

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA (UNEB)
Pró-Reitoria de Pesquisa e Ensino de Pós-Graduação (PPG)
Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS)
Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Horticultura Irrigada (PPGHI)

JOÃO BOSCO NUNES BEZERRA

**FITORREGULADORES NO CRESCIMENTO, QUALIDADE E PRODUÇÃO DE
FRUTOS DE MANGUEIRA 'TOMMY ATKINS'**

JUAZEIRO-BA

2020

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA (UNEB)
Pró-Reitoria de Pesquisa e Ensino de Pós-Graduação (PPG)
Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS)
Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Horticultura Irrigada (PPGHI)

JOÃO BOSCO NUNES BEZERRA

**FITORREGULADORES NO CRESCIMENTO, QUALIDADE E PRODUÇÃO DE
FRUTOS DE MANGUEIRA ‘TOMMY ATKINS’**

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós-graduação em Agronomia: Horticultura Irrigada da Universidade do Estado da Bahia (PPGHI - UNEB/DTCS), como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Horticultura Irrigada.

Orientador: Prof. Dr. Valtemir Gonçalves Ribeiro

JUAZEIRO-BA

2020

FICHA CATALOGRÁFICA

Bezerra, João Bosco Nunes

Fitorreguladores no crescimento, qualidade e produção de frutos de mangueira
'Tommy Atkins' / Josão Bosco Nunes Bezerra. – Juazeiro, 2020.
54 fls: il.

Orientador: Valtemir Gonçalves Ribeiro

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade do Estado da Bahia.

Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. Programa de Pós-Graduação em
Agronomia (Horticultura Irrigada) – PPGHortI, Campus III. Juazeiro-BA: 2020.

Inclui referências

1. Semiárido. 2. 6-benzilaminopurina. 3. Ácido Giberélico. 4. *Mangifera indica* L. I.
Ribeiro, Valtemir Gonçalves. II. Universidade do Estado da Bahia. III. Departamento de
Tecnologia e Ciências Sociais. IV. Título.

CDD 634

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA (UNEB)
Pró-Reitoria de Pesquisa e Ensino de Pós-Graduação (PPG)
Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS)
Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Horticultura Irrigada (PPGHI)

JOÃO BOSCO NUNES BEZERRA

FITORREGULADORES NO CRESCIMENTO, QUALIDADE E PRODUÇÃO DE
FRUTOS DE MANGUEIRA 'TOMMY ATKINS'

Aprovado em: 30/07/2020



Valtemir Gonçalves Ribeiro

Universidade do Estado da Bahia – UNEB/DTCS III



Débora Costa Bastos

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Semiárido



Maria Aparecida do Carmo Mouco

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Semiárido

DEDICATÓRIA

A meu pai, Francisco Alves Bezerra, (in memoriam).

À minha mãe Izabel Nunes Bezerra pelo o amor incondicional, a minha esposa Clesia Santos pelo o companheirismo e cumplicidade, a minha família e aos produtores de manga do Vale do São Francisco.

AGRADECIMENTOS

A Deus, o Criador;

Ao meu pai, Francisco Alves Bezerra, entusiasta, lamentavelmente não conseguiu ver o sonho realizado;

À minha mãe Izabel Nunes Bezerra, sogro, sogra, irmãos e cunhados;

À minha esposa Clesia pelo o ombro amigo, paciência, compreensão e companheirismo ao longo da caminhada;

Aos meus filhos: George, João Victor, Gabrielle e Pedro Guilherme que estiveram sempre presentes, apoiando e incentivando;

Agradeço aos colegas de turma 2018.1 pelo convívio, colaboração e companheirismo ao longo do curso

Agradeço a equipe de bolsistas e voluntários do professor Valtemir pela a valiosa contribuição na condução das atividades realizadas em campo e laboratório. Italo, Hudson, Jaine Franc, Pedro Carvalho, José Roberto, Darlan em especial Igor Dantas, Guilherme e Willian Bezerra pelo o companheirismo profissiolanismo e assistência continua e precisa

Agradeço aos amigos Gilmario Noberto, Timóteo e Thiago Neto pela paciência e contribuições importantes.

Ao meu orientador Prof. Dr. Valtemir Ribeiro Gonçalves pelo apoio, aceitar me orientar, pelos valiosos ensinamentos repassados, pela paciência, pela acessibilidade, dedicação e profissionalismo.

Agradeço ao meu nobre colega hoje amigo Paulo Ricardo de Jesus pela importante contribuição na condução das atividades, companheiro de todas as horas

Ao professor Joaquim Pereira Neto pelo auxilio na realização das análises estatísticas,

Agradeço a empresa Agrosol a toda sua equipe em especial o senhor Marcelo e Carlos Gardel por concederem o pomar para a instalação do experimento, atenção e presteza que proporcionaram durante o período que lá estivemos.

À Universidade do estado da Bahia, Departamento de Tecnologias e Ciências Sociais, o corpo docente pelos os ensinamentos no direcionamento para realização da nossa realização acadêmica.

Agradeço a todos os funcionários e técnicos que integram o quadro dessa instituição (UNEB) e do programa de pós-graduação pelo o apoio, sem eles seria impossível a condução das atividades.

À CAPES por conceder bolsa de estudos.

A todos que contribuíram diretamente ou indiretamente para realização dessa nova etapa da minha vida acadêmica e profissional.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Evolução da massa do fruto da manga cv. Tommy Atkins, ao longo da fase de desenvolvimento do fruto, a partir de 45 dias após antese, Juazeiro-BA. A= Aplicação de BAP, concentap 0: controle; 1: 75 mg/L; 2: 150 mg/L; 3: 225 mg/L; 4: 300 mg/L. B=Aplicação de BAP+GA₃, concentap 0: controle; 1: 75 mg/L+75 mg/L; 2: 150 mg/L+150 mg/L; 3: 225 mg/L+225 mg/L; 4: 300 mg/L+300 mg/L. Os dados foram transformados em \sqrt{x} 30
- Figura 2.** Massa dos frutos de 'Tommy Atkins' submetidos a diferentes concentrações de GA₃. Concentração 1: controle; 2: 75 mg/L; 3: 150 mg/L; 4: 225 mg/L; 5: 300 mg/L. Os dados foram transformados em \sqrt{x} 32
- Figura 3.** Evolução de massa do fruto da manga cv. Tommy Atkins, com GA₃, ao longo da fase de desenvolvimento do fruto, a partir de 66 dias após antese. Os dados foram transformados em \sqrt{x} 33
- Figura 4.** Comprimento dos frutos de 'Tommy Atkins' submetidos a diferentes concentrações de BAP, BAP+GA₃ e GA₃. A= Aplicação de BAP, concentap 0: controle; 1: 75 mg/L; 2: 150 mg/L; 3: 225 mg/L; 4: 300 mg/L. B=Aplicação de BAP+GA₃, concentap 0: controle; 1: 75 mg/L+75 mg/L; 2: 150 mg/L+150 mg/L; 3: 225 mg/L+225 mg/L; 4: 300 mg/L+300 mg/L; C=Aplicação de GA₃, concentap 0: controle; 1: 75 mg/L; 2: 150 mg/L; 3: 225 mg/L; 4: 300 mg/L. Os dados foram transformados em \sqrt{x} 34
- Figura 5.** Evolução do crescimento do fruto da manga cv. Tommy Atkins, ao longo da fase de desenvolvimento do fruto, a partir de 52 dias após antese. Os dados foram transformados em \sqrt{x} 35
- Figura 6.** Evolução do diâmetro do fruto da manga cv. Tommy Atkins, ao longo da fase de desenvolvimento do fruto, a partir de 5 dias após antese. Os dados foram transformados em x^2 37
- Figura 7.** Diâmetro dos frutos de 'Tommy Atkins' submetidos a diferentes concentrações de BAP+GA₃ e GA₃. A= Aplicação de BAP, concentap 0: controle; 1: 75 mg/L; 2: 150 mg/L; 3: 225 mg/L; 4: 300 mg/L. B=Aplicação de BAP+GA₃, concentap 0: controle; 1: 75 mg/L+75 mg/L; 2: 150 mg/L+150 mg/L; 3: 225 mg/L+225 mg/L; 4: 300 mg/L+300 mg/L; C=Aplicação de GA₃, concentap 0: controle; 1: 75 mg/L; 2: 150 mg/L; 3: 225 mg/L; 4: 300 mg/L. Os dados foram transformados em x^2 38
- Figura 8.** Acidez titulável (AT) e relação SS/AT em frutos maduros de mangueira 'Tommy Atkins', produzidas sob aplicação exógena de BAP e GA₃ em função de cinco concentrações, Juazeiro, BA, 2020. 41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química de manga ‘Tommy Atkins’	18
Tabela 2. Resumo da ANOVA com medidas repetidas usando o PROC GLM do SAS para avaliar o efeito da aplicação exógena de BAP, BAP+GA ₃ , e GA ₃ em função de cinco concentrações. Juazeiro, BA, 2020.	29
Tabela 3. Resumo da ANOVA para avaliar o efeito da aplicação exógena de BAP e GA ₃ em função de cinco concentrações nas características químicas dos frutos de ‘Tommy Atkins’, Juazeiro, BA, 2020.	39
Tabela 4. Conteúdo de pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT em frutos maduros de mangueira ‘Tommy Atkins’, produzidas sob aplicação exógena de BAP, BAP+GA ₃ , e GA ₃ em função de cinco concentrações, Juazeiro, BA, 2020.....	40
Tabela 5. Produção e produtividade de plantas de mangueira ‘Tommy Atkins’, produzidas sob aplicação exógena de BAP e GA ₃ em função de cinco concentrações, Juazeiro, BA, 2020.	43

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT.....	12
INTRODUÇÃO.....	13
REVISÃO DE LITERATURA	15
A mangicultura no Semiárido brasileiro.....	15
Características botânicas.....	16
Mangueira ‘Tommy Atkins’	18
Desenvolvimento de frutos e alterações físico-químicas	19
Citocinina e giberelina no desenvolvimento de frutos	22
MATERIAL E MÉTODOS	26
Preparo da calda e pulverização	26
Ensaio 1 – Efeito da citocinina	26
Ensaio 2 – Efeito da citocinina+giberelina.....	27
Ensaio 3 – Efeito da giberelina.....	27
Análises de desenvolvimento e crescimento dos frutos	27
Caracterização físico-química dos frutos	27
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
Massa dos frutos	29
Comprimento dos frutos	33
Diâmetro dos frutos	36
Caracterização química dos frutos e produtividade.....	39
CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS	45

FITORREGULADORES NO CRESCIMENTO, QUALIDADE E PRODUÇÃO DE FRUTOS DE MANGUEIRA ‘TOMMY ATKINS’

RESUMO

O cultivo da mangueira nas condições semiáridas é responsável por um significativo volume de negócios, impactando a economia da região. O uso de reguladores de crescimento de plantas assumiu parte integrante da fruticultura moderna para aumentar o tamanho e a qualidade das espécies de frutas. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de aplicações de citocininas e giberelinas BAP e GA₃ no crescimento, nas características físico-químicas e produção de frutos de mangueira ‘Tommy Atkins’. O experimento foi conduzido em pomar comercial com mangueira, no perímetro irrigado de Mandacaru em Juazeiro-BA. Plantas de mangueiras foram pulverizadas com cinco concentrações (0, 75, 150, 225, 300 mg/L) de BAP e de BAP+GA₃ aos 15 dias após a antese (DAA), quando se iniciou a floração plena, sendo repetida aos 30 e 45 DAA, totalizando três aplicações. As aplicações isoladas de GA₃ nas mesmas concentrações ocorreram aos 60 DAA, quando ocorre uma retomada de crescimento do fruto da mangueira, sendo repetida aos 70 e 80 DAA, totalizando três aplicações. Os frutos foram avaliados a cada sete dias a partir de 52 DAA, tomando-se as medidas da massa, do diâmetro e do comprimento até a colheita, e caracterizados físico-quimicamente quanto ao teor de sólidos solúveis e acidez. Entre 66 e 73 DAA, ocorreu uma maior inclinação das retas, mostrando um maior pico de crescimento nesse período. A aplicação combinada de 150 mg/L+150 mg/L de BAP+GA₃ promoveu ao final do período de avaliação uma maior massa dos frutos em comparação às demais e ao controle. Para o comprimento do fruto, as concentrações de BAP+GA₃ variando de 150 a 300 mg/L apresentaram diferença significativa quando comparadas com o tratamento controle, mostrando o aumento longitudinal significativo dos frutos de manga ‘Tommy Atkins’, independente do tempo avaliado. Quanto à qualidade, somente a acidez e relação SS/AT foram influenciadas pelas aplicações combinadas de BAP+GA₃. Com relação à produtividade das mangueiras, a produção de frutos por planta e porcentagem de frutos tipo nº 8, não foram observadas diferenças significativas, porém as concentrações 75 e 150 mg/L de BAP, 150 e 225 mg/L de BAP+GA₃ e 75 mg/L GA₃ apresentaram mais de 50% dos frutos classificados como tipo nº 8. Conclui-se que a aplicação exógena de 150 mg/L BAP + 150 mg/L GA₃ aos 15, 30 e 45 DAA são indicadas para aumentar a massa, diâmetro, comprimento, acidez do fruto e percentual de frutos tipo nº 8 em ‘Tommy Atkins’.

Palavras-chave: Semiárido; 6-benzilaminopurina; Ácido giberélico; *Mangifera indica* L.

PHYTOREGULATORS IN GROWTH, QUALITY AND PRODUCTION OF 'TOMMY ATKINS' MANGO FRUITS

ABSTRACT

The cultivation of mango in the semi-arid conditions is responsible for a significant volume of business, affecting the region's economy. The use of plant growth regulators has taken an integral part of modern fruit growing to increase the size and quality of fruit species. Thus, the work aimed to evaluate the effect of applications of cytokinins and gibberellins, BAP and GA₃, on growth, physicochemical characteristics and fruit production of 'Tommy Atkins' mango fruits. The experiment was conducted in a mango commercial orchard, in the irrigated perimeter of Mandacaru in Juazeiro-BA. Mango trees were sprayed with five doses (0, 75, 150, 225, 300 mg/L) of BAP and BAP + GA₃ at 15 days after anthesis (DAA), when full flowering began, being repeated at 30 and 45 DAA, totaling three sprays. Isolated applications of GA₃ at the same doses occurred at 60 DAA, when there is a resumption of mango fruit growth, being repeated at 70 and 80 DAA, totaling three sprays. The fruits were evaluated every seven days from 52 DAA, taking the measures of weight, diameter and length until harvest, and physicochemically characterized as to the content of soluble solids and acidity. Between 66 and 73 DAA, there was a greater inclination of the straight lines, showing a higher peak of growth in this period. The combined application of 150 mg/L+150 mg/L of BAP+GA₃ promoted at the end of the evaluation period a greater fruit weight compared to the other and the control. For fruit length, BAP+GA₃ concentrations ranging from 150 to 300 mg/L showed a significant difference when compared to the control treatment, showing the significant longitudinal increase of 'Tommy Atkins' mango fruits, regardless of the time evaluated. As for quality, only the acidity and SS/TA ratio were influenced by the combined applications of BAP+GA₃. Regarding the mango trees productivity, fruit yield per plant and percentage of type 8 fruits, no significant differences were observed, however the concentrations 75 and 150 mg/L of BAP, 150 and 225 mg/L BAP+AG₃ and 75 mg/L GA₃ presented more than 50% of fruits classified as type 8. It is concluded that the exogenous application of 150 mg/L BAP+150 mg / L GA₃ at 15, 30 and 45 DAA are indicated to increase the weight, diameter, length, fruit acidity and percentage of type 8 fruits in 'Tommy Atkins'.

Keywords: Semiarid; 6-benzylaminopurine; Gibberellic acid; *Mangifera indica* L.

INTRODUÇÃO

A manga (*Mangifera indica* L.) é originária do continente asiático, mais precisamente da Índia, e representa uma das mais importantes frutas tropicais produzidas no mundo. No Brasil, ela foi introduzida pelos colonizadores portugueses no século 17 por meio de sementes. Mais tarde, foi dispersa na região interiorana brasileira pelos bandeirantes, em face da sua excelente adaptação às condições edafoclimáticas do Brasil, especialmente entre as latitudes de 3° N e 28° S (Pinto, 2008).

A manga é uma das frutas mais exportadas pelo Brasil. Em 2019, houve recorde nos embarques, tanto em volume, com cerca de 221,913 mil toneladas, significando alta de 30% em relação ao volume do ano anterior, quanto em receita, de mais de US\$ 227 milhões (Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2020). O cultivo da mangueira em áreas semiáridas é uma das principais opções para as áreas irrigadas e o polo é um dos maiores produtores e exportadores da fruta, concorrendo com seus produtos no mercado internacional (Souza *et al.*, 2018). No Vale do São Francisco, somente em 2019, houve crescimento de 25% na área cultivada, segundo balanço do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), vinculada à Universidade de São Paulo (USP) (Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2020).

A manipulação da época de produção da mangueira por meio de práticas como manejo da irrigação, podas e uso de reguladores vegetais, associadas às condições climáticas adequadas, tem possibilitado aos produtores de manga dessa região o escalonamento da produção em função da demanda do mercado, o que tem proporcionado vantagens para o agronegócio desta fruta (Mouco *et al.*, 2012).

A mangueira 'Tommy Atkins' é a mais cultivada no Brasil e cada vez mais aceita na UE, particularmente nos mercados do norte da Europa, provavelmente como resultado do cuidadoso controle de qualidade (aspecto externo e grau de maturação) exercido pelos produtores brasileiros nos últimos anos (Gálan-Saúco, 2017).

A qualidade da manga exportada ou apresentada nos balcões de atacadistas e varejistas no mercado interno representa o fator principal na escolha do consumidor. Esta escolha influencia diretamente na aquisição do comprador ou distribuidor e, na outra ponta da cadeia, na produção do mangicultor. Além do sabor, sugere-se uma forte correlação entre o teor de

matéria seca e a aceitabilidade do consumidor na escolha de uma cultivar de manga (Nassur, 2013).

O uso de reguladores vegetais de plantas assumiu parte integrante da fruticultura moderna para aumentar a produção de frutas de qualidade. Os reguladores vegetais são substâncias orgânicas produzidas naturalmente em plantas superiores, controlando o crescimento ou outras funções fisiológicas em um local distante de seu local de produção e ativo em pequenas quantidades. Incluem auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, retardadores de crescimento e inibidores de crescimento (Kumari *et al.*, 2018).

A frutificação ideal dos pomares pode ser mantida pela aplicação exógena dos reguladores vegetais das plantas. A exemplo disso, a aplicação exógena de auxina, giberelinas e citocininas controla a porcentagem de queda de frutas antes da colheita, levando a um aumento no número total de frutas por planta. Na maioria das frutas oriundas por polinização cruzada ajuda a prevenir a abscisão precoce dos frutos, substituindo, em certa medida, a produção endógena normal das mesmas, ainda aumentam o tamanho dos frutos diretamente por meio da estimulação da divisão celular (Bons & Kaur, 2019).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de aplicações de citocininas e giberelinas, BAP e GA₃, no crescimento, nas características físico-químicas e produção de frutos de mangueira ‘Tommy Atkins’.

REVISÃO DE LITERATURA

A mangicultura no Semiárido brasileiro

A manga, por produção, é a terceira maior entre as frutas tropicais do mundo, atrás das bananas e do abacaxi, sendo produzidas em mais de 100 países nas regiões tropicais e subtropicais (Bally & Dillon, 2018). Destaca-se entre as principais frutíferas cultivadas no Brasil, que é o sétimo maior produtor de manga do mundo, depois da Índia, China, Tailândia, Indonésia, Paquistão e México (Faostat - Fao, 2020).

O cultivo da mangueira nas condições semiáridas, como a do Vale do Submédio do São Francisco (VSF) é responsável por um significativo volume de negócios que envolvem tanto o mercado interno como o externo, impactando a economia da região pela geração de empregos e renda (Mouco & Lima-Neto, 2018).

O território do VSF funciona de forma sistêmica, pois agrega espaços geográficos de dois Estados do Nordeste, além de formar com os dois principais municípios – Juazeiro-BA e Petrolina-PE – uma das maiores conurbações do Semiárido (Leão *et al.*, 2016).

A mangicultura irrigada nesta região ampliou a área colhida de 39,2 mil hectares para 49 mil hectares em 2019 (Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2020). Segundo os últimos dados do IBGE, em 2018 foram colhidas mais de 1,3 milhões de toneladas de manga, sendo o VSF responsável por mais de 781 mil toneladas (59,23%) (IBGE, 2018).

A grande maioria da manga exportada pelo Brasil, cerca de 85% da produção, também é de origem do VSF (Mouco, 2015; Valexport, 2018). O escoamento da produção da manga do VSF em 2017 se concentrou na Europa (75,13%), na qual a Holanda (Países Baixos) converge 46,86% do comércio e é o principal responsável por abastecer particularmente países do Leste Europeu. Depois em menores percentuais os Estados Unidos da América (18,75%), Canadá (3,65%) e América do Sul (2,31%) (Comexstat/Mdic, 2018). Recentemente novos mercados foram abertos, como a Coreia do Sul e África do Sul (Maynar, 2018).

As regiões áridas e semiáridas são favoráveis ao cultivo da mangueira irrigada, principalmente por proporcionarem a exposição dos frutos a elevados níveis de radiação solar, deixando-os com coloração intensa e relativamente livres de doenças (Teixeira *et al.*, 2015).

Com essas características, a possibilidade de produção durante todo o ano é o diferencial de maior interesse na exploração da mangueira nas condições semiáridas (Mouco & Lima-

Neto, 2018). O sucesso dos pomares de manga no Semiárido se deve, além da irrigação citada anteriormente, à utilização de técnicas eficientes com reguladores vegetais, como a indução floral com o paclobutrazol (PBZ), permitindo o estabelecimento de estratégias de comercialização para períodos favoráveis de mercado e sucesso econômico no cultivo de manga (Fonseca *et al.*, 2006; Lobo & Sidhu, 2017).

O cultivo da mangueira no Vale do São Francisco baseia-se em cinco cultivares originárias da Flórida: ‘Palmer’, ‘Tommy Atkins’, ‘Kent’ e ‘Keitt’; e duas cultivares consideradas originadas no próprio território brasileiro: ‘Espada’ e ‘Rosa’ (Mouco & Lima-Neto, 2018).

Do total de manga comercializado no varejo do Vale do São Francisco, a cultivar Tommy Atkins teve participação de 34,04%, seguida da ‘Rosa’ (19,26%), ‘Espada’ (16,13%) e ‘Palmer’ (17,48%), as outras cultivares como Haden, Kent e Keit corresponderam a 13,09% (Machado *et al.*, 2017).

As cultivares americanas ainda dominam o mercado global de exportação de frutas frescas, principalmente quando destinadas à União Europeia e aos Estados Unidos da América, cujos consumidores preferem mangas bem coloridas (casca e polpa) com uma relação açúcar/acidez bem equilibrada (Galán-Saúco, 2017). Desta forma, o predomínio dessas cultivares no VSF se deve ao planejamento inicial da mangicultura na região, que era a conquista de mercados internacionais, atendendo assim, a demanda dos consumidores estrangeiros (Mouco & Lima-Neto, 2018).

Características botânicas

As mangas pertencem ao gênero *Mangifera*, que consiste em cerca de 30 espécies de árvores frutíferas tropicais da família Anacardiaceae. É uma árvore com galhos ramificados que cresce a uma altura de 10 a 45 m, em forma de cúpula com folhagem densa, tipicamente ramificada a partir de um tronco robusto (Shah *et al.*, 2010).

O dossel consiste em folhas verde-escuras, dispostas em espiral nos galhos, oblongas lineares, lanceoladas - elípticas, apontadas para as duas extremidades; as lâminas foliares têm cerca de 15 a 35 cm de comprimento e 6 a 16 cm de largura. As folhas jovens são produzidas em descargas periódicas com o tom de cor das folhas em expansão variando entre marrom e vermelho (Shah *et al.*, 2010; Bally & Dillon, 2018).

Os ramos terminais maduros exibem panículas entre 2.000 e 4.000, de flores piramidais profusas, vistosas, eretas e de 10 a 40 cm de comprimento, com várias centenas de flores (Lobo & Sidhu, 2017). As flores da mangueira são pequenas (6 mm a 8 mm), pentâmeras, de cores claras, apresentam guias de néctar e exalam odor forte e adocicado. Nas masculinas, o androceu é formado por quatro a cinco estaminódios e um estame com anteras bitecas. As flores hermafroditas apresentam androceu semelhante ao descrito para as flores masculinas e gineceu desenvolvido, composto por ovário súpero, uniovulado, com estilete posicionado lateralmente ao ovário, terminando em um estigma simples (Kiill & Siqueira, 2012).

A floração em uma panícula individual é sequencial da base até a extremidade distal, podendo ocorrer durante um período de três semanas, dependendo da temperatura e de outras condições ambientais. A floração pode ser estendida por até 8 semanas devido ao tempo diferencial da emergência da panícula, proporcionando um período prolongado de disponibilidade de polinização e produção de frutos (Bally & Dillon, 2018).

O fruto da mangueira é tipo drupa, leva de três a seis meses para amadurecer (Lobo & Sidhu, 2017) e os embriões de sementes podem ser monoembrionários ou poliembrionários, dependendo do genótipo (Bally & Dillon, 2018). Em um fruto climatérico, como a manga, a qualidade nutricional desejada não é a mesma do fruto maduro (maturação fisiológica). Para a melhor qualidade sensorial dos frutos, os mesmos requerem um período de maturação antes de atingir o sabor e textura desejados pela maioria dos consumidores (Cortés *et al.*, 2016).

A fruta imatura tem casca verde que gradualmente se torna amarela, laranja, roxa, vermelha ou combinações dessas cores à medida que amadurece com pequenos pontos amarelados, esverdeados ou avermelhados. Varia em tamanho (6,25–25 cm de comprimento), peso (0,17–2,26 kg), forma (quase redonda, oval, oval, oblonga ou com formato de rim) e cor (amarelo, laranja, vermelho, roxo ou verde). A cor da polpa varia de amarelo pálido a laranja profundo (Lobo & Sidhu, 2017).

Em condições ambientais, as mangas mantêm-se bem apenas por 5 a 6 dias, pois permanecem biologicamente ativas mesmo após a colheita e realizam respiração, transpiração e outros processos bioquímicos, que deterioram a qualidade dos frutos e, finalmente, não são comercializáveis (Reddy *et al.*, 2017).

Mangueira ‘Tommy Atkins’

O Vale do São Francisco, como os perímetros irrigados – Mandacaru, Maniçoba, Tourão, Curaçá e Bebedouro que já teve aproximadamente 85% de sua área colhida com a cultivar Tommy Atkins (Favero, 2008; Santos *et al.*, 2015; Lima *et al.*, 2018), atualmente possui 50% com ‘Palmer’, 30% com ‘Tommy Atkins’ e 20% com ‘Keitt’ e ‘Kent’ (Lima *et al.*, 2018).

A manga ‘Tommy Atkins’ desenvolveu-se a partir de uma semente plantada no início dos anos 20, em um pomar no Condado de Broward, Flórida, ao norte de Fort Lauderdale, nos EUA, originada de uma progênie da ‘Haden’ com paternidade desconhecida, formando uma árvore vigorosa, com copa e folhagem muito densa e arredondada, folhas com formato oval-lanceolada. O ano exato em que deu o primeiro fruto não é conhecido, mas aparentemente foi no início dos anos 40. A cor marcante da fruta atraiu a atenção do Sr. T. H. Atkins, que acreditava que ela tinha potencial como cultivar comercial (Campbell, 1973; Campbell & Campbell, 1993; Pinto, 2002). Produz frutos médios a grandes (até 13 cm de comprimento, 400 g a 600 g), de casca espessa e formato oval, lisa e de coloração atraente que vai do vermelho com laivos amarelos ao vermelho-brilhante. A polpa apresenta textura firme, suculenta, coloração amarelo-escura, de sabor agradável, doce, com teor de sólidos solúveis (16° Brix), com poucas fibras (Pinto *et al.*, 2000; Carvalho *et al.*, 2004; Mouco, 2008). A composição química do fruto está descrita na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química de manga ‘Tommy Atkins’.

pH	4,1
Sólidos solúveis (°Brix)	12,8
Acidez total (%)	0,9
SS/AT	14,2
Ácido Ascórbico (mg/100g)	12,92
Carotenoides (mg/100g)	1,14
Fenólicos (mg/100g)	25,36

Adaptado de Morais *et al.* (2002), Lucena *et al.* (2011) e Costa *et al.* (2017).

Os frutos da mangueira ‘Tommy Atkins’ apresentam elevados rendimentos de polpa, em média 84,0%, por ter menor porcentagem de caroço e de casca (Carvalho *et al.*, 2004). A semente é pequena, cerca de 8% do peso do fruto, e monoembriônica (Pinto, 2000).

Embora as mangas ‘Tommy Atkins’ sejam preferidas em alguns mercados, como Países do Norte e Alemanha, não é a preferida entre a maioria dos consumidores (Araújo *et al.*,

2017). Contudo, têm grande espaço no mercado da União Europeia, que é o maior local de destino da manga do Brasil, porque esta cultivar é a que melhor suporta o traslado por via marítima e que tem um período mais longo de prateleira (Araújo & García, 2012).

A planta pe altamente produtiva (55,51 t ha), com regularidade na produção, adaptável a uma ampla variedade de climas, atraente e com características desejáveis de manuseio e pós-colheita, como uma considerável resistência tanto aos impactos mecânicos, podendo assim suportar o traslado por via marítima, como também à deterioração, sendo, portanto, muito menos perecível que as demais cultivares para os mercados internacionais (Araújo & García, 2012; Santos *et al.*, 2015; Cotrim *et al.*, 2017). Apresenta facilidade para indução floral em época quente (Mouco, 2008) e tem produção natural de meia-estação, ou seja, de outubro a janeiro, apresentando resistência mediana à antracnose sendo, no entanto, uma das mais sensíveis ao colapso interno dos frutos (Pinto *et al.*, 2000).

Desenvolvimento de frutos e alterações físico-químicas

Botanicamente, um fruto é definido como "um receptáculo de semente desenvolvido a partir de um ovário". Os eventos associados ao desenvolvimento e crescimento dos frutos ocorrem, de forma geral, em quatro fases (Seymour *et al.*, 2013; Shakya & Lal, 2018).

A fase I do desenvolvimento do fruto é caracterizada por deiscência de anteras e subsequente liberação de grãos de pólen. Esta fase é conhecida como frutificação, na qual ocorre a decisão de abortar ou prosseguir com o desenvolvimento do ovário para formar frutos. A fase II é marcada por divisões rápidas das células. Como a cessação da divisão celular ocorre na fase III, o crescimento do fruto é atribuído principalmente ao aumento celular. A obtenção do tamanho e forma finais dos frutos também ocorre durante esta fase. A fase final, isto é, a fase IV, é marcada pelo início do amadurecimento do fruto. Às vezes, pode haver um segundo pico de crescimento em algumas espécies, responsável por obter uma curva de crescimento sigmoidal dupla (Shakya & Lal, 2018).

Para frutos de mangueira, vários estudos descreveram a curva de crescimento do comprimento longitudinal, diâmetro transversal e acúmulo de matéria seca, ajustados a um modelo sigmoidal simples, como resultado do número de dias após a antese, independentemente da cultivar (Castro-Neto & Reinhardt, 2003; Silva *et al.*, 2018; Souza *et al.*, 2015). O conhecimento da curva de crescimento dos frutos nos permite saber, por

exemplo, até que ponto a planta precisa de mais água e pode auxiliar no manejo da irrigação, uma vez que o cultivo de frutas demanda maiores quantidades de água e solutos (Souza *et al.*, 2015).

Nas mangueiras 'Keitt' e 'Palmer' cultivadas em condições subtropicais, observou-se, durante a fase juvenil da curva de crescimento (até 21 dias após a antese), que o aumento dos diâmetros longitudinal e transversal ocorreu lentamente. Somente na segunda fase, houve um forte crescimento. Essa fase de crescimento acelerado, tanto para o diâmetro longitudinal quanto transversal, estendeu-se por 82 dias após a antese (DAA) para essas cultivares. Para a 'Espada Vermelha', o crescimento acelerado foi até 70 DAA (Souza *et al.*, 2015).

Em frutos de 'Tommy Atkins' cultivados nas condições climáticas do Vale do São Francisco, verificou-se que os diâmetros longitudinal, ventral e transversal apresentaram comportamento quadrático em resposta à variação de tempo, onde as mangas aumentaram em tamanho até 70 DAA, quando avaliou-se o diâmetro longitudinal, e até 77 DAA, quando foram considerados os diâmetros ventral e transversal, e após estes períodos praticamente se mantêm constante (Lucena *et al.*, 2007).

A taxa de acúmulo da massa seca em 'Tommy Atkins' é maior no período de 49 a 98 DAA, sendo que diferença de acúmulo da massa seca entre 84 e 98 DAA é de apenas 3,28 g, coincidindo com a mudança da coloração da casca, na escala Blush, de 3 para 4 (Lucena *et al.*, 2007). Contudo, o mesmo não é relatado para a 'Haden', na qual o acúmulo de massa seca ocorre até o 73º DAA, porém, nesta data, a observação visual do fruto não indica nenhuma mudança da coloração verde para a coloração vermelho-amarela, que caracteriza o completo amadurecimento do fruto (Castro-Neto & Reinhardt, 2003).

Outro parâmetro que caracteriza o desenvolvimento dos frutos é o vazamento de soluto, pois é diretamente proporcional, ou seja, há maior vazamento de soluto à medida que o fruto se desenvolve. Tal fato, é uma das mudanças mais notáveis que ocorre durante o amadurecimento e subsequente senescência de frutas (Kader, 1999; Silva *et al.*, 2018). Possivelmente esse fato é causado pela expansão celular durante o desenvolvimento do fruto. A expansão celular, bem como a maturidade, causa mudanças significativas na estrutura da membrana e na parede celular, levando ao aumento do vazamento de soluto (Silva *et al.*, 2018).

O acúmulo da massa seca está relacionado à maior participação da fotossíntese no período, em adição à translocação de matéria seca de outras partes da planta para o fruto, sendo que, na literatura, sugere-se que a remobilização de fotoassimilados previamente fotossintetizados é usualmente responsabilizada por quase 40-50% do peso seco do fruto (Castro-Neto & Reinhardt, 2003).

As atividades fisiológicas e bioquímicas que ocorrem ao longo do desenvolvimento são responsáveis pelo amadurecimento característico dos frutos. Vários eventos metabólicos contribuem para alterações na textura dos frutos. Essas alterações envolvem perda de pressão do turgor, degradação do amido, alterações fisiológicas na composição das membranas e modificações na arquitetura da parede celular. Alterações estruturais na parede celular estão associadas à dissolução da lamela média e à ruptura da parede celular primária, o que leva à perda de firmeza em frutos maduros. Isso inclui despolimerização e solubilização dos componentes de polissacarídeos e pectina, além de rearranjos de suas associações (Seymour *et al.*, 2013; Shakya & Lal, 2018).

A exemplo disso, em mangas 'Ubá' a firmeza da polpa diminuiu gradualmente até a 14ª semana após a antese (SAA) e, a partir da 15ª SSA, houve um aumento na taxa de perda de firmeza (Silva *et al.*, 2018). Essa diminuição da resistência mecânica com o estágio de maturação da fruta também foi verificada para a 'Tommy Atkins', devido às alterações físico-químicas na polpa dos frutos (Dantas *et al.*, 2017). Desta forma, recomenda-se a colheita da manga 'Tommy Atkins' com firmeza de 129,36 N (Filgueiras *et al.*, 2000).

Os frutos climatéricos, como a manga, são caracterizados por um aumento da respiração com uma produção concomitante e rápida de etileno com o início do amadurecimento. O aumento considerável na produção de etileno pode ocorrer antes ou logo após o pico respiratório (Shakya & Lal, 2018). O início do climatério na manga mostra intensa degradação da clorofila da casca (O'hare, 1995). A degradação da clorofila no pericarpo e a síntese e/ou manifestação de pigmentos carotenoides ocorrem gradualmente, e a cor verde desaparece com o desenvolvimento do fruto (Shakya & Lal, 2018).

Ainda, a perda de firmeza e mudanças na cor da polpa mencionadas anteriormente correlaciona-se com o aumento da relação teor de sólidos solúveis (SS) e diminuição da acidez titulável (AT) (Cortés *et al.*, 2016). Em 'Ataulfo', 'Haden' e 'Tommy Atkins', as mangas com alta firmeza apresentaram altas taxas de AT e baixas SS e relação SS/AT (Nassur *et al.*, 2015).

Durante o amadurecimento é possível observar um aumento significativo no SS e uma diminuição na AT (correlação negativa), devido a uma intensificação da atividade enzimática (Cárdenas-Pérez *et al.*, 2018), como a hidrólise de carboidratos de reserva (amido) acumulados durante o crescimento dos frutos na planta em açúcares simples (glicose, frutose e sacarose), que são utilizados como substratos durante a respiração dos frutos (Chitarra & Chitarra, 2005).

Essa atividade foi relatada em mangas ‘Ubá’, na qual os teores de SS aumentaram lentamente até a 17ª SAA e rapidamente, da 9ª para a 17ª SAA, o teor de SS aumentou de 6,5 para 8,0 ° Brix, atingindo o teor máximo de 24,32 °Brix na 23ª SAA. Como era de se esperar, houve uma redução na acidez titulável com o desenvolvimento do fruto da manga. O teor de ácido cítrico diminuiu de 3,49% na 9ª SAA para 2,33% na 17ª SAA, quando os frutos atingiram a maturidade fisiológica, e para 0,83% nos frutos maduros (Silva *et al.*, 2018).

Costa *et al.* (2017) observaram em mangas ‘Tommy Atkins’ que o teor de SS teve um aumento gradual ao longo da maturação dos frutos, passando de 3,5 °Brix aos 35 dias após floração (DAF) para 7,2 °Brix aos 135 DAF, e concomitantemente ao aumento dos SS houve diminuição da AT, com teores de ácido cítrico de 1,49, 1,38 e 0,94 %, para 35, 80 e 125 DAF, respectivamente. Enquanto, Lucena *et al.* (2007) registraram o aumento no teor de SS durante o desenvolvimento, partindo-se de 5,6°Brix aos 35 DAA, para 8,5°Brix aos 112 DAA.

Citocinina e giberelina no desenvolvimento de frutos

Diferentes reguladores de crescimento são usados para aumentar o tamanho e a qualidade de frutos em diferentes espécies (Canli & Pektas, 2015), bem como também para aumentar seu valor e comercialização (Canli *et al.*, 2015). As citocininas e as giberelinas são aplicadas a muitas culturas hortícolas para aumentar o tamanho dos frutos (Flaishman *et al.*, 2001; Ozga & Reinecke, 2003).

As citocininas são hormônios essenciais que regulam muitos processos fisiológicos e de desenvolvimento das plantas (Jameson & Song, 2016). As citocininas de ocorrência natural são derivadas de adenina relativamente simples, modificadas no átomo de nitrogênio na posição 6 do heterociclo de seis membros. Na maioria das citocininas, uma curta cadeia alifática do resíduo isopentenil é anexada à adenina nesta posição. Os hormônios, nos quais essa cadeia não é modificada, pertencem ao grupo de citocininas do tipo isopentenil (tipo iP).

As citocininas com cadeia alifática hidroxilada são denominadas zeatinas (citocininas do tipo Z), sendo as primeiras a serem identificadas (Romanov, 2009; Jameson & Song, 2016).

Um dos efeitos mais importantes da citocinina é o estímulo da divisão celular, motivo pelo qual as citocininas foram identificadas pela primeira vez. Ainda, a citocinina influencia no crescimento das plantas ao longo do eixo longitudinal, que é determinado pelo funcionamento dos meristemas apicais da raiz e do caule, que estão sob o controle de citocininas e auxinas (Hirose *et al.*, 2008; Romanov, 2009).

As citocininas promovem não apenas a divisão celular, mas também a expansão celular, principalmente nas folhas e cotilédones. Desse modo, desempenham um papel crucial no controle de vários processos no crescimento e desenvolvimento das plantas, incluindo o aumento do volume celular, promoção do crescimento da parte aérea, inibição do desenvolvimento radicular, desenvolvimento de frutos e sementes, atraso da senescência e transdução de sinais nutricionais, bem como um papel em resposta ao estresse abiótico e biótico (Hirose *et al.*, 2008; Romanov, 2009; Jameson & Song, 2016).

O fornecimento exógeno de citocinina ocorre por meio de compostos sintéticos com efeitos similares. Dentre eles, a 6-benzilaminopurina (BAP), também conhecido como 6-benziladenina (BA), N6-benziladenina e N- (fenilmetil) -1H-purina-6-amina (Bubán, 2000). Embora tenha sido o primeiro composto sintético com alta atividade de citocinina (Koshimizu & Iwamura 1986), o BAP é descrito como uma citocinina purina natural (Thomas & Katterman, 1986).

Estudo recente observou que a aplicação 20 dias após a plena floração (DAF) de CPPU [2-cloro-4-piridil-N-fenilureia] – citocinina sintética - aumentou o tamanho do kiwi na colheita. Após 10 dias de aplicação da CPPU (10 DAF), os frutos tratados com CPPU já apresentavam maior volume e continuaram a crescer com maior taxa em comparação aos não tratados. Além disso, aos 30 DAF e 125 DAF (colheita), o peso dos frutos foi maior nos kiwis tratados com CPPU em 33% e 28%, respectivamente, do que os frutos do controle (Ainalidou *et al.*, 2016).

Em frutos de laranjas ‘Valencia’, a aplicação foliar com benziladenina (BAP) a 40 ppm resultou em um elevado número de frutos/planta, peso médio e rendimento de frutos, além de aumentar a taxa de crescimento em comprimento de frutos (El-Tanany & Mohamed, 2016). Em mangueira é relatado que o número de frutos por panícula foi maior nas plantas

tratadas com 3 e 4 ppm de CPPU, indicando que o CPPU melhorou significativamente a retenção de frutos. Ainda, o CPPU de 1 a 4 ppm causou significativamente mais retenção de frutos nas mangas 'Alphonso', com um número maior de frutos restantes na colheita em comparação ao controle. O maior rendimento foi registrado com 3 ppm de CPPU em 'Dapoli, Roha' e 4 ppm de CPPU em 'Rameshwar', contudo, a aplicação exógena de CPPU não levou a efeitos significativos na qualidade em comparação com os frutos de controle (Pujari *et al.*, 2016).

As giberelinas ou ácidos giberélicos (GAs) são hormônios importantes que regulam uma ampla gama de processos de desenvolvimento em plantas superiores, como processos de crescimento que vão desde o alongamento do caule, a expansão das folhas, a transição para a floração, a maturação do pólen, a produção de frutos e a germinação das sementes (Chen *et al.* 2016; Liu *et al.* 2018; Martins *et al.*, 2018).

A giberelina é pertence a um grupo de ácidos carboxílicos diterpenóides tetracíclicos de ocorrência natural, a maioria dos quais possui esqueletos de carbono ent-giberelano (C₂₀) ou ent-20-norgibberelano (C₁₉). Atualmente, 126 GAs diferentes foram identificados a partir de plantas, fungos ou bactérias superiores. Algumas giberelinas possuem atividade biológica em plantas superiores e um número limitado delas atua como reguladores endógenos do crescimento e desenvolvimento das plantas, mediando sinais ambientais e de desenvolvimento (Hedden, 2017).

As giberelinas com essa atividade fito-hormonal possuem um esqueleto C₁₉, com uma lactona C₁₉-C₁₀, um grupo ácido 7-carboxílico e, para estimular o crescimento vegetativo, uma função 3β-hidroxi, como exemplificado por dois dos reguladores endógenos de crescimento GA mais comuns, GA₁ e GA₄. Muitas GAs possuem atividade biológica quando aplicados às plantas devido ao metabolismo das formas ativas pela planta (Hedden, 2017).

Embora as giberelinas sejam comumente sintetizados em seu local de ação, eles também podem ser transportados entre células, tecidos e órgãos. A biossíntese de GAs bioativos envolve a ação de seis enzimas, com as etapas finais e penúltimas catalisadas pelas enzimas citosólicas GA 20-oxidase (GA₂₀ox) e GA 3-oxidase (GA₃ox). Além de suas taxas de biossíntese, o nível final de GAs bioativos também é regulado pela inativação, que é catalisada pela enzima GA 2-oxidase (GA₂ox) (Tenreira *et al.*, 2017; Martins *et al.*, 2018).

Tanto no desenvolvimento de frutos carnudos climatéricos quanto não climatéricos, os GAs estão em altos níveis em flores e frutos jovens e imaturos (Srivastava & Handa, 2005; Mcatee *et al.*, 2013). A frutificação representa o primeiro passo do desenvolvimento da fruta. Nas angiospermas, isso depende da conclusão bem-sucedida da polinização e de um evento único de fertilização dupla, onde um dos núcleos do pólen fertiliza o óvulo, enquanto o outro se funde com dois núcleos polares haplóides na célula central (Raghavan, 2003).

Esses eventos definem a formação da semente que eventualmente controla a divisão celular e o crescimento do fruto de maneira sincronizada. As evidências atuais apoiam que a ação combinada de três hormônios, auxina, giberelinas (GAs) e citocinina, desempenha um papel importante na regulação do conjunto de frutas. Individualmente, qualquer um desses hormônios só pode iniciar o desenvolvimento do fruto em certa medida; no entanto, verificou-se que sua aplicação combinada induz o crescimento normal dos frutos, mesmo na ausência de fertilização, tanto em frutos secos quanto em carnudos (Kumar *et al.*, 2014).

O GA₃ é amplamente utilizado em diferentes espécies de frutos para melhorar o tamanho dos frutos. A aplicação de GA₃ a 0,4 mM no estágio de plena floração aumentou a frutificação, porém diminuiu a massa de frutos em mirtilo (Cano-Medrano & Darnell, 1998). Singh (2009) registrou maior produção de frutos (84 frutos/panícula) na manga cv. Kensington Pride com aplicação de GA₃ (75 ppm) no estágio de diferenciação das gemas. Rani & Brahmachari (2004) também relataram que a aplicação de GA₃ a 100 ppm em plena floração na manga cv. Amrapali resultou em retenção máxima de frutos.

Quanto a aplicação combinada de fitorreguladores, Yehia & Hassan (2005) investigaram os efeitos das aplicações pré-colheita de ácido bórico, GA₃, BAP e sacarose no tamanho e qualidade dos frutos da pera e relataram que 100 e 200 ppm BAP foram eficazes no aumento do diâmetro e comprimento dos frutos. Outro estudo concluiu que os maiores tamanhos de frutos foram obtidos nos tratamentos 25 ppm BAP + GA₄ + 7 e 50 ppm BAP + GA₄ + 7, com reduções acentuadas no rendimento (Canli & Pektas, 2015). Somente a aplicação do BAP a 100 ppm sem outro fitorregulador, melhorou substancialmente o tamanho do fruto da pera 'Akca', sem influência negativa significativa no rendimento e sem efeito negativo no formato do fruto; indicando este tratamento com potencial para ser usado para aumentar o tamanho do fruto e a qualidade do fruto (Canli & Pektas, 2015).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em pomar comercial com mangueira ‘Tommy Atkins’, enxertada sobre porta enxerto ‘Coquinho’, implantado em 2010 com espaçamento de 6m x 4m, com um stand de 416 plantas por hectare, localizada no perímetro irrigado de Mandacaru, vila Juca Viana (Fazenda Agro sol), em Juazeiro-BA, cujas coordenadas geográficas são: latitude 9°23'25.38"S e longitude 40°25'53.14"O.

O clima da região segundo Koeppen é do tipo Bwsh', correspondente a um clima Semiárido quente, com regime pluviométrico limitado, precipitação média anual de 540 mm, evapotranspiração expressiva, sendo a temperatura média anual de 26,3°C, com máxima de 31,4°C e mínima de 20,9°C (Teixeira, 2010).

O trabalho foi desenvolvido entre julho e novembro de 2019, findando com a colheita. As plantas foram selecionadas de acordo com o porte e nível de florescimento e o manejo fitossanitário, nutrição e controle de plantas daninhas seguiram o usual da fazenda.

Preparo da calda e pulverização

Para a realização do cálculo da quantidade de regulador vegetal utilizado em cada pulverização foram feitas concentrações proporcionais (mg/L), onde cada planta recebeu 2 litros de calda por aplicação com suas respectivas concentrações. A pesagem das substâncias foi realizada em balança de precisão seguida de diluição. O BAP [6-benzilaminopurina] foi diluído em ácido clorídrico (HCl a 0,1 N) com auxílio de um agitador magnético e a giberelina em água.

As aplicações foram realizadas com auxílio de um pulverizador costal (Jacto®), com bico tipo cone, sendo aplicado na planta inteira. O pH da calda foi aferido com auxílio de um pHmetro digital (modelo Waterproof), e quando necessário utilizou-se redutores de pH para corrigir até 5,0±0,5.

Ensaio 1 – Efeito da citocinina

Plantas de mangueiras foram pulverizadas com cinco concentrações (0, 75, 150, 225, 300 mg/L) de BAP aos 15 dias após a antese (DAA), na floração plena, sendo repetida aos 30 e 45 DAA, totalizando três aplicações.

Ensaio 2 – Efeito da citocinina+giberelina

Plantas de mangueiras foram pulverizadas com cinco concentrações (0, 75, 150, 225, 300 mg/L) de BAP [6-benzilaminopurina] e cinco concentrações (0, 75, 150, 225, 300 mg/L) de GA₃, ambas combinadas na mesma calda, aos 15 DAA, na floração plena, sendo repetida aos 30 e 45 DAA, totalizando três aplicações.

Ensaio 3 – Efeito da giberelina

Foram pulverizadas cinco diferentes concentrações (0, 75, 150, 225, 300 mg/L) de GA₃, aos 60 DAA, quando ocorre uma retomada de crescimento do fruto da mangueira, sendo repetidas aos 70 e 80 DAA, totalizando três aplicações.

Análises de desenvolvimento e crescimento dos frutos

Aos 40 DAA foram selecionados três frutos por planta, em quatro repetições, totalizando 12 frutos por tratamento (ensaios-concentrações) e 180 frutos em todo o experimento, identificados com fitas coloridas. Aos 52 DAA, as avaliações de crescimento iniciaram medindo-se aleatoriamente os frutos quanto à sua massa, diâmetro e comprimento, de forma não destrutiva, com intervalo de sete dias, até atingir a maturidade fisiológica, totalizando sete avaliações no 1º e 2º ensaio e cinco avaliações do 3º ensaio. O comprimento e diâmetro foram aferidos com paquímetro digital (modelo 7VS Eda®), e a massa dos frutos com balança portátil (modelo SF-400).

Caracterização físico-química dos frutos

Com 105 DAA, realizou-se avaliação visual e constatou-se que predominavam frutos tipo nº 8 (tamanho da manga para uma caixa comercial com oito unidades) e estágio 2,5 de maturação. Desta forma, três frutos por planta (n plantas=4), totalizando 12 por tratamento (ensaios-concentrações) foram colhidos, etiquetados e levados para o Laboratório de Olericultura pertencente ao Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – DTCS/UNEB Campus III, sendo acondicionados à temperatura 12(±0,5) °C em freezer vertical, para a realização da caracterização físico-química que seguiu as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Os teores sólidos solúveis foram determinados a partir da técnica de refratometria, utilizando-se suco filtrado oriundo de fatias da polpa da manga, homogeneizadas em

multiprocessador doméstico. A leitura do filtrado foi realizada em um refratômetro portátil (Modelo 103), com leitura na faixa de 0 a 32 °Brix.

A acidez total foi determinada utilizando-se uma alíquota de 10 ml de suco, à qual se adicionou 40 mL de água destilada e três gotas de fenolftaleína alcoólica a 1%, seguida de titulação até o ponto de viragem com solução de NaOH a 0,1 N, previamente padronizada, sendo os resultados expressos em % de ácido cítrico.

Determinou-se o pH pela imersão direta do eletrodo do pHmetro na solução obtida pela extração da polpa do fruto homogeneizada com uma centrífuga doméstica. A leitura foi realizada utilizando-se um pHmetro digital modelo 'Hanna Instruments HI 8417', calibrado com solução padrão pH 4,0 e 7,0. A massa fresca dos frutos foi obtida por meio de pesagem em balança de precisão (Filizola®).

Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial de (3x5), três combinações de dois reguladores (BAP, BAP+GA₃ e GA₃), cinco concentrações (0, 75, 150, 225, 300 mg/L), com quatro repetições em cada tratamento, sendo cada unidade composta por uma planta, avaliando-se aos 52, 59, 66, 73, 80, 87 e 94 DAA os ensaios com BAP e BAP+GA₃ e 66, 73, 80, 87 e 94 DAA o ensaio somente com GA₃.

Análises estatísticas

Os dados de massa e comprimento do fruto foram transformados em \sqrt{x} e o diâmetro em x^2 , pois não seguiam uma distribuição normal; em seguida foram submetidos à análise de variância com medidas repetidas no tempo, por meio do procedimento GLIMMIX e PROC GLM (modelo linear generalizado misto) do programa estatístico SAS (Sas Institute, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Massa dos frutos

Na ANOVA pelo GLM, os efeitos das concentrações de BAP no aumento de massa dos frutos de mangueira, bem como a interação entre a aplicação de BAP e os dias após aplicação apresentaram respostas significativas e obtidas as estatísticas F= 9,90 e 3,58, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da ANOVA com medidas repetidas usando o PROC GLM do SAS para avaliar o efeito da aplicação exógena de BAP, BAP+GA₃, e GA₃ em função de cinco concentrações. Juazeiro, BA, 2020.

	BAP		BAP+GA ₃		GA ₃	
	F	Pr > F	F	Pr > F	F	Pr > F
Massa dos frutos						
Causas da variação	F	Pr > F	F	Pr > F	F	Pr > F
concentap	9,90	<,0001*	8,00	<,0001*	7,65	<,0001*
diasap	3041,47	<,0001*	1592,63	<,0001*	334,50	<,0001*
concentap *diasap	3,58	<,0001*	1,60	0,0424*	0,87	0,6043
Comprimento dos frutos						
concentap	9,79	<,0001*	6,54	<,0001*	9,95	<,0001*
diasap	1360,13	<,0001*	1294,56	<,0001*	105,05	<,0001*
concentap *diasap	1,56	0,0513	1,27	0,1876	0,29	0,9958
Diâmetro dos frutos						
concentap	1,42	0,2323	6,05	0,0002*	5,94	0,0003*
diasap	527,93	<,0001*	996,66	<,0001*	224,13	<,0001*
concentap*diasap	0,88	0,6428	1,19	0,2536	0,38	0,9826

*Significativo a 1% de probabilidade. PROC GLM= modelo linear generalizado misto; BAP= 6-benzilaminopurina; GA₃= Ácido giberélico; F= Valor do teste F; Pr>F= valor da significância do teste p; concentap= concentrações aplicadas; diasap= dias avaliados.

Os resultados do efeito da interação entre os tratamentos estão apresentados na Figura 1A. Dos 52 aos 66 DAA todas as concentrações de citocinina, na forma de BAP, apresentaram a mesma tendência de desenvolvimento do fruto. Entre 66 e 73 DAA, ocorreu uma maior inclinação das retas, mostrando um maior pico de crescimento nesse período. Nesse mesmo período, os frutos com aplicação exógena de BAP (concentap=1, 2, 3 e 4) se distanciaram do tratamento controle (concentap=5). Desta forma, o efeito acumulado das três

aplicações BAP nos frutos de manga realizada aos 15, 30 e 45 DAA, quanto ao seu crescimento, só vai ser percebido a partir dos 66 DAA.

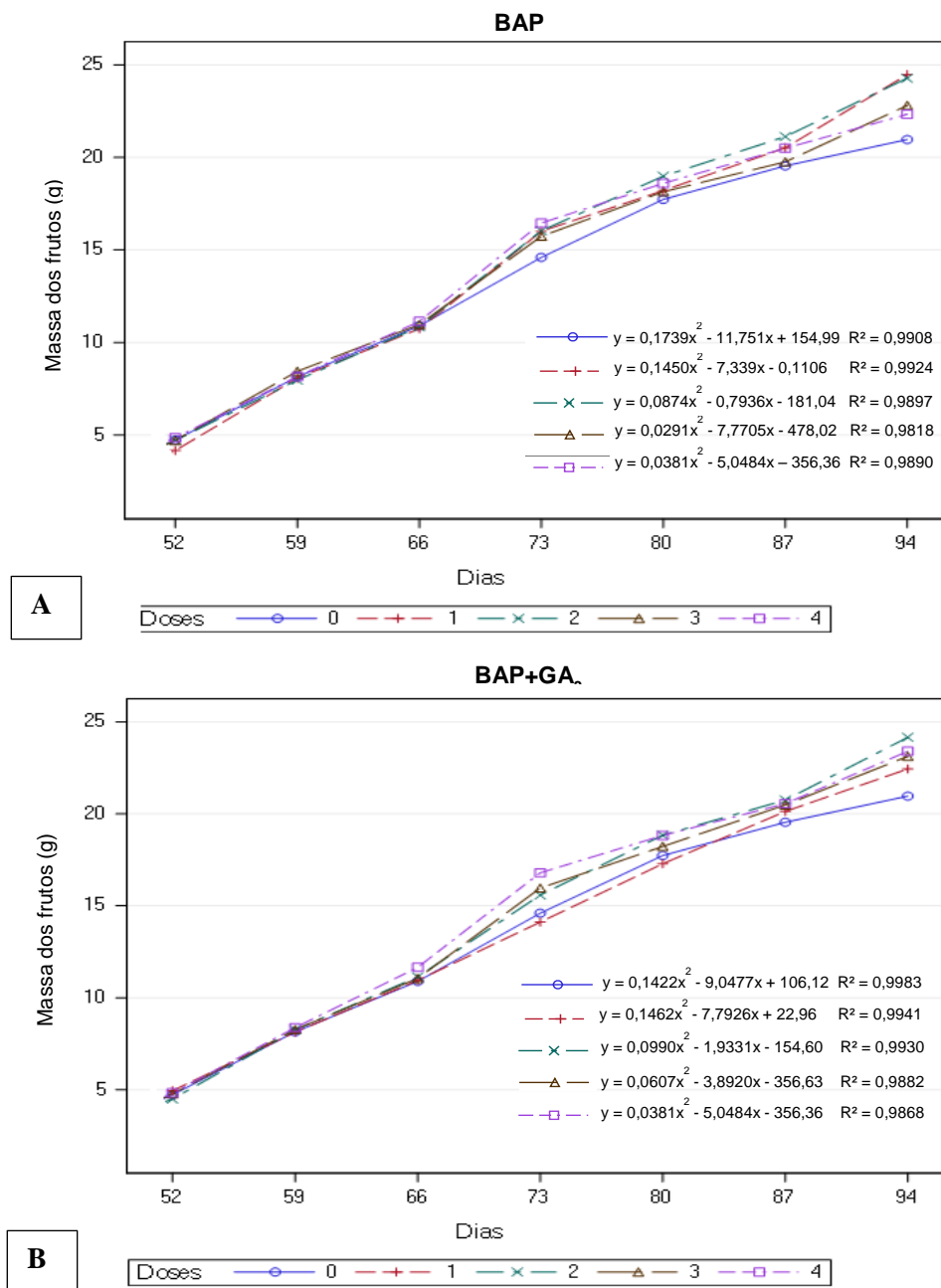


Figura 1. Evolução da massa do fruto da manga cv. Tommy Atkins, ao longo da fase de desenvolvimento do fruto, a partir de 45 dias após antese, Juazeiro-BA. A= Aplicação de BAP, concentap 0: controle; 1: 75 mg/L; 2: 150 mg/L; 3: 225 mg/L; 4: 300 mg/L. B=Aplicação de BAP+GA₃, concentap 0: controle; 1: 75 mg/L+75 mg/L; 2: 150 mg/L+150 mg/L; 3: 225 mg/L+225 mg/L; 4: 300 mg/L+300 mg/L. Os dados foram transformados em \sqrt{x} .

O tratamento que não recebeu aplicação de citocinina exógena (controle) permaneceu com taxas de desenvolvimento abaixo a partir dos 66 dias em comparação

àqueles que receberam citocinina exógena, indicando o efeito das concentrações. Esse incremento no tamanho das frutas tratadas em relação ao controle também foi observado em frutos de kiwi, na qual a aplicação 20 dias após a plena floração (DAF) de CPPU (citocinina) aumentou o tamanho do fruto na colheita, sendo que com 10 dias de aplicação, os frutos tratados já apresentavam maior volume e continuaram a crescer com maior taxa em comparação aos não tratados (Ainalidou *et al.*, 2016).

O efeito significativo das aplicações de BAP+GA₃ em diferentes concentrações, no incremento da massa dos frutos de ‘Tommy Atkins’, foi observado através da ANOVA com medidas repetidas. Houve interação entre as concentrações e dias após aplicação com valor de F= 1,60 (Tabela 2). Nesta interação observou-se que, igual à aplicação de BAP, dos 52 aos 66 DAA, todos os tratamentos tiveram as mesmas tendências de crescimento linear do fruto (Figura 1B), e não diferenciando entre as concentrações.

A partir de 66 DAA, a aplicação com 300 mg/L BAP + 300 mg/L de GA₃ (concentap=4), demonstrou superioridade em relação ao incremento da massa do fruto quando comparado aos demais tratamentos, pois apresentou maior taxa de desenvolvimento, comprovado pela maior inclinação da reta entre 66 e 77 DAA (Figura 1B). No mesmo intervalo, os frutos com aplicação exógena de 150 mg/L BAP + 150 mg/L GA₃ (concentap=2) e 225 mg/L BAP + 225 mg/L de GA₃ (concentap=3), seguiram a mesma tendência da concentração 4, entretanto com menor intensidade (Figura 1B). O mesmo foi relatado por Pérez-Barraza *et al.* (2015) em manga ‘Ataulfo’, onde a ação positiva dos dois reguladores no estágio III do crescimento dos frutos é confirmada, proporcionando maior tamanho, provavelmente devido a ação dos mesmos no alongamento celular. Segundo os autores, o efeito do GA₃ (giberelina) é aumentado pelo TDZ (citocinina), ou por uma inter-relação entre esses dois reguladores.

Contudo, os frutos da concentração 3 (225 mg/L) apresentaram sua taxa de desenvolvimento reduzida a partir do 73 DAA, ao ponto de as concentrações 2 e 4 se igualarem com a concentração 3 aos 87 DAA, quanto ao seu peso, e ao final do período de avaliação a concentração 2 (150 mg/L BAP + 150 mg/L GA₃) mostra-se superior às demais. Os frutos tratados com 75 mg/L de BAP + 75mg/L de GA₃ (concentap=1) e os frutos do tratamento controle (concentap=0), tiveram o acúmulo de massa parecido, porém o tratamento controle apresentou superioridade à concentração 1, a partir dos 66 DAA.

O efeito acumulado das três aplicações BAP+GA na concentração 1, somente é percebida aos 87 DAA, quando a curva de crescimento é maior, enquanto ocorre um decréscimo na curva do tratamento controle, findando aos 94 DAA, mostrando o benefício da aplicação. Corroborando com o presente estudo, em manga 'Irwan', observou-se o aumento do crescimento dos frutos tratados com a combinação de CPPU e GA₃, contudo, esse efeito só foi observado quando aplicado a partir do final da queda fisiológica dos frutos, indicando que a eficácia da aplicação de CPPU+GA₃ varia com o estágio de crescimento do fruto (Sasaki & Utsunomiy, 2002).

De acordo com a ANOVA, a aplicação exógena de giberelina (GA₃) aos 60, 70 e 80 DAA teve efeito significativo isolado para os fatores concentrações e para os dias após aplicação (Tabela 2). Diferentemente dos tratamentos com BAP e BAP+GA₃, não houve interação entre as concentrações e para os dias após aplicação ($p>0,05$).

O efeito cumulativo das aplicações de GA₃ na massa dos frutos após a retomada de crescimento da manga foi observado para todas as concentrações utilizadas, diferenciando-se significativamente do controle (Figura 2). Ainda, não houve diferença para as concentrações testadas, independente dos dias após aplicação, indicando que a aplicação exógena de GA₃ aos 60, 70 e 80 DAA, a partir de 75 mg/L, já é suficiente para promover o incremento significativo da massa dos frutos de 'Tommy Atkins'.

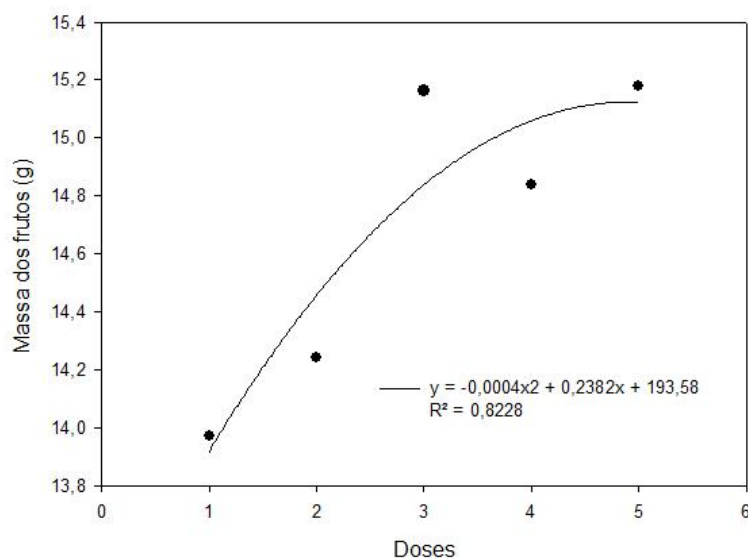


Figura 2. Massa dos frutos de 'Tommy Atkins' submetidos a diferentes concentrações de GA₃. Concentração 1: controle; 2: 75 mg/L; 3: 150 mg/L; 4: 225 mg/L; 5: 300 mg/L. Os dados foram transformados em \sqrt{x} .

O acréscimo de massa, independente da concentração, ajustou-se a um modelo de segundo grau com R^2 igual a 0,9923 (Figura 3). Logo no início das avaliações, do período entre 66 e 73 DAA ocorreu um acréscimo mais significativo de massa em menor período de tempo, comprovado pela maior inclinação da reta. Esse comportamento sugere que o efeito do GA_3 aplicado aos 60 DAA, ocorre mais fortemente nesse período, e que basicamente só uma aplicação foi suficiente para promover esse pico de crescimento. Entretanto, passados os 73 DAA, o incremento de massa continuou até o fim das avaliações (94 DAA), porém a taxas menores e constantes.

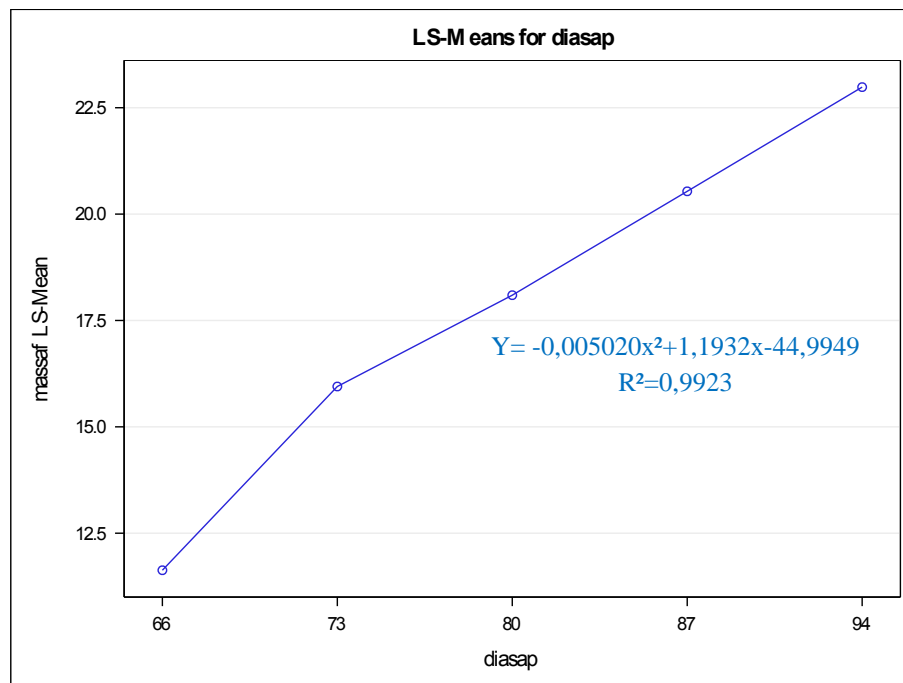


Figura 3. Evolução de massa do fruto da manga cv. Tommy Atkins, com GA_3 , ao longo da fase de desenvolvimento do fruto, a partir de 66 dias após antese. Os dados foram transformados em \sqrt{x} .

Comprimento dos frutos

Quanto ao comprimento dos frutos, a ANOVA com medidas repetidas no tempo (Tabela 2), encontrou diferença significativa para as concentrações de BAP [$F=9,79$; $p<0,0001$] e dias após aplicação [$F=1360,13$; $p>0,0001$]. Contudo, não foi observada interação significativa ($p>0,05$) entre as concentrações e dias após aplicação (Tabela 2).

Para as concentrações, o modelo de regressão não se ajustou com um coeficiente de uniformidade satisfatório ($R^2<0,7$). Desta forma, os dados foram apresentados com média geral. Para o BAP, a concentração 150 mg/L teve a maior média, enquanto que o tratamento

com 225 mg/L e tratamento controle, tiveram as menores médias. As concentrações 75 mg/L e 300 mg/L foram as que mais se aproximaram da média geral (Figura 4A).

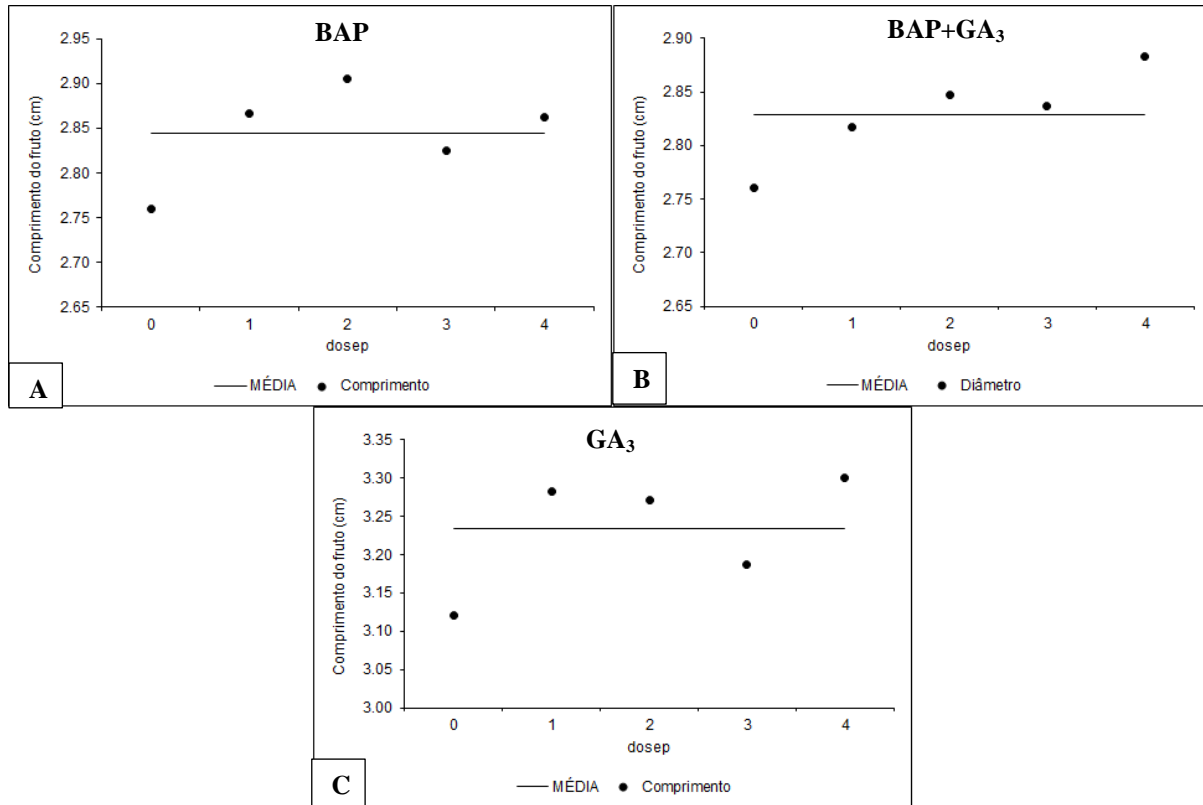


Figura 4. Comprimento dos frutos de 'Tommy Atkins' submetidos a diferentes concentrações de BAP, BAP+GA₃ e GA₃. A= Aplicação de BAP, concentap 0: controle; 1: 75 mg/L; 2: 150 mg/L; 3: 225 mg/L; 4: 300 mg/L. B=Aplicação de BAP+GA₃, concentap 0: controle; 1: 75 mg/L+75 mg/L; 2: 150 mg/L+150 mg/L; 3: 225 mg/L+225 mg/L; 4: 300 mg/L+300 mg/L; C=Aplicação de GA₃, concentap 0: controle; 1: 75 mg/L; 2: 150 mg/L; 3: 225 mg/L; 4: 300 mg/L. Os dados foram transformados em \sqrt{x} .

Para os dias após a antese, o comprimento dos frutos nos tratamentos com BAP seguiu um desenvolvimento quadrático (Figura 5). Observa-se um aumento progressivo dos 52 DAA até os 73 DAA, sendo nesse período responsável por basicamente todo o crescimento do fruto de 'Tommy Atkins' em comprimento. Após esse período, houve uma estabilização aos 80 DAA, constatada pela menor inclinação da curva sem incremento significativo no comprimento.

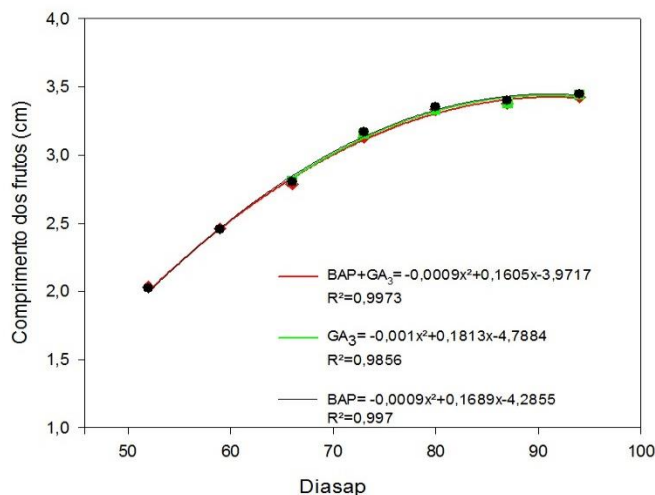


Figura 5. Evolução do crescimento do fruto da manga cv. Tommy Atkins, ao longo da fase de desenvolvimento do fruto, a partir de 52 dias após antese. Os dados foram transformados em \sqrt{x} .

Para as concentrações de BAP+GA₃, a ANOVA registrou diferença significativa para concentrações [F=6,54; p<0,0001] e para os dias após aplicação [F=178,18; p<0,0001], não sendo encontrada interação significativa (p>0,05) entre as concentrações e dias após aplicação (Tabela 2).

As concentrações de BAP+GA₃ variando de 150 mg/L a 300 mg/L (concentrations=2, 3 e 4) induziram incremento no comprimento dos frutos, que apresentaram média acima do tratamento sem aplicação de regulador exógeno (controle), mostrando o aumento longitudinal significativo dos frutos de manga ‘Tommy Atkins’, independente do tempo avaliado (Figura 4B). Os frutos das plantas pulverizadas com 75 mg/L BAP + 75 mg/L GA₃ apresentaram valor abaixo da média geral, igualando-se à testemunha, sugerindo a ineficiência dessa concentração para o crescimento do fruto.

Verifica-se que a variação do comprimento do fruto, para as quatro concentrações de BAP+GA₃ e controle, pode ser explicada por um polinômio de grau 2, de forma significativa, com coeficientes de determinação igual a 99,41% (Figura 5). De forma análoga ao ensaio onde só foi aplicado citocinina (BAP), a curva mostra um comportamento de cessamento do crescimento longitudinal a partir do 80 DAA, assim, os aumentos foram mais significativos entre 52 a 73 DAA.

Avaliando o tratamento com GA₃, a ANOVA com medidas repetidas no tempo, foram encontradas diferenças significativas para as concentrações [F=9.95; p<0,0001] e dias

após aplicação [F=105,05; p>0,0001]. Contudo, não foi observada interação significativa (p>0,05) entre as concentrações e dias após aplicação (Tabela 2).

Nas concentrações de GA₃, a aplicação com 300 mg/L GA₃ (concentap= 4) apresentou a maior média e as concentrações 225 mg/L e controle (concentap=3 e 5, respectivamente) as menores, mas. A aplicação de 75 e 150 mg/L GA₃ (concentap= 1 e 2) ficou acima da média geral (Figura 4). Para a mangueira cv Ataulfo, a aplicação simples de 50 mg/L de GA₃ aos 60 DAA, correspondente ao estágio III de desenvolvimento, os frutos apresentaram maiores comprimentos em relação à testemunha (Pérez-Barraza *et al.*, 2015), comprovando a eficiência da aplicação exógena de GA₃ em menores concentrações.

O comportamento de crescimento longitudinal dos frutos, do mesmo modo nos tratamentos com BAP e BAP+GA₃, adequou-se significativamente a um modelo polinomial de segunda ordem, com alto coeficiente de determinação (Figura 5). Analogamente ao aumento de massa dos frutos, um maior e rápido crescimento ocorreu entre 66 e 73 DAA, sugerindo que este comportamento foi em decorrência da primeira aplicação (60 DAA) e que esses efeitos perceptíveis são mais precoces no GA₃ do que no BAP e BAP+GA₃. Contudo, o fruto continuou a aumentar de tamanho até o fim das avaliações.

Diâmetro dos frutos

Avaliando o diâmetro dos frutos com a aplicação do BAP, a ANOVA não apresentou significância para as diferentes concentrações [F=1,42; p=0,23], assim como para a interação entre elas e dias após a aplicação [F=0,88; p=0,64] (Tabela 2). Somente o fator tempo (dias após a aplicação) apresentou efeito significativo (p<0,0001), o que já é esperado que ocorra, pois, os frutos naturalmente aumentam de tamanho durante o seu desenvolvimento.

Analogamente ao comprimento, o diâmetro mostrou um desenvolvimento quadrático, independente das concentrações de BAP, com um alto coeficiente de determinação (Figura 6). A maior taxa de aumento do diâmetro ocorreu entre os 59 e 73 DAA. Contudo, diferentemente do que foi observado na Figura 5 no comprimento do fruto, não houve uma tendência de estabilização do crescimento quanto ao diâmetro aos 80 DAA. Desta forma, o fruto de ‘Tommy Atkins’ continuou a aumentar de volume transversalmente dos 80 aos 94 DAA (Figura 6), mesmo após o crescimento longitudinal cessar (Figura 5), porém à taxas menores do que no período de 66 a 73 DAA, o que caracteriza a fase de enchimento dos frutos da mangueira.

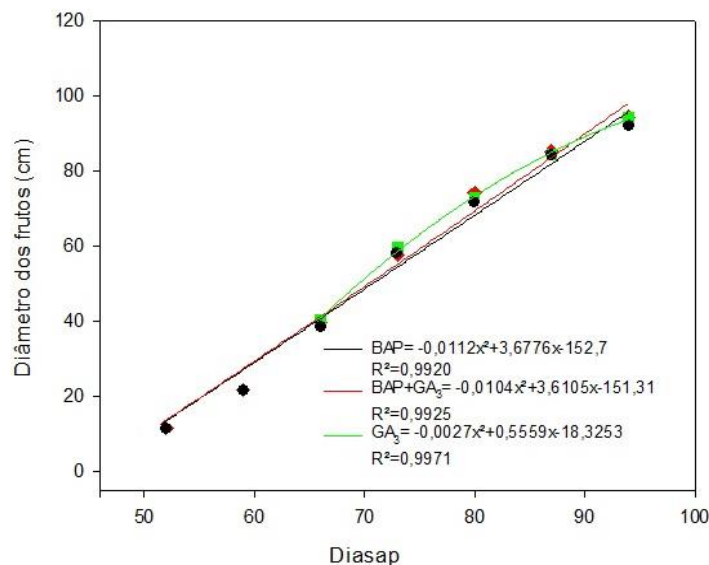


Figura 6. Evolução do diâmetro do fruto da manga cv. Tommy Atkins, ao longo da fase de desenvolvimento do fruto, a partir de 5 dias após antese. Os dados foram transformados em x^2 .

Esses resultados corroboram com os observados por Lucena et al. (2007), no qual estudando a curva de crescimento da manga cv. Tommy Atkins, no Vale do São Francisco, Petrolina, PE, Brasil, verificou que os diâmetros longitudinal, ventral e cruzado tinham ajuste quadrático em função da variação do tempo. Entretanto, diferentemente do presente trabalho, os frutos aumentaram de tamanho até a 10^a semana após antese (SAA), quando o comprimento foi avaliado, e até a 11^a SAA, quando os diâmetros ventral e cruzado foram avaliados. Após esse tempo, essas características permaneceram praticamente constantes (Lucena *et al.*, 2007), e no presente estudo o diâmetro teve seu crescimento cessado, tentando a continuar aumentando o tamanho do fruto.

Quanto ao diâmetro dos frutos com BAP+GA₃, observou-se efeito significativo para a diferenciação das concentrações [F=6,05; p=0,0002] e para o fator tempo (dias após a aplicação) apresentou efeito significativo [F=6,05; p<0,0001], entretanto, a interação entre as concentrações e dias após a aplicação não foi significativa (Tabela 2).

Segundo a análise de regressão, na concentração 225 mg/L BAP + 225 mg/L GA₃ (concentap=3) foi observado o maior diâmetro médio (Figura 7B), independente da data de avaliação, havendo decréscimo a partir de 300 mg/L BAP + 300 mg/L GA₃ (concentap=4). A concentração 75 mg/L BAP + 75 mg/L GA₃ e o controle apresentaram as menores médias (Figura 7B). A interação dos fitorreguladores à base de citocininas e giberelinas têm sido

relatadas no aumento do tamanho do fruto da manga 'Keitt' quando aplicados na pré-colheita, melhorando também a qualidade e o prazo vida pós colheita da manga (Osuna-Enciso *et al.*, 2019).

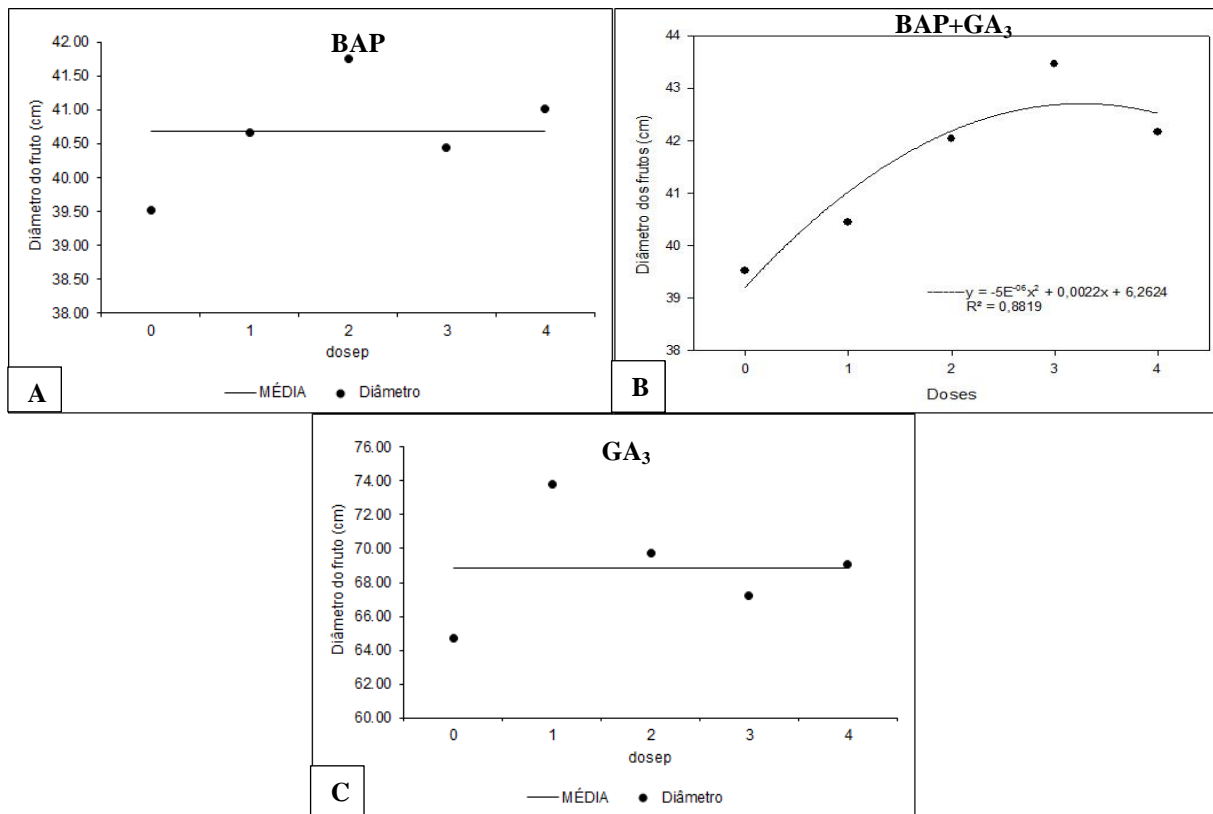


Figura 7. Diâmetro dos frutos de 'Tommy Atkins' submetidos a diferentes concentrações de BAP+GA₃ e GA₃. A= Aplicação de BAP, concentap 0: controle; 1: 75 mg/L; 2: 150 mg/L; 3: 225 mg/L; 4: 300 mg/L. B=Aplicação de BAP+GA₃, concentap 0: controle; 1: 75 mg/L+75 mg/L; 2: 150 mg/L+150 mg/L; 3: 225 mg/L+225 mg/L; 4: 300 mg/L+300 mg/L; C=Aplicação de GA₃, concentap 0: controle; 1: 75 mg/L; 2: 150 mg/L; 3: 225 mg/L; 4: 300 mg/L. Os dados foram transformados em x^2 .

O diâmetro do fruto apresentou um comportamento de crescimento quadrático, independente das concentrações de BAP e GA₃, com um alto coeficiente de determinação ($R^2=0,9953$) apontando para uma excelente adequação dos dados ao modelo (Figura 6). Dos 52 aos 59 DAA, os frutos mostraram uma tendência de crescimento linear, contudo a partir dos 59 DAA houve uma maior inclinação da reta, indicando que o maior ganho no diâmetro ocorreu dos 59 aos 80 DAA.

Quanto ao diâmetro dos frutos tratados com GA₃, a ANOVA revelou significância do efeito das concentrações [$F=5,94$; $p=0,0003$] e para os dias após a aplicação (tempo)

[F=224,13; p<0,0001] (Tabela 2), contudo, não houve ajuste satisfatório para a concentração. A interação entre os fatores concentrações e dias após a aplicação foi significativo (p>0,05).

Ao contrário do que ocorreu com o comprimento do fruto, a concentração de 75 mg/L GA₃ foi a que promoveu o maior diâmetro médio do fruto, independente do tempo avaliado. A concentração 225 mg/L e controle (concentap=3 e 5, respectivamente) promoveu média de diâmetro de frutos abaixo dos demais tratamentos (Figura 7C).

Os dados de crescimento do fruto em DAA, no que se refere ao diâmetro, seguiram um comportamento quadrático (Figura 6), já observado nos outros tratamentos (BAP e BAP+GA₃). O crescimento inicial ocorreu de uma forma suave e constante, sem ocorrer grandes inclinações da curva, o caracteriza um pico de crescimento. Possivelmente, o efeito do GA₃ nesse período avaliado é mais proeminente para crescimento longitudinal e não transversal.

Caracterização química dos frutos e produtividade

Os valores médios dos conteúdos de sólidos solúveis (SS) e potencial hidrogeniônico (pH) nos frutos dos três ensaios com reguladores vegetais na cultivar Tommy Atkins não mostraram diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, conforme indicado na Tabela 3.

Tabela 3. Resumo da ANOVA para avaliar o efeito da aplicação exógena de BAP e GA₃ em função de cinco concentrações nas características químicas dos frutos de ‘Tommy Atkins’, Juazeiro, BA, 2020.

	BAP		BAP+GA₃		GA₃	
	Potencial hidrogeniônico (pH)					
Causas da variação	F	Pr > F	F	Pr > F	F	Pr > F
concentap	2,139	0,0891	1,438	0,2339	0,990	0,4211
	Sólidos solúveis (SS)					
concentap	0,459	0,7654	1,010	0,4103	1,287	0,2873
	Acidez titulável (AT)					
concentap	1,010	0,4108	5,172	0,001**	2,027	0,1041
	Relação Sólidos solúveis/Acidez titulável					
concentap	0,534	0,7113	2,977	0,026*	1,232	0,3088

*Significativo a 5% de probabilidade.

**Significativo a 1% de probabilidade.

Com relação ao pH do fruto o mesmo foi observado em estudos visando o aumento do tamanho e a qualidade dos frutos de cultivares de pêra e cereja-doce com aplicações de benziladenina (BAP) e giberelina (GA₄₊₇), não sendo observada diferenças significativas entre o controle e os frutos tratados (Canli & Pektas, 2015; Canli *et al.*, 2015).

A manga é considerada um fruto ácido com a maioria das cultivares apresentando valores de pH abaixo de 6,0 (Santos *et al.*, 2008). De modo geral, o pH das mangas submetidas aos diferentes reguladores variaram em média entre 2,28 a 3,52 (Tabela 4), estando dentro do padrão da literatura. A exemplo, Costa *et al.* (2017) encontraram valores de pH, ao longo da maturação de frutos ‘Tommy Atkins’, entre 3,31 e 4,34.

Tabela 4. Conteúdo de pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT em frutos maduros de mangueira ‘Tommy Atkins’, produzidas sob aplicação exógena de BAP, BAP+GA₃, e GA₃ em função de cinco concentrações, Juazeiro, BA, 2020.

	pH	SS (°Brix)	AT (% ac. cítrico)	Relação SS/AT
BAP (mg/L)				
0	3,39	7,94	0,716	11,93
75	3,33	7,89	0,761	11,62
150	3,52	8,33	0,881	10,02
225	2,28	8,54	0,756	11,91
300	3,42	8,55	0,749	12,61
BAP+GA₃ (mg/L)				
0	3,40	7,94	-*	-*
75+75	3,42	7,32	-	-
150+150	3,39	8,27	-	-
225+225	3,34	7,17	-	-
300+300	3,39	7,07	-	-
GA₃ (mg/L)				
0	3,40	7,94	0,717	11,93
75	3,49	7,83	0,932	9,25
150	3,38	7,04	0,804	9,49
225	3,35	7,15	0,813	9,76
300	3,40	7,17	0,950	8,38

*Os dados foram submetidos à análise de regressão e são mostrados na Figura 8.

Diferentemente, em outro estudo com cereja-doce, o efeito dos tratamentos com BAP e GA₄₊₇ sobre os SS da fruta foi complexo e apenas 50 ppm de BAP produziu frutos com maior conteúdo que o controle (Canli *et al.*, 2015). No presente estudo, a amplitude do conteúdo de SS registrada foi entre 7,07 e 8,55 °Brix (Tabela 4). Apesar de não significativo, os valores de SS ficaram dentro do padrão de colheita para o mercado externo, que é entre 7-8 °Brix (Assis *et al.*, 2002; Filgueiras *et al.*, 2001; Lima *et al.*, 2009). Esse resultado é notável, pois os teores de SS permaneceram dentro do padrão de colheita mesmo com o aumento significativo da massa fresca, comprimento e diâmetro do fruto, como visto nos tópicos anteriores, indicando que os reguladores não parecem interferir no acúmulo ou redução dos carboidratos e que nem ocorre diluição dos solutos com o aumento do comprimento e diâmetro.

Quanto à acidez titulável (AT) e relação SS/AT, a análise de variância apresentou efeito significativo somente nas concentrações combinadas de BAP+GA₃ (Tabela 3); nos demais ensaios não foram significativos.

Os dados de AT se adequaram a uma regressão linear ascendente, com coeficiente de determinação >0,8 (Figura 8A). Assim, a maior acidez (1,15 % de ác. cítrico) foi registrada no tratamento com 300+300 mg/L de BAP+GA₃, enquanto que o tratamento com 75+75 mg/L de BAP e GA apresentaram a menor acidez (0,67% de ác. cítrico).

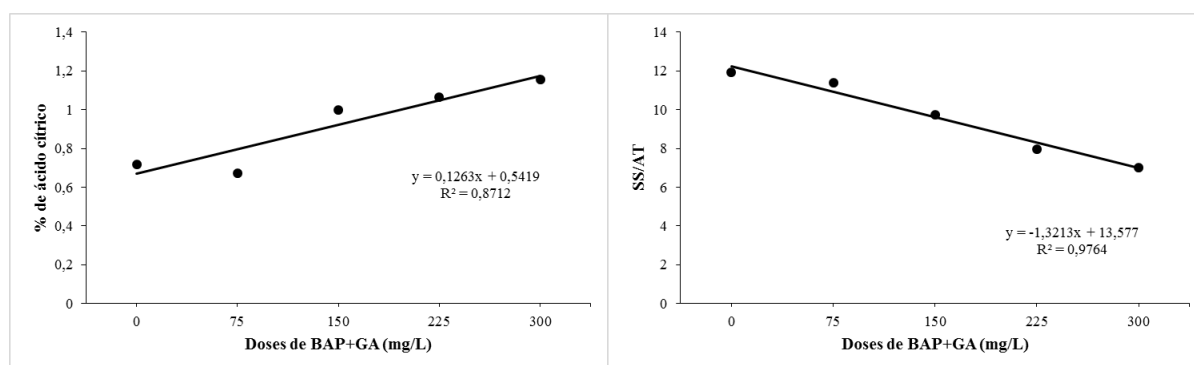


Figura 8. Acidez titulável (AT) e relação SS/AT em frutos maduros de mangueira ‘Tommy Atkins’, produzidas sob aplicação exógena de BAP e GA₃ em função de cinco concentrações, Juazeiro, BA, 2020.

A degradação de ácidos orgânicos é um evento comum durante o crescimento e maturação dos frutos, podendo estar associado a mudanças em outros compostos, como carboidratos (Lima *et al.*, 2009). Estudos realizados com a mesma cultivar no Vale do São Francisco, verificaram valores finais de AT entre 0,7 e 0,9 % de ácido cítrico, sendo próximos

dos apresentados neste trabalho (Lima *et al.*, 2009; Costa *et al.*, 2017), com exceção dos tratamentos com 225+225 e 300+300 mg/L de BAP+GA₃ que apresentaram uma sutil elevação da acidez, embora ainda estejam dentro do padrão indicado para colheita que é abaixo de 1,3%, deste modo estes tratamentos podem induzir algum ataso no amadurecimento.

Verifica-se que a variação da relação SS/AT, para as quatro concentrações de BAP+GA₃ e controle, pode ser explicada por um polinômio de primeiro grau decrescente, com $R^2 > 0,97$. A relação SS/AT é o índice mais indicado para avaliação da palatabilidade e maturação, dando uma ideia do equilíbrio entre os açúcares e acidez (Bomfim *et al.*, 2009; Chitarra & Chitarra, 2005). Assim, como o SS/AT é o reflexo dos dois principais parâmetros químicos dos frutos, a concentração 300+300 mg/L de BAP+GA₃ apresentou o menor ratio; já nas mangas do tratamento controle e 75+75 mg/L de BAP+GA₃ foram encontradas as maiores relações SS/AT, sugerindo efeito dos reguladores principalmente na acidez.

Com relação à produtividade das mangueiras, a produção de frutos por planta e porcentagem de frutos tipo nº 8, não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre tratamento, e seus valores médios estão expressos na Tabela 5. As plantas tratadas com BAP nas concentrações 75 e 150 mg/L, BAP+GA₃ nas concentrações 150 e 225 mg/L e GA₃ na concentração 75 mg/L apresentaram mais de 50% dos frutos classificados como tipo nº 8 (tamanho da manga onde preenche-se uma caixa comercial com oito unidades), aproximadamente 500 g, que é o mais preferível pelos produtores pelo melhor retorno econômico (Tabela 5).

Em tese, a ausência de diferença significativa da produtividade das plantas tratadas com os fitorreguladores e as plantas controle é um resultado satisfatório, pois, houve uma melhoria das características físico-químicas dos frutos que receberam a aplicação exógena, como apresentado e discutido nos tópicos anteriores, sem influência negativa significativa no rendimento como visto em outro estudo (Canli & Pektas, 2015).

Tabela 5. Produção e produtividade de plantas de mangueira ‘Tommy Atkins’, produzidas sob aplicação exógena de BAP e GA₃ em função de cinco concentrações, Juazeiro, BA, 2020.

Tratamentos (mg/L)	Massa dos Frutos/Planta^{NS}	N Médio de Frutos/Planta^{NS}	Produtividade (t/ha)^{NS}	% Frutos tipo nº 8
BAP				
0	43,5	60,8	18,1	37,26
75	38,5	48,8	16,0	63,86
150	33,3	47,8	13,9	50,63
225	50,3	74,0	20,9	26,11
300	46,0	67,0	19,2	32,28
BAP+GA₃				
0	43,5	60,8	18,1	37,26
75	53,3	78,3	22,2	43,91
150	36,5	49,3	15,2	57,57
225	47,3	62,8	19,7	51,15
300	53,3	73,5	22,2	40,43
GA₃				
0	43,5	60,8	18,1	37,26
75	47,5	67,5	19,8	55,29
150	54,3	85,0	22,6	28,20
225	42,3	60,5	17,6	36,24
300	53,0	75,3	22,1	41,13

^{NS}: Não significativo

Contudo, as plantas utilizadas neste estudo foram submetidas ao manejo fitossanitário padrão da fazenda. Constatou-se na área uma alta incidência de mosca-das-frutas, com queda prematura dos frutos, podendo ter influenciado negativamente na avaliação de produtividade.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados de crescimento dos frutos com aplicações de citocininas e giberelinas, associadas ou não, pode-se concluir que:

- A aplicação dos reguladores de crescimento foi eficaz para promover o crescimento de frutos da mangueira ‘Tommy Atkins’ quanto ao acúmulo de massa fresca, comprimento e diâmetro do fruto;
- O crescimento do fruto apresentou comportamento polinomial quadrático com crescimento acentuado dos 52 a 75 DAA para todos os tratamentos avaliados;
- A aplicação combinada de BAP e GA₃ promoveu maiores teores de acidez;
- A aplicação dos reguladores de crescimento não foi eficaz em promover aumento da produtividade da mangueira ‘Tommy Atkins’, mas foi suficiente para aumentar a produção de frutos por planta e porcentagem de frutos tipo n° 8;
- A aplicação combinada de BAP e GA₃ a 150 mg/L aos 15, 30 e 45 dias após a floração foi a mais indicada para promover o crescimento e qualidade do fruto.

REFERÊNCIAS

AINALIDOU, A.; TANOU, G.; BELGHAZI, M.; SAMIOTAKI, M.; DIAMANTIDIS, G.; MALASSIOTIS, A.; KARAMANOLI, K. Integrated analysis of metabolites and proteins reveal aspects of the tissuespecific function of synthetic cytokinin in kiwifruit development and ripening. **Journal of Proteomics**, Roma, v. 143, p. 318–333, 2016.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2020. 51 p.

ASSIS, J.S., FETT, M.S., LIMA, M.A.C., CANTILANO, R.F.F., SELF, G; **Elaboração e difusão das normas da produção integrada da manga no Brasil: colheita e pós-colheita**. Embrapa: Petrolina-PE, 2002.

ARAÚJO, D.O.; MORAES, J.A.A.; CARVALHO, J.L.M. Fatores Determinantes Na Mudança Do Padrão De Produção E Consumo Da Manga No Mercado Nacional. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 10, Edição Especial, p. 51-73, 2017.

ARAÚJO, J.L.P.; GARCÍA, J.L.L. **Estudo do mercado de manga na União Européia**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2012. (Documento técnico-científico).

BALLY, I.S.E.; DILLON, N.L. Mango (*Mangifera indica* L.) Breeding. In: AL-KHAYRI J.; JAIN S.; JOHNSON D. (eds) **Advances in Plant Breeding Strategies: Fruits**. Springer, 2018. p. 811-896.

BOMFIM, M.P.; LIMA, G.P.P.; SÃO JOSÉ, A.R.; HOJO-REBOUÇAS, T.N.; CHATZIVAGIANNIS, M.A.F.; SOUZA, I.V.B. Caracterização físico-química de manga cv Bourbon submetidas à aplicação de cloreto de cálcio na pós-colheita. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, v. 10, n. 1, p. 26-35, 2009.

BONS, H.K.; KAUR, M. Role of plant growth regulators in improving fruit set, quality and yield of fruit crops: a review. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Londres, v. 95, n. 2, p. 137-146, 2019.

BUBÁN, T. The use of benzyladenine in orchard fruit growing: a mini review. **Plant Growth Regulation**, Amesterdã, v. 32, p. 381–390, 2000.

CAMPBELL, C.W. The 'Tommy Atkins' Mango. **Florida State Horticultural Society**, Florida, v. 86, p. 348–350, 1973.

CAMPBELL, R.J.; CAMPBELL, C.W. Commercial florida mango cultivars. **Acta Horticulturae**, Bélgica, v. 341, p. 55-59, 1993.

CANLI, F.A.; PEKTAS, M. Improving fruit size and quality of low yielding and small fruited pear cultivars with benzyladenine and gibberellin applications. **European Journal of Horticultural Science**, Bélgica, v. 80, n. 3, p. 103–108, 2015.

CANLI, F.A.; PEKTAS, M.; ERCISLI, S. Benzyladenine and gibberellin applications improve fruit weight and delay maturity of sweet cherry. **Erwerbs-Obstbau**, Berlim, v. 57, p. 71-75, 2015.

CANO-MEDRANO, R.; DARNELL, R.L. Cell number and cell size in pathenocarpic vs. pollinated blueberry (*Vaccinium ashei*) fruit. **Annals of Botany**, Oxford, v. 80, p. 419–425, 1998.

CÁRDENAS-PÉREZ, S.; CHANONA-PEREZ, J.J.; GÜEMES-VERA, N.; CYBULSKA, J.; SZYMANSKA-CHARGOT, M.; CHYLINSKA, M.; KOZIOL, A.; GAWKOWSKA, D.; PIECZYWEK, P.M.; ZDUNEK, A. Structural, mechanical and enzymatic study of pectin and cellulose during mango ripening. **Carbohydrate Polymers**, Amesterdã, v.196, p. 313-321, 2018.

CARVALHO, C.R.L.; ROSSETO, C.J.; MANTOVANI, D.M.B.; MORGANO, M.A.; CASTRO, J.V.; BORTOLETTO, N. Avaliação de cultivares de mangueira selecionadas pelo instituto agrônômico de campinas comparadas a outras de importância comercial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 264-271, 2004.

CASTRO NETO, M. T.; REINHARDT, D. H. Relações entre parâmetros de crescimento do fruto de manga cv. Haden. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 35-37, 2003.

CHEN, S., WANG, X., ZHANG, L., LIN, S., LIU, D., WANG, Q. Identification and characterization of tomato gibberellin 2-oxidases (GA2oxs) and effects of fruit-specific SlGA2ox1 overexpression on fruit and seed growth and development. **Horticulture Research**, Londres, v. 3, 16059, 2016.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL-FAEPE, 2005. 785p.

COMEXSTAT/MDIC. **Estatísticas de comércio exterior do Brasil 2018**. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/>>. Acesso em: 01 out. 2019.

CORTÉS, V.; ORTIZ, C.; ALEIXOS, N.; BLASCO, J.; CUBERO, S.; TALENS, P. A new internal quality index for mango and its prediction by external visible and near-infrared reflection spectroscopy. **Postharvest Biology and Technology**, Amesterdã, v.118, p. 148–158, 2016.

COSTA, J.D.S.; FIGUEIREDO-NETO, A.; ALMEIDA, F.A.C.; COSTA, M.S.; BORGES, G.S.C.; SOUSA, K.S.M.; QUIRINO, A.K.R. Componentes principais de parâmetros físico-químicos de mangas cv. Tommy Atkins durante a maturação. **Revista Espacios**, Caracas, v. 38, n. 16, 2017.

COTRIM, C.E.; COELHO, E.F.; SILVA, J.A.; SANTOS, M.R. Irrigação com déficit controlado e produtividade de mangueira ‘tommy atkins’ sob gotejamento. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 11, nº. 8, p. 2229 - 2238, 2017.

DANTAS, A.C.S.; BARBOSA, R.; FIGUEIREDO-NETO, A.; OLIVIER, N.C.; HERNÁNDEZ, L.I.N. Mechanical characterization of mango fruit using compression tests. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 40, n. 2, p. 405-410, 2017.

EL-TANANY, M.M.; MOHAMED, S.A. Effect of foliar application of cytokinin, active dry yeast and potassium on fruit size, yield, fruit quality and leaf mineral composition of valencia orange trees. **Egyptian Journal of Horticulture**, Cairo, v. 43, n. 2, p.389-414, 2016.

FAOSTAT-FAO. **Food and agriculture data: Mango**. 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#home>>. Acesso em: 31 jul. 2020.

FAVERO, L.A. (Org.). **A Cultura da manga no São Francisco: posicionamento, limites, oportunidades e ações estratégicas**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2008. 232p.

FILGUEIRAS, H.A.C., PIMENTEL, C.R.M., CASTRO, E.B., MENEZES, J.B., ALVES, R.E., AMORIM, T.B.F. Colheita e manuseio pós-colheita. In: Filgueiras, H. A. C. et al. Frutas do Brasil: manga. pós-colheita. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 25 p.

FILGUEIRAS, H.A.C.; AMORIM, T.B.F.; MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. Colheita e manuseio pós-colheita. In: FILGUEIRAS, H.A.C. (Ed.) **Manga: pós-colheita**. Brasília, Embrapa. p.22-37, 2000.

FLAISHMAN, A.F.; SHARGAL, A., STERN, R.A. The synthetic cytokinin CPPU increases fruit size and yield of ‘Spadona’ and ‘Costia’ pear (*Pyrus communis* L.). **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Londres, v. 76, p. 145– 149, 2001.

FONSECA, N. *et al.* **A cultura da manga**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 63p.

GALÁN-SAÚCO, V. Trends in world mango production and marketing. **Acta Horticulturae**, Bélgica, v. 1183, p. 351–363, 2017.

HEDDEN, P. Gibberellins. In: THOMAS, B.; MURRAY, B.G.; MURPHY, D.J. **Encyclopedia of Applied Plant Sciences. Volume 1: Plant Physiology and Development**. Amsterdã: Elsevier Academic Press, 2017. p. 411-420.

HIROSE, N.; TAKEI, K.; KUROHA, T.; KAMADA-NOBUSADA, T.; HAYASHI, H.; SAKAKIBARA, H. Regulation of cytokinin biosynthesis, compartmentalization and translocation. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 59, n. 1, p. 75–83, 2008.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Agrícola Municipal (PAM)**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/11985?tipo=grafico&indicador=11992> >. Acesso em: 15 jul. 2020.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 5.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz 2008. p. 1020.

JAMESON, P.E.; SONG, J. Cytokinin: a key driver of seed yield. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 67, n. 3 p. 593–606, 2016.

KADER, A.A. Fruit maturity, ripening, and quality relationships. **Acta Horticulturae**, Bélgica, v. 485, p.203-208, 1999.

KIILL, L.H.P.; SIQUEIRA, K.M.M. A Polinização da Mangueira. In: **III Semana dos Polinizadores**. Anais da III Semana dos Polinizadores. Petrolina-PE: Embrapa Semiárido, 2012. p. 123-138.

KOSHIMIZU, K. IWAMURA, H. Cytokinins. In: TAKAHASHI, N. (ed.), **Chemistry of plant hormones**. CRC Press, Florida, 1986. p. 153–159.

KUMAR, R.; KHURANA, A.; SHARMA, A.K. Role of plant hormones and their interplay in development and ripening of fleshy fruits. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 65, n. 16, p. 4561–4575, 2014.

KUMARI, S.; BAKSHI, P.; SHARMA, A.; WALI, V.K.; JASROTIA, A.; KOUR, S. Use of Plant Growth Regulators for Improving Fruit Production in Sub Tropical Crops. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, Tamilnadu, v. 7, n. 3, p. 659-668, 2018.

LEÃO, E.L.S.; MOUTINHO, L.M.G.; CAMPOS, L.H.R. Arranjo produtivo local da fruticultura irrigada do Vale do Submédio do São Francisco, Pernambuco/Bahia: fluxos comerciais e dinamismo local. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 9, n. 2, p. 273-303, 2016.

LIMA, J.R.F.; ALMEIDA, G.V.B.; PEREIRA, A.F.C.; ARAÚJO-JÚNIOR, J.N. Análise do mercado de manga produzida no vale do são francisco: cenário atual e perspectivas para o curto prazo. In: **Anais do XIII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Petrolina: Univasf, 2018.

LIMA, M.A.C.; SILVA, A.L.; AZEVEDO, S.S.N. Evolução de indicadores do ponto de colheita em manga ‘Tommy Atkins’ durante o crescimento e a maturação, nas condições do Vale do São Francisco, Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 432-439, 2009.

LIU, L.; WANG, Z.; LIU, J.; LIU, F.; ZHAI, R.; ZHU, C. Histological, hormonal and transcriptomic reveal the changes upon gibberellin induced parthenocarpy in pear fruit. **Horticulture Research**, Londres, v. 5, n. 1, p. 1-13, 2018.

LOBO, M.G.; SIDHU, J.S. Biology, Postharvest Physiology, and Biochemistry of Mango. In: SIDDIQ, M.; BRECHT, J.K.; SIDHU, J.S. **Handbook of Mango Fruit: Production, postharvest science, processing technology and nutrition**. Oxford: Wiley-Blackwell, 2017. p.37-60.

LUCENA, E. M. P.; ASSIS, J. S.; ALVES, R. E.; ENÉAS FILHO, J. Alterações na cor, vitamina C, fenólicos e atividade de enzimas oxidativas durante o desenvolvimento de manga

'Tommy Atkins'. **Journal Interamerican Society for Tropical Horticulture**, Bélgica, v. 54, p. 113-117, 2011.

LUCENA, E.M.P.; ASSIS, J.S.; ALVES, R.E.; SILVA, V.C.M.; FILHO, J.E. Alterações físicas e químicas durante o desenvolvimento de mangas 'Tommy Atkins' no Vale do São Francisco, Petrolina – PE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, p. 096-101, 2007.

MACHADO, W.R.B.; CARVALHO, R.M.; FIGUEIREDO-NETO, A. Avaliação das perdas de manga no mercado varejista do Vale do São Francisco. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 10, p. 75-90, 2017.

MARTINS, A.O.; NUNES-NESE, A.; ARAÚJO, W.L.; FERNIE, A.R. To bring flowers or do a runner: gibberellins make the decision. **Molecular Plant**, Shanghai, v. 11, p. 4–6, 2018.

MAYNAR, G. **Novo mercado para mangas nordestinas 2018**. Disponível em: <<https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/novo-mercado-para-mangas-nordestinas/>> . Acesso em 01 out. 2019

MCATEE, P.; KARIM, S.; SCHAFFER, R.; DAVID, K. A dynamic interplay between phytohormones is required for fruit development, maturation, and ripening. **Front Plant Science**, Lausanne, v. 4, 2013.

MORAIS, P.L.D.; FILGUEIRAS, H.C.F.; PINHO, J.L.N.; ALVES, R.E. Ponto de colheita ideal de mangas 'Tommy Atkins' destinadas ao mercado europeu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n. 3, p. 671-675, 2002.

MOUCO, M. A. C.; SILVA, D. J.; PRADO, R. M. Mango cultivation in Brazil. In: VALAVI, S. G.; RAJMOHAN, K.; GOLVI, J. N.; PETER, K. V.; THOTTAPPILLY, G. **Mango: cultivation in different countries**. Houston: Studium Press LLC, v. 2, 2012. p. 331-345.

MOUCO, M. A. **O cultivo da mangueira**. 3 ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015. Versão Eletrônica. 111 p.

MOUCO, M.A.C. **Manejo da floração de mangueiras no semi-árido do nordeste brasileiro com inibidores da síntese de giberelinas**. Botucatu, 2008. Tese (Doutorado em Agronomia). Faculdade de ciências agronômicas - UNESP.

MOUCO, M.A.C.; LIMA-NETO, F.P. **A mangueira no Vale do São Francisco**. Toda Fruta, 2018. 11 p.

NASSUR, R.C.M.R. **Indicadores de qualidade em mangas durante o amadurecimento**. 2013. 85 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013).

NASSUR, R.C.M.R.; GONZÁLEZ-MOSCOSO, S.; CRISOSTO, G.M.; LIMA, L.C.O.; VILAS-BOAS, E.V.B.; CRISOSTO, C.H. Describing Quality and Sensory Attributes of 3 Mango (*Mangifera indica* L.) Cultivars at 3 Ripeness Stages Based on Firmness. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 80, n. 9, 2015.

O'HARE, T.J. Effect of ripening temperature on quality and compositional changes of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Kensington. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 35, p. 259-263, 1995.

OSUNA-ENCISO, T.; CHAVARÍN-NAVARRO, Z.M.; CARRILLO-FASIO, J.A.; VALDEZ-TORRES, J.B.; BASILIO-HEREDIA, J.; BÁEZ-SAÑUDO, M.A.; HERNÁNDEZ-VERDUGO, S.; OSUNA-RODRÍGUEZ, J.M. Efecto de aspersiones de biorreguladores en precosecha sobre el crecimiento y maduración del mango Keitt. **Revista Fitotecnia Mexicana**, Chapingo, v. 42, n. 3, p. 259 - 268, 2019.

OZGA, J.; REINECKE, M.D. Hormonal interactions in fruit development. **Journal of Plant Growth Regulation**, Londres, v. 22, p. 73–81, 2003.

PÉREZ-BARRAZA, M.H.; OSUNA-ENCISO, T.; GUTIÉRREZ-ESPINOSA, M.A.; SANTIAGO-CRUZ, M.J.; AVITIA-GARCÍA, E.; CANO-MEDRANO, R. Thidiazuron y ácido giberélico en amarre y tamaño de frutos de mango ‘ataulfo’ polinizados y partenocárpicos **Interciencia**, Caracas, v. 40, n. 10, p. 677-683, 2015.

PINTO, A.C.Q. A produção, o consumo e a qualidade da manga no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 597, 2002.

PINTO, A.C.Q. O agronegócio da manga. In: ALBUQUERQUE, A.C.S.; SILVA, A.G. (Eds). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

PINTO, C.A.Q.; MATOS, A.P.; CUNHA, G.A.P. Cultivars (Cultivares).In: MATOS, A.P. (org). **Manga. Produção: aspectos técnicos**. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 63p.; (Frutas do Brasil ; 4).

PUJARI, K.H.; MALSHE, A.V.; SHEDGE, M.S.; ZAGADE, V.V.; LAWANDE, K.E. Effect of CPPU (Forchlorfenuron) on fruit retention and postharvest quality of 'Alphonso' mango. **Acta Horticulturae**, Bélgica, v. 1120, 2016.

RAGHAVAN, V. Some reflections on double fertilization, from its discovery to the present. **New Phytologist**, Lancaster, v. 159, p. 565–583, 2003.

RANI, R.; BRAHMACHARI, V.S. Effect of growth substances and calcium compounds on fruit retention, growth and yield of Amrapali mango. **Orissa Journal of Horticulture**, Bhubaneswar, v. 32, p. 15–18, 2004.

REDDY, S.V.R.; SHARMA, R.R.; BARTHAKUR, S. Influence of 1-MCP on texture, related enzymes, quality and their relative gene expression in 'Amrapali' mango (*Mangifera indica* L.) fruits. **Journal of Food Science and Technology**, Nova Delhi, v. 54, n. 12, p. 4051-4059, 2017.

ROMANOV, G.A. How Do Cytokinins Affect the Cell?. **Russian Journal of Plant Physiology**, Moscou, v. 56, n. 2, p. 268–290, 2009.

SANTOS, C.A.F.; LIMA-NETO, F.P.; COSTA, J.G Cultivares de manga. In: MOUCO, M. A. **O cultivo da mangueira**. Sistema de produção Embrapa. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015.

SAS. Institute Inc. **SAS® 9.1.3 (TS1M3) for Windows Microsoft**. Cary: SAS Institute Inc, 2007.

SASAKI, K.; UTSUNOMIY, N. Effect of Combined Application of CPPU and GA₃ on the Growth of 'Irwin f Mango Fruits. **Japanese Journal of Tropical Agriculture**, Tóquio, v. 46, n. 4, p. 224-229, 2002.

SEYMOUR, G.B.; ØSTERGAARD, L.; CHAPMAN, N.H.; KNAPP, S.; MARTIN, C. Fruit development and ripening. **Annual Review of Plant Biology**, Berkeley, v. 64, p. 219–241, 2013.

SHAH, K.A.; PATEL, M.B.; PATEL, R.J.; PARMAR, P.K. *Mangifera indica* (Mango). **Pharmacognosy Reviews**, Bangalore, v. 4, n. 7, 2010.

SHAKYA, R.; LAL, M.A. Fruit Development and Ripening. In: **Plant Physiology, Development and Metabolism**. Singapore: Springer, 2018. pp. 857–883.

SILVA, D.F.P.; SALOMÃO, L.C.C.; PEREIRA, L.D.; VALLE, K.D.; ASSUNÇÃO, H.F.; CRUZ, S.C. Development and maturation of mango fruits cv. ‘Ubá’ in Visconde do Rio Branco, Minas Gerais State, Brazil. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 65, n.6, p. 507-516, 2018.

SINGH, Z. Gibberellin type and time of application influence fruit set and retention in mango. **Acta Horticulturae**, Londres, v. 820, p. 407–412, 2009.

SOUZA, J.M.A.; LEONEL, S.; MODESTO, J.H.; FERRAZM R.A.; GONÇALVES, B.H.L. Phenological Cycles, Thermal Time and Growth Curves of Mango Fruit Cultivars in Subtropical Conditions. **British Journal of Applied Science & Technology**, Londres, v. 9, n. 1, p. 100-107, 2015.

SOUZA, M.A.; SIMÕES, W.L.; MESQUISA, A.C.; MOUCO, M.A.C.; CAVALCANTE, B.L.S.; GUIMARÃES, M.J.M. Manejo da quimigação para indução floral da mangueira ‘Palmer’ no Submédio do Vale do São Francisco. **Irriga**, Botucatu, v. 23, n. 3, p. 442-453, 2018.

SRIVASTAVA, A.; HANDA, A.K. Hormonal regulation of tomato fruit development: A molecular perspective. **Journal of Plant Growth Regulation**, Londres, v. 24, p. 67–82, 2005.

TEIXEIRA, A.H.C. **Informações agrometeorológicas do polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA - 1963 a 2009**. Petrolina: Embrapa Semiárido, Documentos, n.233, 2010. 21p

TEIXEIRA, A.H.C.; ANGELOTTI, F.; MOURA, M.S.B. Clima. In: MOUCO, M. A. (Ed.). **O cultivo da mangueira**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015.

TENREIRA, T.; LANGE, M.J.P.; LANGE, T.; BRES, C.; LABADIE, M.; MONFORT, A.; HERNOULD, M.; ROTHAN, C.; DENOYES, B. A specific gibberellin 20-oxidase dictates the flowering-runnering decision in diploid strawberry. **Plant Cell**, Rockville, v. 29, p. 2168–2182, 2017.

THOMAS, J.C.; KATTERMAN, F.R. Cytokinin activity induced by thidiazuron. **Plant Physiology**, Rockville, v. 81, p. 681–683, 1986.

VALEXPOR. **Novo Mercado para mangas nordestinas 2018**. Disponível em: <<https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/novo-mercado-para-mangas-nordestinas/>>. Acesso em 01 out. 2019.

YEHIA, A.T.; HASSAN, H.S.A. Effect of some chemical treatments on fruiting of 'Le Conte' pears. **Journal of Applied Sciences Research**, Jordão, v. 1, p. 35–42, 2005.