a 1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>, já que a dose mais alta testada (3,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>) parece ter

efeito inverso em regular o crescimento vegetativo. O intervalo entre as pulverizações até que os ramos tenham de 90 a 120 dias de idade foi mais determinante no efeito em regular o crescimento vegetativo da mangueira do que as concentrações;

6. Os tratamentos com PBZ, isolado ou combinado com ProCa, anteciparam a colheita em 25 dias, em relação as plantas do controle. Os tratamentos com ProCa e com CCC, nas duas concentrações testadas, anteciparam a colheita em 15 dias em relação as plantas do controle. Assim, pode-se definir a dose mais baixa destes reguladores, 1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup>, como limite para futuros trabalhos, sendo necessários testes com menores intervalos de pulverizações e a inclusão de novas pulverizações com o objetivo de cobrir o período mínimo de 90 a 110 dias sem emissão de novos ramos;

7. Na mangueira 'Kent', por ser uma planta vigorosa, o início do manejo da indução floral em plantas com apenas um ramo vegetativo emitido depois da poda pós-colheita limitou a eficiência dos reguladores vegetais, inclusive o paclobutrazol, principalmente em época de ocorrência de altas temperaturas;

8. Os reguladores vegetais testados, via foliar (ProCa, TrixE e CCC) e PBZ, via solo, parecem ter efeito em atrasar o amadurecimento de mangas na pós-colheita e

9. Futuros experimentos devem ser realizados, variando as concentrações dos produtos, intervalo de aplicação, época de aplicação, local de cultivo e manejo do pomar, como também utilizando tecnologia como análise de hormônios tentando elucidar e confirmar os efeitos fisiológicos e morfológicos dos reguladores vegetais avaliados sobre a brotação e indução floral da mangueira.

## 7. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos e nas condições em que os experimentos foram conduzidos, pode-se concluir que:

O tempo de eficiência dos reguladores vegetais aplicados via foliar na planta foi de 20 dias para prohexadione-Ca, 30 dias para cloreto de chlormequat e 45 dias para etil-trinexapac, em mudas de mangueiras Tommy Atkins e em plantas adultas de mangueiras 'Tommy Atkins' e 'Kent'.

Pulverizações com os reguladores vegetais prohexadione-Ca, etil-trinexapac e cloreto de chlormequat na dose de 1,5 g i.a. planta<sup>-1</sup> foram tão eficientes quanto o paclobutrazol, na dose de 4,0 g i.a. planta<sup>-1</sup>, em regular a brotação vegetativa de plantas adultas de mangueira 'Tommy Atkins'.

Os reguladores vegetais prohexadione-Ca e cloreto de chlormequat permitiram antecipar a colheita de frutos de mangueiras 'Kent' em 15 dias, enquanto que paclobutrazol, isolado ou combinado com prohexadione-Ca adiantou a colheita em 25 dias em relação ao controle e o tratamento com etil-trinexapac.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADATO, I. Effects of paclobutrazol on avocado (*Persea americana* Mill) cv Fuerte. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 45, p. 105-115, 1990.

AGRIANUAL 2008: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2008. p. 382.

ALBUQUERQUE, J. A. S. de; MEDINA, V. D.; MOUCO, M. A. do C. Indução floral. In: GENU, P. J. de C.; PINTO, C. A. de Q. (Ed.). **A cultura da mangueira**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. cap. 13, p.259-276.

ALBUQUERQUE, J. A. S. de; MOUCO, M. A. do C.; MEDINA, V. D.; SANTOS, C. R. dos; TAVARES, S. C. C. de H. **O cultivo da mangueira irrigada no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido: VALEXPORT, 1999. 77 p.

ALBUQUERQUE, J. A. S. de; MOUCO, M. A. do C.; REIS, V. C. Application methods of paclobutrazol on mango crops. In: INTERNATIONAL MANGO SYMPOSIUM, 6., 1999, Pattaya, Thailand. **Working abstracts & program**. Pattaya: Kasetsart University: ISHS: HSST, 1999b. p. 225.



ARAIZA, E.; OSUNA, T.; SILLER, J.; CONTRERAS, L.; SANCHEZ, E. Postharvest quality and shelf-life of mango cultivars grown at Sinaloa, México. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 682, p.1275-1279, 2005.

ASIN, L.; DALMAU, R.; BONANY, J.; PAGES, J. M.; VILARDELL, P. Effect of Prohexadione-Ca on growth regulation, yield, fruit set and return bloom, in Blanquilla and Conference, the two main pear cultivars grown in Spain. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 671, p. 525-532, 2005.

ASIN, L.; VILARDELL, P. Effect of paclobutrazol and Prohexadione-Calcium on shoot growth rate and growth control in “Blanquilla” and “Conference” Pear. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 727, p. 133-138, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of the Agricultural Chemists**. 11. ed. Washington, DC, 1992. 115 p.

AWASHI, R. K.; PANDEY, I. C. Physico-chemical composition and canning suitability of mango varieties. **Indian Food Packer**, New Delhi, v. 34, n. 3, p. 60-63, 1980.

BÁEZ-SAÑUDO, R.; BRINGAS, T. E.; OJEDA, C. J. Mexican fresh mango quality standard grades and application methodology. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 455, p.726-731, 1997.

BÁEZ-SAÑUDO, R.; BRINGAS-TADDEI, E.; OJEDA-CONTRERAS, J.; MENDOZA-WILSON, A. M.; MERCADO-RUIZ, J. N. Comportamiento postcosecha del mango ‘Tommy Atkins’ tratado con agua caliente y ceras. **Proceedings of the Interamerican Society Tropical Horticultural**, Flórida, v. 44, p. 39-43, 2001.

BANGERTH, F. A more holistic view on the hormonal interactions among different organs in a fruit tree. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 671, p. 25-36, 2005.

BANGERTH, F. Flower induction in perennial fruit trees: still an enigma? **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 727, p.177-196, 2006.

BASAK, A. Growth and fruting of “Elstar” apple trees in response to prohexadione calcium depending on the rootstock. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 653, p. 117-126, 2004.

BASAK, A.; KRZEWINSKA, D. Effect of Prohexadione-Ca (Regalis®) on the effectiveness of NAA and BA used for fruitlet thinning in apple trees. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 727, p.139-144, 2006.

BASAK, A; RADEMACHER, W. Growth regulation of pome and stone fruits trees by use of prohexadione-calcium. **Acta Horticulturae**, Leuven , n. 514, p. 41-50, 2000.

BERNIER, G. The role of cytokinins in the floral transition process revisited. **Flowering Newsletter**, Liège , v. 36, p. 3-9, 2003.

BOFARULL, J. A.; NITSCHKE, J.; RADEMACHER, W. Applications of Prohexadione-Ca in fruit production in Chile. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLANT BIOREGULATORS IN FRUIT PRODUCTION, 10., 2005, Saltillo. **Abstracts...** Saltillo, Mexico, 2005. p. 39.

BOWER, J.P.; LOVATT, C.J.; CUTTING, J.G.M.; BLAKE, M.M. Interaction of plant growth regulator and carbohydrate in flowering and fruit set. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 275, p.425-434, 1990.

BRINSON, K.; DEY, P. M.; JOHN, M. A.; PRIDHAM, J. B.. Postharvest changes in *Mangifera indica* mesocarp cell walls and cytoplasmic polysaccharides. **Phytochemistry**, Elmsford, v.27, n.3, p.719-723, mar.. 1988.

BUBÁN, T.; FÖLDES, L.; KORMÁNY, A.; HAUPTMANN, S.; STAMMLER, G.; RADEMACHER, W. Prohexadione-Ca en apple trees: Control of shoot growth and reduction of fire blight incidence in blossoms and shoots. **Journal of Applied Botany**, Berlin, v. 77, n. 3/4, p. 95-102, 2003.

BURONDKAR, M. M.; GUNJATE, R. T. Control of vegetative growth and induction of regular and early cropping in "Alphonso" mango with paclobutrazol. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 341, p. 206-215, 1993.

CALLEJAS, R.; BANGERTH, F. Is auxin export of apple fruit an alternative signal for inhibition of flower bud induction? **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 463, p. 271-277, 1997.

CHARNVICHIT, S.; TONGUMPAL, P.; SAGUAWSUPYAKORN, C.; PHAVAPHUTANOW, L.; SUBHARDDRABANDHUS, S. Effect of paclobutrazol on canopy size control and flowering of mango, cv nam dok mai twai n.4, after hard pruning. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 291, p. 60-66, 1991.

CHEN, W. S. Endogenous growth substances in relation to shoot growth and flower bud development of mango. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 112, n. 2, p. 360-363, 1987.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio** Lavras: Editora da Universidade Federal de Lavras, 2005. v.1, 785 p.

COCOZZA, F. del M. **Maturação e conservação de manga Tommy Atkins submetida à aplicação pós-colheita de 1 metilciclopropeno**. 2003. 226 f. Tese (Doutorado em Tecnologia Pós-Colheita) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas.

CORBESIER, L.; PRINSEN, E.; JACQMARD, A.; LEJEUNE, P.; VAN ONCKELEN, H.V.; PERILLEUX, O.; BERNIER, G. Cytokinin levels in leaves, leaf exudates and shoot apical meristem of *Arabidopsis thaliana* during floral transition. **Journal of Experimental Botany**, London, v. 54, p. 2511-2517, 2003.

COSTA, G.; SABATINI, F.; SPINELLI, F.; ANDREOTTI, C.; BOMBEN, C.; VIZZOTO, G. Two years of application of prohexadione-Ca on apple: effect on vegetative and cropping performance, fruit quality, return bloom and residual effect. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 653, p. 27-132, 2004a.

COSTA, G.; SABATINI, F.; SPINELLI, F.; ANDREOTTI, C.; SPADA, G.; MAZZINI, F. Prohexadione-Ca controls vegetative growth and cropping performance in pear. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 653, p. 35-40, 2004b.

DAVENPORT, T. L. Citrus flowering. **Horticultural Reviews**, Westport, n. 12, p. 349-408, 1990.

DAVENPORT, T. L.; NUÑEZ-ELISEA, R. Reproductive physiology. In: LITZ, R.E. **The mango**. Wallingford: CAB International, 1997. p. 69-121.

DAVENPORT, T. L.; PEARCE, D.W.; ROOD, S. B. Correlation of endogenous gibberellic acid with initiation of mango shoot growth. **Journal of Plant Regulation**, v.19, n.4, p. 445-452, 2001.

DAVIES, P. J. **Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action**. 3. ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. 750 p.

DAZIEL, J.; LAWRENCE, D. K. Biochemical and biological effects of kaurene oxidase inhibitors, such as paclobutrazol. **British Plant Growth Regulators Group Monograph**, Wantage, v. 4, p. 1-14, 1984.

DECKERS, T.; SCHOOF, H.; SMOLDERS, E. Natural or chemical Growth regulation in Pear. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 671, p. 503-516, 2005.

DEYTON, D. E.; SAMS, C. E.; CUMMINS, J. C. Strawberry growth and photosynthetic responses to paclobutrazol. **HortScience**, Alexandria, v. 26, p. 1178-1180, 1991.

EBERT, A.; BANGERTH, F. Possible hormonal modes of action of three apple thinning agents. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 16, p. 343-356, 1982.

EMBREE, C. G.; CRAIG, W. E.; FORSYTH, F. R. Effect of daminozide, chlormequat and paclobutrazol on growth and fruiting of Clapps favorite pears. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n. 1, p. 55-56, 1987.

EMEX. **Norma de calidad para mango fresco de exportación**. México: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, 1998. 4 p.

ERAMUS, H. D.; BROOKS, W. H. Foliar application of uniconazole (Sunny) to avocado trees to improve fruit size and yield and to chance fruit shape. **South African Avocado Growers' Association Yearbook**, Pretoria, v. 21, p. 52-53. 1998

ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MENEZES, J. B.; SOUZA, T. H.; MELO, F. C.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; MACHADO, F. L. C. Effect of air temperature on mangotree yield and fruit quality. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 645, p.189-194, 2002.

EVANS, R. R.; EVANS, J. R.; RADEMACHER, W. Prohexadione calcium for suppression of vegetative growth in eastern apples. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 451, p.663-666, 1997.

EVANS, L.; EVANS, R.; REGUSCI, C. L.; RADEMACHER, W. Mode of action, metabolism and uptake of BAS-125W, prohexadione-calcium. **HortScience**, Alexandria, v. 34, n. 7, p. 1200-1201, 1999.

FAGERNESS, M. J.; YELVERTON, F. H.. Tissue production and quality of 'Tifway' Bermudagrass as affected by seasonal application patterns of Trinexapac-Ethyl. **Crop Science**, Madison, v. 40, p. 493-497, 2000.

FAGERNESS, M. J.; YELVERTON, F. H.; LIVINGSTON, D. P.; RUFTY, W. Temperature and Trinexapac-Ethyl effects on bermudagrass growth, dormancy and freezing tolerance. **Crop Science**, Madison, v. 42, p. 853-858, 2002.

FALLAHI, E. Metabolism, action and use of BAS-125W in apples. **HortScience**, Alexandria, v. 34, p. 1192-1193, 1999.

FAO. **Dados agrícolas de FAOSTAT**: área colhida, produção e rendimento - manga. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/535/default.aspx#ancor>. Acesso em 20 jul.2008

FERRARI, D. F.; SERGENT, E. A. promoción de la floración y frutificación en mango (*Mangifera indica*, L.) cv. Haden, com paclobutrazol. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Maracay, v. 22, p. 9-17, 1996.

FIERRO, C. A.; ULLOA, M. A development reference stage for flower induction response to potassium nitrate in mango. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 291, p. 71-78, 1991.

FLETCHER, R. A.; SOPHER, C. R.; VETTAKKORUMAKANKAV. Regulation of gibberellins is crucial for plants stress protection. In: BASRA, A. S. (Ed.). **Plant growth regulators in agriculture and horticulture**: their role and commercial uses. New York: Food Products Press. 2000. p. 71-87 .

FREIRE JUNIOR, M. ; CHITARRA, A. B. Efeito da aplicação do cloreto de cálcio nos frutos da manga 'Tommy Atkins' tratados hidrotermicamente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 5, p. 761-769, 1999.

GOMEZ-LIM, M. A. Postharvest physiology. In: LITZ, R. E. (Ed.). **The mango botany, production and uses**. Wallingford.: CAB International, 1997, p. 425-445.

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.

GREENE, D. W. The effect of repeat annual applications of Prohexadione–calcium on fruit set, return bloom, and fruit size of apples. **HortScience**, Alexandria, v. 43, p. 286-583, 2008.

GROCHOWSTA, M. J.; HODUM, M. ; MIKA, A. Improving productivity for four fruit species by growth regulators applied once in ultra-low doses to the collar. **Journal Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v. 79, n. 2, p. 252-259, 2004.

GUAK, S.; NEILSEN, D.; LOONEY, N. E. Growth, allocation of N and carbohydrates, and stomatal conductance of greenhouse grown apple treated with prohexadione and gibberellins. **Journal Horticultural Science Biotechnology**, Ashford, v. 76, p. 746-752, 2001.

HEGELE, M.; BANGERTH, F.; NAPHRUM, D.; SRUMASIRI, P.; MANOCHAI, P. Control of flower induction in tropical/subtropical fruit trees by phytohormones using the example of longan and mango. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 727, p. 217-276, 2006.

HEGELE, M.; BOONBLOND, N.; BANGERTH, F., NAPHRUM, D.; CHATTRAKUL, A. SRUAMSIRI, P. ; MANOCHAI, P. Changes in Pn, IAA exports from leaves and cytokinins in the xylem sap after girdling of young mango trees in combination with different growth regulators and their possible significance for flower induction. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 645, p. 417-424, 2004.

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

INTERNATIONAL COMMONWEALTH INSTITUTE. **Regulador de crecimiento**: para controlar y obtener un desarrollo optimo de la vegetacion. Londres, 1993. Np.

ITO, A.; YAEGAKI, H.; HAYAMA, H.; KUSABA, S.; YAMAGUCHI, J.; YOSHIOKA, H. Bending shoots stimulates flowering and influences hormone levels in lateral buds of Japanese pear. **Science Horticulturae**, Amsterdam, v. 34, p. 1224-1226, 1999.

ITO, A.; HAYAMA, H.; YOSHIOKA, H. The effect of shoot-bending on the amount of diffusible indole-3-acetic acid and its transport in shoots of Japanese pear. **Plant Growth Regulators**, Dordrecht, v. 34, n. 2, p. 151-158, 2001.

KAUFMANN, J. E. The role of PGR science in chemical vegetation control. **Proceeding Plant Growth Regulation Society of American**, v. 13, p.2-14, 1986.

KENDE, H.; ZEEVAART, J. A. D. The five "classical" plant hormones. **The Plant Cell**, Rockville, v. 9, p. 1197-1210, 1997.

KHURSHID, T.; MCNEIL, D. L.; TROUGHT, M. C. T.; HILL, G. D. The response of young 'Braeburn' and 'Oregon Spur Delicious' apple trees growing under an ultra-high density planting system to soil-applied paclobutrazol: I. Effect on reproductive and vegetative growth **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 72, n. 1, p. 11-24, 1997.

KINET, J. M. Environmental., chemical., and genetic control of flowering. **Horticultural Reviews**, Westpont, n 15, p. 279-334, 1993.



KOHNE, J.; KREMER-KOHNE, S. Comparison of growth regulators paclobutrazol and uniconazole on avocado. **South African Avocado Growers' Association Yearbook**, Pretoria, v.12, p. 38-39, 1987.

KURIAN, R. M.; IYER, C. P. Chemical regulation of tree size in mango (*Mangifera indica*, L.) cv. Alphonse: II. Effects of growth retardants on flowering and fruit set. **Journal of Horticultural Science**, Kent, v. 68, n. 3, p. 355-360, 1993.

LACERDA, M. P. Manga. **Hortifruti Brasil**, Piracicaba, v. 6, n. 68, p. 22, maio, 2008. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/68/manga.pdf>>. Acesso em: 29 de maio 2008.

LEDERMAN, I. E.; BEZERRA, J. E. F.; CARVALHO, P. S. de; ALVES, M. A.; SANTOS, V. F. dos. Determinação do ponto de colheita da manga cv. Tommy Atkins, para a região semi-árida de Pernambuco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.20, n. 2, p.145-151, 1998.

LIMA, M. A. C. de; TRINDADE, D. C. G. da; SANTOS, A. C. N. dos; PAES, P. de C. Armazenamento refrigerado de manga 'Tommy Atkins' sob atmosfera modificada (Smartbag™). In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE TECNOLOGÍA POSTCOSECHA Y AGROEXPORTACIONES, 5, 2007, Cartagena. **Artigos completos**. Cartagena. GPR/AITEP. 2007. p. 1288-1296.

LIMA FILHO, J. M.; ASSIS, J. S.; TEIXEIRA, A. H. C.; CUNHA, G. A. P.; CASTRO NETO, M. T. Ecofisiologia In: GENU, P. J. de C.; PINTO, C. A. de Q. (Ed.) **A cultura da mangueira**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. cap. 12, p. 243-257.

MAAS, F. Carry-over effects of CCC – applications in pear orchards. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 727, p. 125-132, 2006.

MAXSON, K. L.; JONES, A. L. Management of fire blight with gibberellin inhibitors and sar inducers. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 590, p. 217-223, 2002.

MEDLICOTT, A. P.; BHOGOL, M.; REYNOLDS, S. B. Changes in peel pigmentation during ripening of mango fruit (*Mangifera indica*, var. Tommy Atkins). **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 109, p. 651-656, 1986a.

MEDLICOTT, A. P.; REYNOLDS, S. B.; THOMPSON, A. K. Effects of temperature on the ripening of mango fruit (*Mangifera indica* L.) var. Tommy Atkins. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 37, n. 5, p. 469-474, 1986b.

MILLER, S. S. Plant bioregulators for apple and pear culture. **Horticultural Reviews**, Westport, v. 10, p. 309-401, 1988.

MITRA, S.K.; BALDWIN, E.A. Mango. In: MITRA, S.K. **Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits**. New York: CAB International, p. 85-122, 1997.

MOUCO, M. A. do C.; ALBUQUERQUE, J. A. S. de. Efeito do paclobutrazol em duas épocas de produção da mangueira. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 2, p. 219-225, 2005.

NAPHRON, D.; SRUAMSIRI, P.; HEGELE, M.; BOONPLOD, N.; BANGERTH, F.; MANOCHAI, P. Hormonal changes in various tissues of mango trees during flower induction following cold temperature. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 645, p. 453-457, 2004.

NARTVARANANT, P.; SUBHADRABANDHU, S.; TONGUMPAL, P. Practical aspect in producing off-season mango in Thailand. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 509, p. 661-668, 2000.

NISSIM-LEVI, A.; OVADIA, R.; FORER, I.; OREN-SHAMIR, M. Increased anthocyanin accumulation in ornamental plants due to magnesium treatment. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, v. 83, n. 3, p. 481-487, 2007

NUNEZ-ELISEA, R.; DAVENPORT, T. L. Effect of leaf age, duration of cool temperature treatment, and photo period on bud dormancy release and floral initiation in mango. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 62, n. 1/2, p. 62-63, 1995.

NUNEZ-ELISEA, R.; DAVENPORT, T. L. Gibberellin and temperature effects on dormancy release and shoots morphogenesis of mango (*Mangifera indica*, L.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 77, p. 11-21, 1991.

PANNACCI, E.; COVARELLI, G.; TEI, F. Evaluation of Trinexapac-Ethyl for Growth regulation of Five Cool-Season Turfgrass Species. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 661, p. 349-351, 2004.

PENTER, M. G.; SNIJDER, B.; STASSEN, P. J. C.; SCHÄFER, E. The effect of inhibitors of fruit production in Hass avocado trees. **South African Avocado Growers Association Yearbook**, Pretoria, v. 23, p. 46-51. 2000.

PENTER, M. G.; STASSEN, P. J. C. Chemical manipulation as part of a management programme for improved fruit yield and quality in avocado orchards. **South African Avocado Growers Association Yearbook**, Pretoria, v. 22, p. 69-75, 1999.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B. Control of Gala and Fuji Apple Tree Growth by Prohexadione-Ca. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLANT BIOREGULATORS IN FRUIT PRODUCTION, 10., 2005, Saltillo. **Abstracts...** Saltillo, Mexico, 2005. p. 41.

PIETRANEK, A.; JADCZUK, E.; SADOWISKI, A.; BASAK, A.; WAPNIEWSKA, M. Effect of Prohexadione-ca on growth and cropping of gloster apple trees. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLANT BIOREGULATORS IN FRUIT PRODUCTION, 10., 2005, Saltillo. **Abstracts...** Saltillo, Mexico, 2005. p. 43.

PINTO, A.C. de Q.; COSTA, J.G. da; SANTOS, C.A.F. Principais variedades. In: GENUÍ, P.J. de C.; PINTO, C.A. de Q. (Ed) **Acultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. Cap. 13, p.13, p.93-106.

PORTAL do agronegócio. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/>>.

Acesso em: 21 jan. 2008.

PREGNOLATTO, W.; PREGNOLATTO, N.P. (Coord.). **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v.1, 375 p.

PRIVÉ, J. P.; CLINE, J.; FAVA, E. Influence of prohexadione calcium (Apogee<sup>®</sup>) on shoot growth of non-bearing mature apple trees in two different growing regions. **Canadian Journal Plant Science**, Ottawa, v. 86, p. 227-233, 2006.

QUINLAN, J. D.; RICHARDSON, P. J. Effect of paclobutrazol (PP333) on apple shoot growth. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 146, p.105-110, 1984.

RADEMACHER, W. Chemical regulation of shoot growth in fruit trees. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 653, p. 29-32, 2004a.

RADEMACHER, W. Future role of plant biorregulators in fruit production (keynote). **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 636, p. 21-27, 2004b.

RADEMACHER, W. Growth retardants: biochemical features and applications in horticulture. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 394, p. 57-74, 1995.

RADEMACHER, W. Growth retardants: Effects on gibberellins biosíntesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Molecular**, Palo Alto, v. 51, p. 501-531, 2000.

RADEMACHER, W.; KOBER, R. Efficient use of prohexadione Ca in pome fruits. **European Journal Horticultural Science**. Stuttgart, v. 68, n. 3, 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**, Leuven, n.727, p. 97-106, 2006.

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.; GÓMEZ-CASTAÑEDA, J. C.; BENAVIDES-MENOZA, A.; ROBLEDO-TORRES, V.; ENCINA-RODRIGUEZ, L. I.; COELLO-COUTIÑO, C. A. influencia de Prohexadione-Ca sobre crecimiento vegetativo-producción y calidad de fruto en manzano (*Malus domestica* Borkth). **Revista Chapingo - Serie Horticultura**, Chapingo, v. 9, n. 2, p. 279-289, 2003.

RAMÍREZ, H.; PERALTA MANJARREZ. R. M.; BENAVIDES-MENDONZA, A.; SANCHEZ-LÓPEZ, A.; ROBLEDO TORRES,V.; HERNÁNDEZ DAVILA, J. Efectos de Prohexadione-Ca em tomate y su relación com la variación de la concentración de giberelinas y citocininas. **Revista Chapingo - Série Horticultura**, Chapingo, v. 11, n. 2, p. 283-290, 2005.

REEKIE, J. L.; HICKLENTON, P. R.; DUVAL, J.; CHANDLER, C. S. Manipulating transplant morphology to advance and enhance fruit yield in strawberry. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.. 626, p. 235-240, 2003.

REEKIE, J. Y.; HICKLENTON, P. R.; STRUIK, P. C. Prohexadione-calcium modifies growth and increases photosynthesis in strawberry nursery plants. **Canadian Journal Plant Science**, Ottawa, v. 85, p. 671-677, 2005.

SAARLOOS, K. van; SINNEMA, T.; RADEMACHER, W. Experience with Prohexadione-Ca over several years in apples and pears. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLANT BIOREGULATORS IN FRUIT PRODUCTION, 10., 2005, Saltillo. **Abstracts...** Saltillo, Mexico, 2005. p. 40.

SABATINI, E.; NOFERINI, M.; FIORI, G.; CORELLI GRAPPADELLI, L.; COSTA, G. Prohexadione-Ca positively affects gas exchanges and chlorophyll content of apple and pear trees. **European Journal Horticultural Science**, v. 68, p. 123-128, 2003.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Fisiologia vegetal**. México: Iberoamérica, 1994. 759 p.

SALLES, J. R. de J.; TAVARES, J. C. Vida útil pós-colheita de manga (*Mangifera indica* L. cv. Tommy Atkins): influência da temperatura e do estágio de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 171-176, 1999.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SCHOLEFIELD, P.B.; SEDGLEY, M.; ALEXANDER, D. M. E. Carbohydrate cycling in relation to shoot growth, floral initiation and development and field in the avocado. **Scientia Horticulturae**, 25, p. 99-110, 1985.

SILVA, P. C. G. da; CORREIA, R. C. Socioeconomia. In: MOUCO, M. A. do C. (Ed.). **Cultivo da mangueira**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. (Sistemas de Produção, 2).

Disponível em:

<[http://www.cpatia.embrapa.br/sistema\\_producao/spmanga/socioeconomia.htm](http://www.cpatia.embrapa.br/sistema_producao/spmanga/socioeconomia.htm)>. Acesso em: 29 jul. 2007.

SINGH, D.K. **Triazole Compounds in Horticulture**. New Delhi: Agrotech Publishing Academy, 2001. 120 p.

SPAYD, S. E.; TARARA, J. M.; MEE, D. L.; FERGUSON, J. C. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv Merlot berries. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 53, n.3, p.171-182, 2002.

SRINIVASAN, C.; MULLINS, M. G. Physiology of flowering in the grapevine - a review. **American Journal Enology Viticulture**, Reedley, v. 32, n. 1, p. 47-63, 1981.

SRIVASTAVA, L. M. **Plant growth and development: hormones and the environment**. New York: Academic Express, 2002. 772 p.

TAHIR, F. M.; IBRAHIM, M.; HAMID, K. Effect of growth retardants on vegetative and reproductive growth behaviour of mango (*Mangifera indica*, L.). **Journal of Biological Sciences**, Faisalabad, v. 2, n.11, p. 727-728, 2002.

TAKAHASHI, N.; YAMAGUCHI, I. Analyses of endogenous plant hormone levels through the life cycle of higher plants. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 179, p. 47-57, 1986.

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.

TONGUMPAI, P.; HONGSBHANICH, N.; VOON, C. H. Cultural for flowering regulation of mango in Thailand. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 239, p. 375-378, 1989.

TONGUMPAI, P.; JUTAMANANEE, K.; SETHPATHPAKDI, R.; SUNHADRBADHU, S. Variation in level of giberellin-like substances during vegetative growth and flowering of mango cv. Khiew Sawoey. **Acta Horticulturae**, Leuven, , n. 291, p. 105-107, 1991.

TONGUMPAI, P.; JUTAMANEE, K.; SUBHADHARABANGHU, S. Effect of paclobutrazol on flowering of mango cv Khiew Sawoey. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 291, p. 67-70, 1996.

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

VALEXPOR. **Associação dos produtores e exportadores de hortifrutigranjeiros do Vale do São Francisco**. Petrolina, 2007. 16 p

VIVANCO, J. M.; FLORES, H. E. **Control of root formation by plant growth regulators**. In: BASRA, A. S. **Plant growth regulators in agriculture and horticulture: their role and commercial uses**. London: Haworth Press, 2000. cap. 1, p. 1-25.

VOON, C.; PITAKPAIVAN, C.; TAN, S. Mango cropping manipulation with cultural. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 341, p. 219-228, 1993.

ZAMBRANO, J.; MATERANO, W.; BRICEÑO, S. Influencia del período de almacenamiento en las características poscosecha de cinco variedades de mango *Mangifera indica* L. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Maracaibo, v.17, p.164-172, 2000.

WHILEY, A. W. Environmental effects on phenology and physiology of mango. A review. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 341, p. 168-176, 1993.

WILSS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. Pathology. In: WILSS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**. 4. ed. New York: CABI, 1998. p. 144-158.

WINSTON, E. C. Evaluation of paclobutrazol on growth, flowering and yield of mango cv. Kensington. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 32, p. 97-104, 1992.



YAHIA, E. M. **Manejo postcosecha del mango**. México: Universidad de Colima, 1998. 117 p.

YOLDER, K.S.; MILLER, S.S.; BYERS, R.E. 1999. Suppression of fire blight in apple shoots by prohexadione-calcium following experimental and natural inoculation. **HortScience**, Alexandria, v. 34, p. 1202-1204, 1999.

## **APÊNDICE**

**Tabela 1.** Análise química do solo utilizado no experimento conduzido em casa de vegetação e da área experimental, Fazendas Frutavi (amostragem em 0-20 cm e de 20 a 40 cm) e Andorinhas (amostragem em 0-30 cm). Petrolina/PE. 2008.

Exp.	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	CTC	V%	
	H <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				
Exp. 1 *	7,1	25,4	21	0,74	3,9	1,8	0,18	2,14	8,76	75	
Exp. 2	0-20 cm	6,1	5,3	24	0,21	1,5	0,2	0,05	1,48	3,41	56
	20-40 cm	5,9	3,0	22	0,09	1,3	0,3	0,05	0,66	2,37	72
Exp. 3	0-30 cm	7,2	7,0	31	0,21	3,1	1,4	0,00	0,00	6,58	97
Exp. 4	0-30 cm	6,5	15,3	47	0,09	5,2	2,8	0,00	1,44	6,36	87

\*Experimento 1: casa de vegetação da Embrapa Semi-Árido

Experimento 2: Fazenda Frutavi, Petrolina, PE.

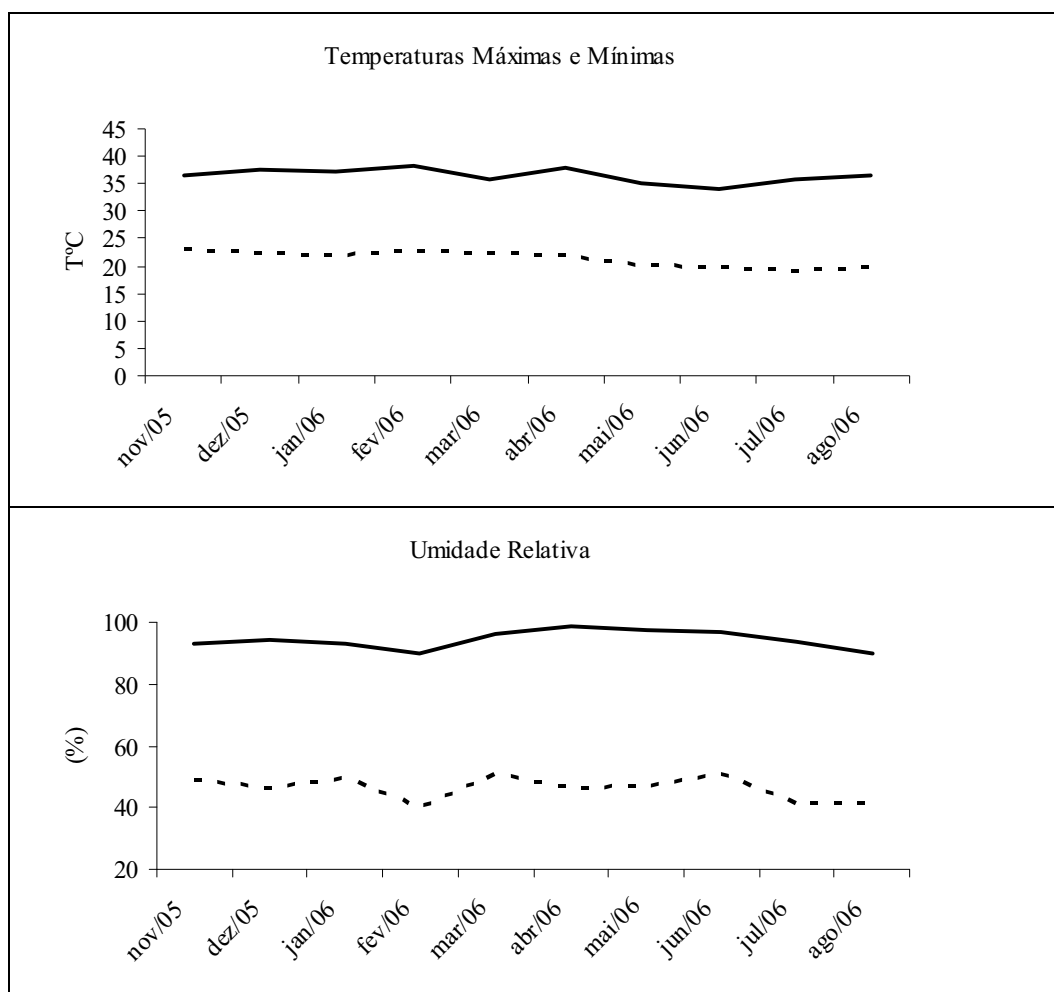
Experimento 3 e 4: Fazenda Andorinhas, Petrolina, PE.

**Tabela 2:** Análise química foliar das plantas do experimento 2, 3 e 4. A amostragem foi feita antes das induções florais (pulverizações com nitrato). Petrolina-PE. 2008

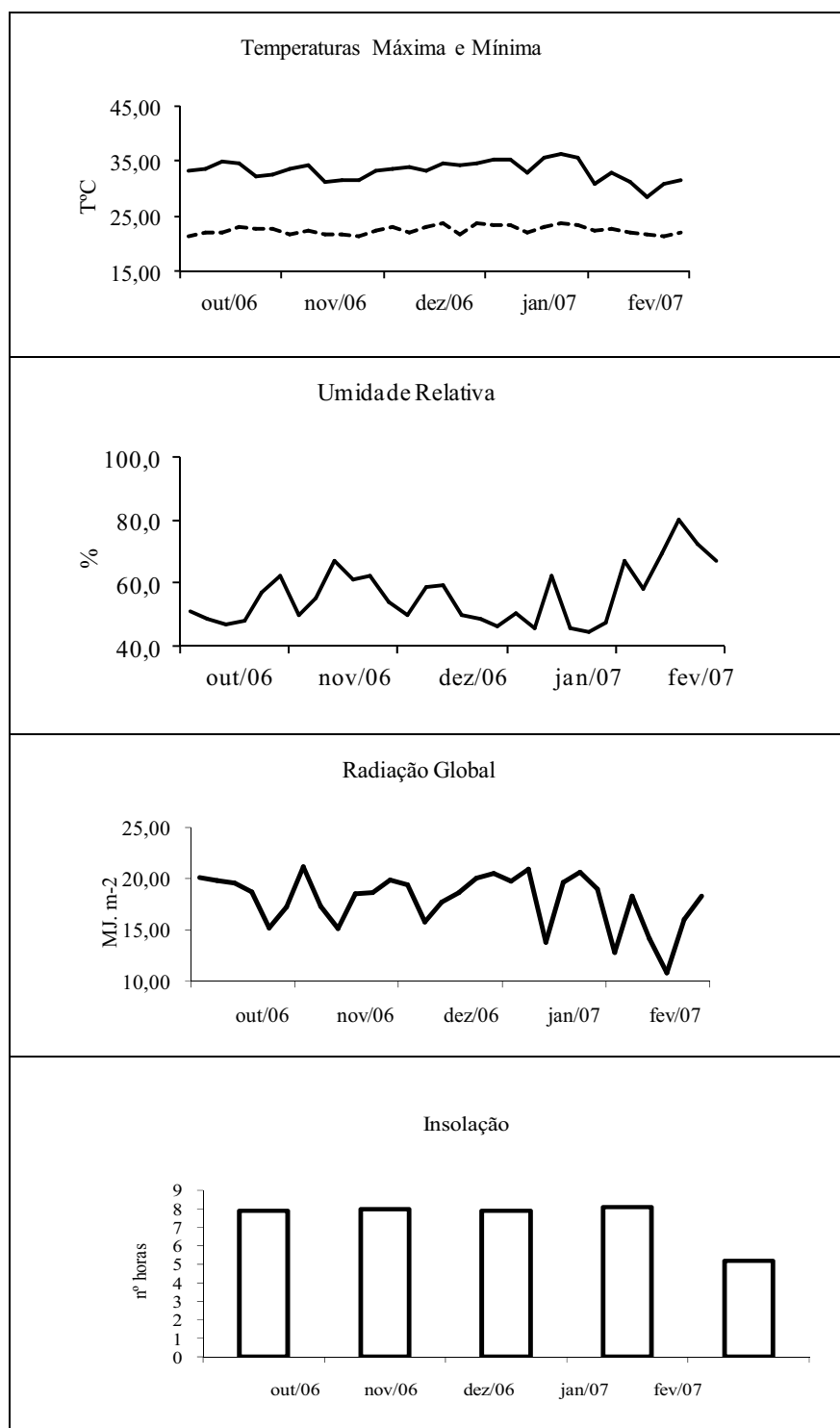
Exp.	N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na	Cl
	g kg <sup>-1</sup>						mg kg <sup>-1</sup>					
Exp 2	17,1	1,4	6,5	12,4	2,7	77,9	24	60	313	23	70	0,0
Exp 3	18,3	1,7	9,5	31,1	3,2	60,0	218	302	126	72	330	0,0
Exp 4	22,0	1,6	11,0	16,4	3,3	25,0	197	95	98	30	350	0,0

Experimento 2: cv. Tommy Atkins. Fazenda Frutavi, Petrolina, PE.

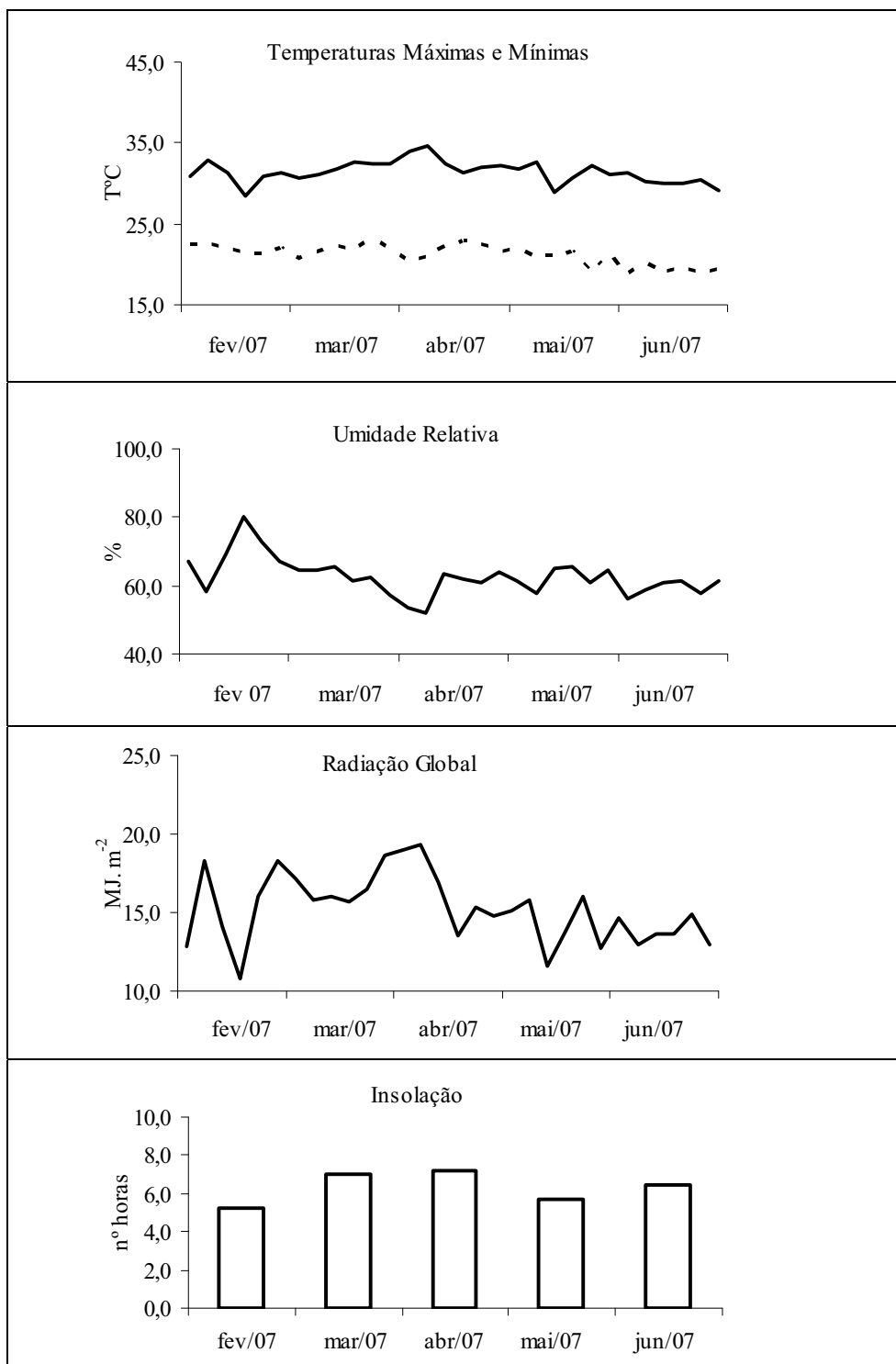
Experimento 3 e 4: cv. Kent. Fazenda Andorinhas, Petrolina, PE.



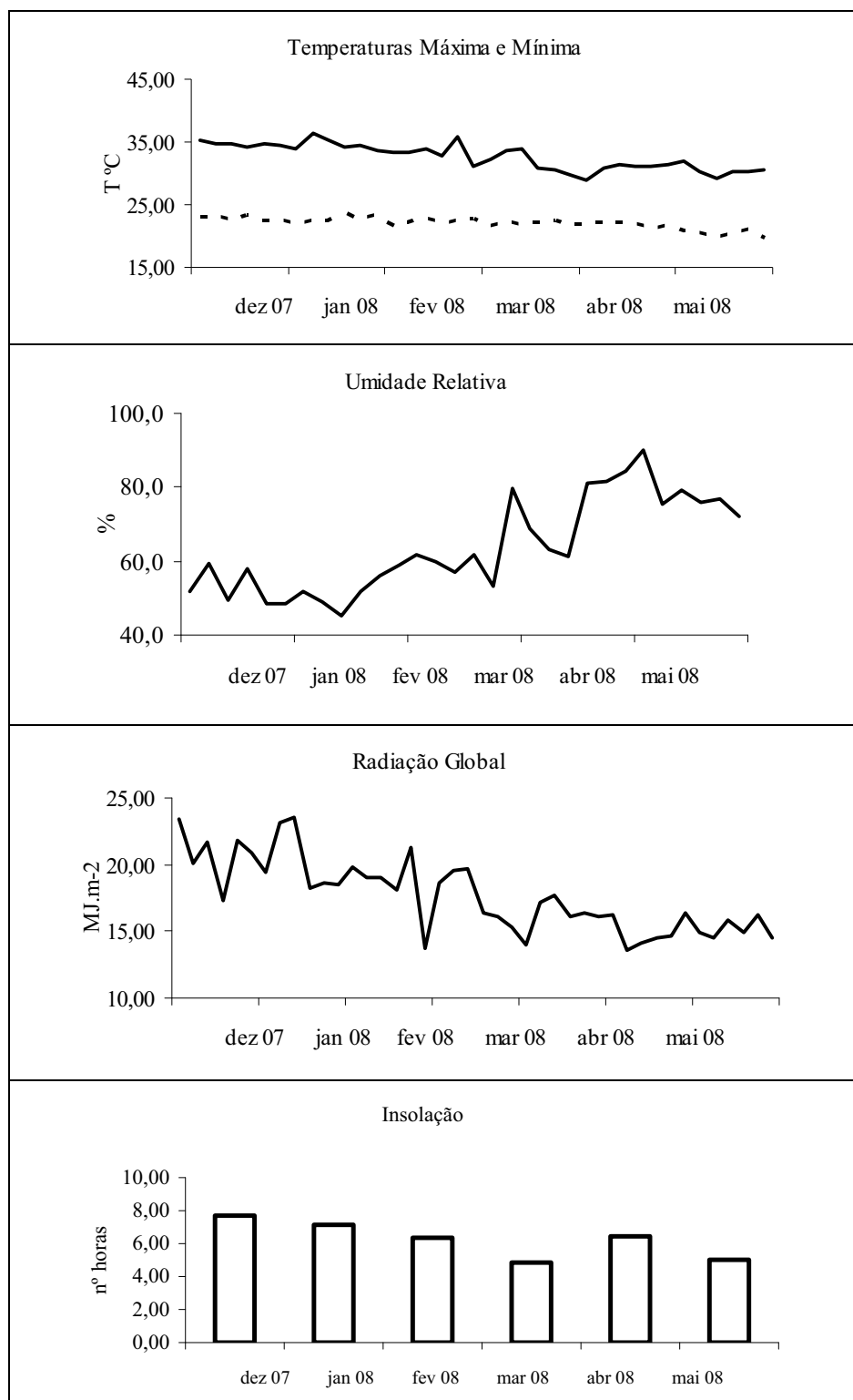
**Figura 1.** Médias de temperaturas ( $T$  °C) e umidade relativa máxima e mínima registradas durante a condução do experimento com mudas da cv. Tommy Atkins. Casa de vegetação, Embrapa Semi-Árido, Petrolina- PE, 2005/2006.



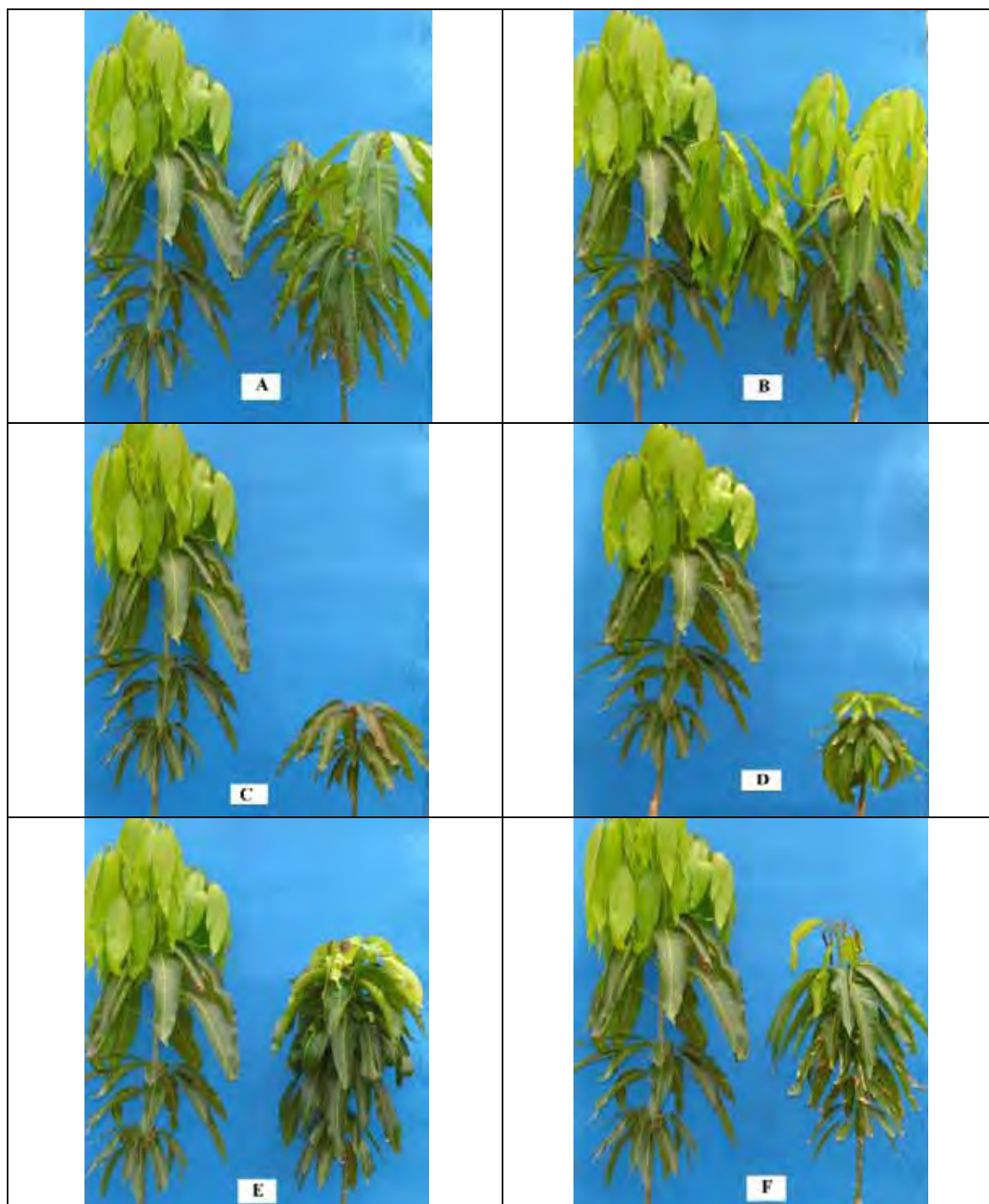
**Figura 2.** Temperatura, umidade relativa, radiação global e insolação, registrados durante a condução do experimento com a cv. Tommy Atkins. Fazenda Frutavi, Petrolina- PE, 2006/2007.



**Figura 3.** Temperatura, umidade relativa, radiação global e insolação, registrados durante a condução do experimento com a cv. Kent. Fazenda Andorinhas, Petrolina- PE, 2007.



**Figura 4.** Temperatura, umidade relativa, radiação global e insolação, registrados durante o experimento na entressafra, com a cv. Kent. Fazenda Andorinhas, Petrolina- PE, 2007/ 2008.



**Figura 5.** Mudas de mangueira cv. Tommy Atkins submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais e comparadas com o controle (planta da esquerda). T1 = ProCa 1 (A); T2 = ProCa 2 (B); T3 = TrixE 1 (C); T4 = TrixE 2 (D); T5= CCC 1 (E); T6 = CCC 2 (F). Embrapa Semi-Árido, Petrolina, PE. 2006.