



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA**

TULLYUS RUBENS DE SOUZA SILVA

**REDUÇÃO DE ESTRESSE E FIXAÇÃO DE FRUTOS DE MANGUEIRA
'KENT' EM FUNÇÃO DE BIOESTIMULANTE**

PETROLINA-PE

2019

TULLYUS RUBENS DE SOUZA SILVA

**REDUÇÃO DE ESTRESSE E FIXAÇÃO DE FRUTOS DE MANGUEIRA
'KENT' EM FUNÇÃO DE BIOESTIMULANTE**

Trabalho apresentado a Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus de Ciências Agrárias, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Augusto Miguel Nascimento Lima

Coorientador: Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante

PETROLINA-PE

2019

Silva, Tullyus Rubens de Souza
S586r Redução de estresse e fixação de frutos de mangueira 'Kent' em
função de bioestimulante / Tullyus Rubens de Souza Silva. --
Petrolina-PE, 2019.

26 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia
Agrônômica) - Universidade Federal do Vale do São Francisco,
Campus de Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2019.
Orientador: Prof. Dr. Augusto Miguel Nascimento Lima.

Referências.

1. Manga. 2. Manga - cultivo. 3. Plantas - reguladores. I. Título.
II. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 634.34

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA

FOLHA DE APROVAÇÃO

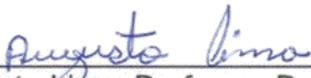
TULLYUS RUBENS DE SOUZA SILVA

REDUÇÃO DE ESTRESSE E FIXAÇÃO DE FRUTOS DE
MANGUEIRA 'KENT' EM FUNÇÃO DE BIOESTIMULANTE

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônoma, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Aprovado em: 11 de março de 2019.

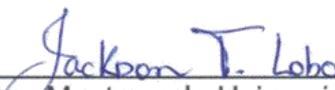
Banca Examinadora



(Augusto Miguel Nascimento Lima, Professor Doutor da Universidade Federal do Vale do São Francisco).



(Ítalo Herbert Lucena Cavalcante, Professor Doutor da Universidade Federal do Vale do São Francisco).



(Jackson Teixeira Lobo, Mestre pela Universidade Federal do Vale do São Francisco).

AGRADECIMENTOS

A Deus, de quem emana todo conhecimento e sabedoria e que governa todas as coisas, por me permitir ter acesso à educação de qualidade, pelo sustento e provisão diárias por meio de suas infinitas misericórdia e bondade, pela força e motivação que me trouxeram até aqui.

Aos meus pais e minha irmã, por batalharem com o intuito de me permitir dedicação exclusiva ao curso, por todo apoio e amor a mim demonstrados em cada gesto e palavra. Meu amor por vocês vai além do que toda eloquência é capaz de descrever. À CAPES, que financiou meu projeto de pesquisa, permitindo que sua execução fosse possível.

Ao Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante, pela excelente orientação durante toda a minha trajetória no curso de Engenharia Agrônômica. Aos Prof. Dr. Augusto Miguel Nascimento Lima e Ítalo Herbert Lucena Cavalcante pela orientação e acompanhamento do projeto.

A Diógenes de Souza Brito e Jackson Teixeira Lobo, meus amigos, por me ajudarem em todas as etapas do experimento e das análises laboratoriais.

Aos meus colegas de turma e também aos amigos que fazem parte da pós-graduação, com quem dividi todos os momentos vivenciados na universidade, àqueles que fizeram das cargas mais leves e do processo de aprendizado, mais divertido e prazeroso.

Aos laboratórios de Química e Fertilidade do Solo e Fisiologia Vegetal por disponibilizarem toda a estrutura necessária à realização das análises previstas no projeto.

À Bárbara, minha namorada, que me apoiou durante a fase final deste trabalho, me deu dicas valiosas e sempre me incentiva a buscar dar o melhor de mim em tudo o que faço.

RESUMO

O Vale do São Francisco é o maior polo nacional produtor de frutas em regime irrigado, tendo as culturas da mangueira e videira como destaque dentre as demais estabelecidas na região. O cultivo da mangueira no Vale do São Francisco é responsável por 89% da exportação nacional da fruta e contribui para que o Brasil seja o sétimo maior produtor mundial de manga, com produção anual de 1,087 milhões de toneladas, e Pernambuco o segundo maior estado exportador de frutas do país. Apesar do panorama positivo da mangicultura no Brasil, a mangueira constitui uma planta que, mesmo nos dias atuais, ainda necessita de informações básicas na literatura científica, principalmente no que se refere às recomendações técnicas para superar um dos maiores obstáculos para a viabilidade econômica do cultivo de manga, a queda prematura de frutos. O uso de produtos que estimulem a biossíntese de hormônios vegetais e que amenizem o estresse vegetal pode constituir uma alternativa viável e pouco explorada com potencial para a resolução desse impasse. Nesse contexto o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do uso de bioestimulante na redução de estresse e aumento da fixação de frutos em mangueira 'Kent' em condições semiáridas. O experimento foi conduzido em pomar comercial de mangueira cv. Kent localizado no Perímetro Irrigado de Maniçoba em Juazeiro-BA. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 5, correspondentes respectivamente ao uso de bioestimulante (sem e com) e às datas de avaliação, com cinco repetições e cinco plantas por parcela. Para a avaliação da redução do estresse à planta foram analisados o teor de carboidratos solúveis totais e a concentração de prolina nas folhas e, para a avaliação do efeito do bioestimulante na fixação de frutos foram analisadas a queda de frutos e a quantidade de frutos por panícula. Para a avaliação dos efeitos nutricionais do uso do bioestimulante, foi realizada análise foliar antes da aplicação dos tratamentos e na fase de plena floração. A utilização do bioestimulante resultou em incremento dos teores foliares de nitrogênio, potássio, magnésio e manganês. O uso do bioestimulante a partir do início da indução floral até a plena floração promoveu maior disponibilidade de carboidratos e menor concentração de prolina, o que indica provável redução de estresse abiótico para a mangueira cv. Kent. Registrou-se maior número de frutos por panícula em plantas tratadas com bioestimulante no início da formação de frutos com redução ao longo das datas de avaliação.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L. Abscisão de frutos. Nutrição vegetal.

ABSTRACT

The São Francisco Valley is the largest national producer of fruits in an irrigated regime, with mango and vine crops being the highlight among the others established in the region. The mango cultivation in São Francisco Valley is responsible for 89% of Brazil's national fruit exports and contributes to Brazil's seventh largest mango producer, with an annual production of 1.087 million tons, and Pernambuco is the second largest exporting state of the country. Despite the positive scenario of mango cultivation in Brazil, the mango tree is a plant that, even today, still requires basic information in the scientific literature, especially with regard to technical recommendations to overcome one of the greatest obstacles to the economic viability of the crop of mango, the premature fall of fruits. The use of products that stimulate biosynthesis of plant hormones and ameliorate plant stress can be a viable and little explored alternative with the potential to solve this impasse. In this context, the objective of this study was to evaluate the effect of the use of biostimulant on the stress reduction and increase of the fixation of fruits in 'Kent' mango in semi-arid conditions. The experiment was conducted in a commercial orchard of mango cv. Kent located in the Irrigated Perimeter of Maniçoba in Juazeiro-BA. The experimental design was a randomized block design in a 2 x 5 factorial scheme, corresponding to the use of biostimulant (without and with) and the evaluation dates, with five replications and five plants per plot. For the evaluation of the stress reduction to the plant, the total soluble carbohydrates content and the proline concentration in the leaves were analyzed and, for the evaluation of the effect of the biostimulant in the fixation of fruits were analyzed the fall of fruits and the quantity of fruits per panicle. In order to evaluate the nutritional effects of biostimulant use, foliar analysis was performed before the application of the treatments and in the phase of full bloom. The use of biostimulant resulted in increased nitrogen, potassium, magnesium and manganese contents. The use of the biostimulant from the beginning of the floral induction to full bloom promoted greater carbohydrate availability and lower proline concentration, indicating a probable abiotic stress reduction for 'Kent' mango. A higher number of fruits per panicle was recorded in plants treated with biostimulant at the beginning of fruit formation with reduction along the evaluation dates.

Key-words: *Mangifera indica* L. Fruit drop. Vegetal nutrition.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Temperatura média do ar, umidade relativa do ar, precipitação, evapotranspiração e radiação global registradas durante a condução do experimento. 09
- Figura 2 Estado das plantas antes da aplicação dos tratamentos (A) e após o fim das aplicações (B). 10
- Figura 3 Tela instalada sob a copa para facilitar a contagem de frutos caídos por planta (A) e frutos caídos após a instalação da tela (B). 12
- Figura 4 Concentrações foliares de carboidratos solúveis totais (A) e prolina (B) em cinco datas de avaliação em função dos tratamentos aplicados em mangueira cv. Kent. 17
- Figura 5 Número de frutos por panícula (A) e número de frutos caídos por planta (B) em seis datas de avaliação e número total de frutos caídos (C) em função dos tratamentos aplicados em mangueira cv. Kent. 20

LISTA DE TABELAS

- | | | |
|----------|---|----|
| Tabela 1 | Resumo da análise de variância para as concentrações foliares de macro e micronutrientes antes da aplicação dos tratamentos (primeira indução) e ao final da aplicação dos tratamentos (florada plena) em função dos tratamentos aplicados em mangueira cv. Kent. | 13 |
| Tabela 2 | Síntese da análise de variância para carboidratos solúveis totais, prolina foliar, número de frutos por panícula e número de frutos caídos por planta. | 16 |

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
4 CONCLUSÕES	21
REFERÊNCIAS.....	22

1 INTRODUÇÃO

O Vale do São Francisco é o maior polo nacional produtor de frutas em regime irrigado, tendo as culturas da mangueira e videira como destaque dentre as demais estabelecidas na região. O cultivo da mangueira no Vale do São Francisco é responsável por 89% da exportação nacional dessa fruta e contribui para que o Brasil seja o sétimo maior produtor mundial de manga, com produção anual de 1,087 milhões de toneladas, e Pernambuco o segundo maior estado exportador de frutas do país (AGROSTAT, 2018; ALICEWEB, 2018).

Apesar do panorama positivo da mangicultura no Brasil e especialmente na região do Submédio do Vale do São Francisco, a mangueira constitui uma planta que, mesmo nos dias atuais, ainda necessita de informações básicas na literatura científica, principalmente no que se refere às recomendações técnicas para superar um dos maiores obstáculos para a viabilidade econômica do cultivo de manga, a queda prematura de frutos.

A abscisão de frutos de manga é um fenômeno de natureza complexa (MALIK & SINGH, 2006), que ocorre em todas as variedades, porém com maior intensidade na cultivar Kent (LOBO, 2018), causado por inúmeros fatores que incluem: falta de polinização, autoincompatibilidade, fertilização deficitária, aborto de embrião ou competição entre os frutos em desenvolvimento, pragas e doenças resultando em desequilíbrio nutricional ou hormonal (SINGH et al., 2005). Nesse sentido, vários trabalhos têm sido desenvolvidos com o objetivo de reduzir a queda prematura de frutos de manga a partir da aplicação exógena de bioestimulante, reguladores de crescimento vegetal, nutrientes e pesticidas (KHATAB et al. 2016; ASHOK et al., 2007; AHMED et al., 2012; NKANSAH et al., 2012; KRISHNA et al., 2016). Entretanto ainda não há consenso na literatura científica especializada sobre um manejo integrado que solucione o problema. O uso de produtos que estimulem a biossíntese de hormônios vegetais e que amenizem o estresse vegetal pode constituir uma alternativa viável e pouco explorada com potencial para a resolução desse impasse.

Khattab et al. (2016) observaram resultados positivos associados ao uso de bioestimulantes contendo nutrientes e aminoácidos na redução da queda de frutos em diferentes cultivares de manga, nesse sentido, pesquisas utilizando produtos estimulantes do metabolismo vegetal, especialmente aqueles que podem

interferir na nutrição vegetal, produção e armazenamento de carboidratos e aminoácidos, são relevantes para a cadeia produtiva da manga no Submédio do Vale do São Francisco.

Os carboidratos totais não estruturais, incluindo amido e açúcares de reserva possuem função importante no desenvolvimento da mangueira, especialmente a floração (Phavaphutanon, 2000). Elevados níveis de carboidratos nas folhas e gemas, aliados a estímulos florais, resultam na indução floral da mangueira. Segundo Brondani et al. (2012), o teor de carboidratos nos tecidos foliares depende da época do ano associada à fase da cultura, fatores edáficos e manejo de poda.

Em plantas cultivadas em condições de estresse hídrico ocorre o acúmulo de prolina, aminoácido heterocíclico que tem participação na composição de proteínas (Bezerra Neto & Barreto, 2011). O acúmulo de prolina nas plantas sob estresse pode ser decorrente da regulação osmótica e proteção da integridade celular (Fumis & Pedras, 2002), seu incremento por meio de aplicação exógena ou bioestimulação pode contribuir para a redução do estresse vegetal com potenciais reflexos na produtividade. Lacerda et al. (2012) registraram redução de estresse salino resultando em aumento da produtividade em até 2,5 t ha⁻¹ em frutos de melão amarelo submetidos à aplicação exógena de prolina.

A hipótese testada é que a aplicação de bioestimulante no período de pré-florada reduz o estresse abiótico, promovido pelas elevadas temperaturas e reduzidas lâminas de irrigação no momento da indução floral, e tem efeito positivo na fixação de frutos de mangueira. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação foliar de bioestimulante na redução de estresse e melhoria da fixação de frutos de mangueira cv. Kent no Vale do São Francisco.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em 2017 em pomar comercial de mangueira cv. Kent, localizado no Perímetro Irrigado de Maniçoba em Juazeiro-BA, onde o clima é classificado como BswH, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 26,0 °C e precipitação média anual de 481,7 mm, na região do Submédio do Vale do São Francisco.

Durante a execução do experimento, os dados climáticos referentes à precipitação pluviométrica, radiação global média, temperatura e umidade relativa do ar, e evapotranspiração média foram registrados em estação meteorológica automática instalada em Juazeiro-BA (Figura 1).

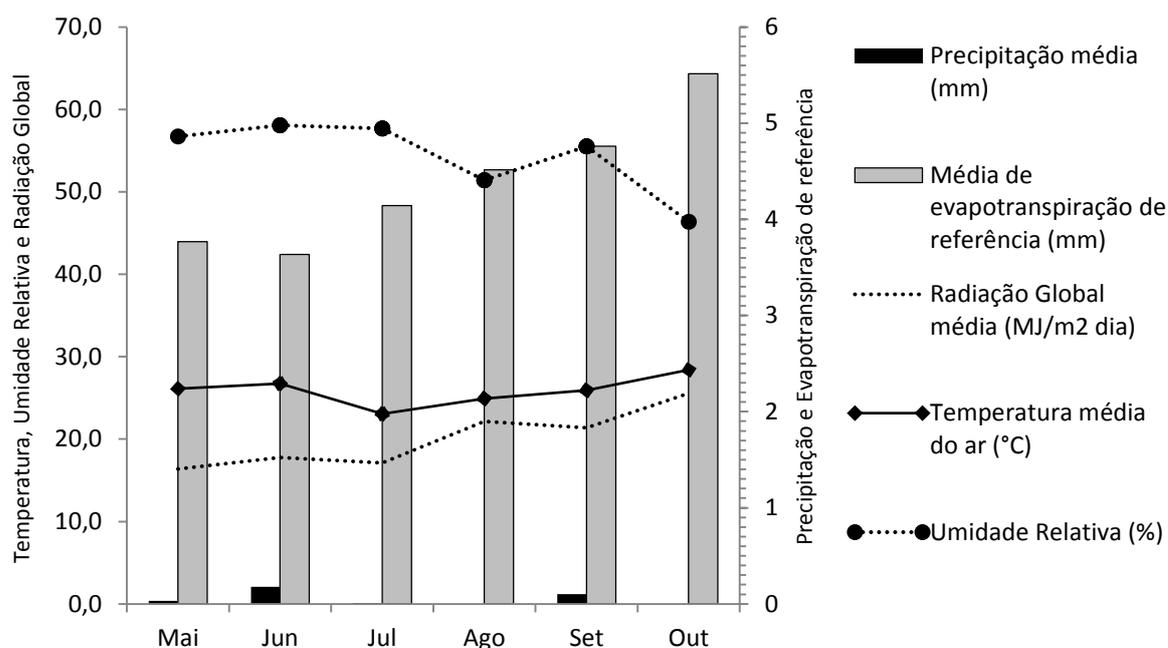


Figura 1 - Temperatura média do ar, umidade relativa do ar, precipitação, evapotranspiração e radiação global registradas durante a condução do experimento.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 5, correspondentes respectivamente ao uso de bioestimulante (sem e com) e às datas de avaliação, com cinco repetições e cinco plantas por parcela. Os tratamentos foram:

T1 – Manejo convencional de indução floral, utilizando apenas nitrato de potássio;

T2 – Manejo de indução floral utilizando bioestimulante adicionado ao nitrato de potássio;

O bioestimulante utilizado foi o Spray Dünger 124[®] que tem formulação em pó e possui na sua composição: 5% de Nitrogênio (N) na forma nítrica, 10% de Pentóxido de Fósforo (P₂O₅), 20% de Óxido de potássio (K₂O), 1,5% de Magnésio (Mg), 1,4% de Cálcio (Ca), 4,8% de enxofre (S), 1,5% de Boro (B), 0,5% de Cobre (Cu), 0,1% de Ferro, 0,5% de Manganês (Mn), 0,2% de Molibdênio (Mo) e 4% de

Zinco (Zn) solúveis em água além de 0,55% do agente quelante EDTA e 5,9% do agente complexante Ácido Cítrico.

A dose utilizada do bioestimulante seguiu a recomendação do fabricante e foi de 1,5 Kg ha⁻¹, na concentração de 150 g/100 litros de calda, cada planta recebeu 2 litros de calda via aplicação foliar. A calda estimada por hectare foi de 2000 litros. As aplicações iniciaram juntamente com a indução floral até a plena floração entre os meses de maio a julho de 2017, totalizando 10 aplicações de bioestimulante e de nitrato de potássio com intervalos de cinco dias. O estado das plantas antes da aplicação dos tratamentos está ilustrado na Figura 2A, na figura 2B está ilustrado o estado das plantas após o fim das aplicações dos tratamentos.

A



B



Figura 2. Estado das plantas antes da aplicação dos tratamentos (A) e após o fim das aplicações (B).

As plantas foram irrigadas pelo sistema localizado de microaspersão e submetidas às práticas culturais recomendadas por Lopes et al. (2003) para a cultura da mangueira nas condições regionais de cultivo quanto a podas, manejo

nutricional via fertirrigação, controle de plantas invasoras, ponto de colheita e combate a pragas e doenças.

Para determinação dos efeitos do bioestimulante na mangueira cv. Kent foram avaliados semanalmente:

- i) carboidratos solúveis totais (mg de carboidrato/grama de folha), como segue: o material (folhas com ramos do penúltimo ou último fluxo) pelo método fenol-sulfúrico proposto por Dubois et al. (1956);
- ii) concentração de prolina nas folhas (mmol de prolina/grama de folha) conforme a metodologia de Bates et al. (1973);

Antes da aplicação dos tratamentos e à plena floração foi realizada a coleta de material vegetal para determinação dos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg), micronutrientes (Mn, B, Fe e Zn) e sódio (Na) no tecido vegetal, seguindo a metodologia de Silva (1999).

Para a avaliação periódica dos efeitos do bioestimulante na fixação de frutos, foram marcadas dez panículas por planta, distribuídas por toda a copa a partir da plena floração. Após cada queda fisiológica de frutos e ao final do experimento foi determinado o número de frutos por panícula. Também foi contabilizado o número de frutos caídos por planta em cinco datas de avaliação e quantificado o número total de frutos caídos. Para facilitar a contagem de frutos caídos por planta (Figura 3B), foram instaladas telas sob a copa das árvores como mostra a Figura 3A.

A**B**

Figura 3. Tela instalada sob a copa para facilitar a contagem de frutos caídos por planta (A) e frutos caídos após a instalação da tela (B).

Os dados foram submetidos à análise de variância para avaliação dos efeitos significativos pelo teste “F” e os tratamentos foram comparados entre si em função das datas de avaliação pelo teste Tukey a 5% de probabilidade usando os softwares R[®] e SIGMAPLOT[®] 14.0 trial version.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito da aplicação do bioestimulante nos teores foliares de nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), Manganês (Mn) e Ferro (Fe) durante a plena floração em relação à testemunha (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as concentrações foliares de macro e micronutrientes antes da aplicação dos tratamentos (primeira indução) e ao final da aplicação dos tratamentos (florada plena) em função dos tratamentos aplicados em mangueira cv. Kent.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	B
	-----g Kg ⁻¹ -----					-----mg Kg ⁻¹ -----			
Pré- florada									
Caracterização inicial	20,02	1,12	9,5	12,32	3,19	110,12	30,73	17,41	88,2
Plena Floração									
Valor 'F'	50,30**	1,68 ^{ns}	4,23*	12,81**	4,33*	27,40**	9,19**	1,34 ^{ns}	8,70 ^{ns}
T1	21,81 b	1,09	1,76 b	24,73 a	2,66 b	72,62 b	52,28 a	15,57	156,15
T2	24,22 a	1,23	4,81 a	11,65 b	3,28 a	166,75 a	42,47 b	14,33	155,31
DMS	1,11	0,25	6,63	9,56	0,60	35,37	21,85	12,71	61,40
CV (%)	2,64	11,27	62,26	26,61	10,36	17,77	24,06	38,88	22,12

^{ns} = não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade no Teste Tukey, ** = significativo a 1% de probabilidade no Teste Tukey, CV = coeficiente de variação, DMS = diferença mínima significativa. T1 = Manejo convencional, T2 = Tratamento com bioestimulante.

O teor de N foliar no tratamento com aplicação do bioestimulante foi 24,22 g kg⁻¹, foi 11,05% superior à testemunha (21,81 g kg⁻¹) no período de plena floração (Tabela 1). Isto, possivelmente, aconteceu em virtude do bioestimulante apresentar 5% de N na sua composição química. Antes da aplicação do tratamento (no início da indução floral), o teor de N foliar foi 20,02 g kg⁻¹, estando acima da faixa considerada adequada para a cultura da mangueira (12-14 g kg⁻¹), conforme Quaggio (1996). O N é constituinte de vários compostos nas plantas, destacando-se os aminoácidos, ácidos nucléicos e clorofila (Genú & Pinto, 2002). No entanto, a aplicação de N em excesso pode comprometer a qualidade de frutos, ressaltando a importância do adequado manejo da fertilização nitrogenada nos pomares de mangueiras.

A fertilização com bioestimulante resultou no maior teor de K foliar (4,81 g kg⁻¹) em relação à testemunha (1,76 g kg⁻¹), sendo observada uma superioridade de 172,73 % (Tabela 1). O fato de o bioestimulante apresentar 20,0% de K₂O na sua composição química contribuiu para o maior teor de K foliar na mangueira em relação à testemunha. O teor de K foliar (9,5 g kg⁻¹) antes da aplicação dos tratamentos (início da indução floral) está dentro da faixa considerada adequado para cultura da mangueira (5 a 10 g kg⁻¹) (QUAGGIO, 1996). Carneiro et al. (2017), em estudo realizado no Vale Submédio do São Francisco, observou para mangueira cv. Tommy Atkins teores foliares adequado de K, de 6,97 e 7,10 g kg⁻¹ com

aplicação de diferentes fontes de K, sendo cloreto de potássio e sulfato de potássio, respectivamente. De acordo com Gupta et al. (2016), o K juntamente com o boro (B) desempenham importante papel no aumento das atividades fisiológicas em mangueira, além de ser importante para o funcionamento da membrana celular, transporte de assimilados e nutrientes.

Antes da aplicação dos tratamentos, no início da indução floral, o teor de Ca foliar foi 12,32 g kg⁻¹ (Tabela 1), estando abaixo da faixa considerada adequada para a cultura da mangueira (20-35 g kg⁻¹), de acordo com Quaggio (1996). O Ca apresenta função estrutural, participando da integridade de membranas e de paredes celulares na planta. Para manter a consistência da polpa durante o amadurecimento, os frutos de mangueira necessitam de grande quantidade de Ca, tendo em vista que esse nutriente promove maior resistência a membranas e paredes celulares retardando-se, assim, o ataque enzimático nos tecidos da polpa. No campo, os frutos apresentam melhor aparência, maior resistência ao manuseio e transporte, são mais firmes e apresentam menor incidência de distúrbios fisiológicos conhecidos como o amolecimento de polpa ou colapso interno (Silva et al., 2002). Ao final do período de aplicação do tratamento (plena floração), o teor de Ca foliar foi 11,97 g kg⁻¹ para o tratamento com bioestimulante, sendo inferior à testemunha (24,73 g kg⁻¹), apesar de o bioestimulante apresentar 1,4% de Ca na sua composição química.

Para o teor de Mg foliar, foi verificado um incremento médio de 23,31% com a fertilização do bioestimulante em relação à testemunha (Tabela 1), em virtude do bioestimulante apresentar 1,5% de Mg na sua composição química. Antes da aplicação do tratamento (início da indução floral), o teor de Mg foliar foi 3,19 g kg⁻¹, estando dentro da faixa considerada adequada para a cultura da mangueira (2,5-5,0 g kg⁻¹) (QUAGGIO, 1996).

Para os micronutrientes, a fertilização com bioestimulante resultou em alteração apenas nos teores de manganês (Mn) e ferro (Fe) foliares em relação à testemunha (Tabela 1).

O teor de Mn foliar para o tratamento com fertilização com bioestimulante foi 166,75 mg kg⁻¹, sendo 129,59% superior ao tratamento testemunha (72,63 mg kg⁻¹) (Tabela 1). Isto, possivelmente, ocorreu em virtude do bioestimulante apresentar 0,5 % de Mn na sua composição química. No início da indução floral, antes aplicação do tratamento, o teor de Mn foliar foi 110,12 mg kg⁻¹, estando acima da

faixa considerada adequada para a cultura da mangueira (50-100 mg kg⁻¹), conforme Quaggio (1996), entretanto, não apresentando sintomas de toxidez no campo. Os micronutrientes são requeridos em menores quantidades pelas plantas, no entanto, seus efeitos são tão importantes quanto os macronutrientes, desta forma a ausência ou excesso destes, podem afetar o balanço nutricional da planta (AULAR & NATALE, 2013).

Antes da aplicação do bioestimulante (condição inicial), o teor de Fe foliar foi 30,73 mg kg⁻¹ (Tabela 1), sendo inferior a faixa considerada adequada para a cultura da mangueira (50-200 mg kg⁻¹), conforme Quaggio (1996). O tratamento com o bioestimulante apresentou o teor de Fe foliar de 42,47 mg kg⁻¹, enquanto a testemunha apresentou o teor de Fe foliar de 52,28 mg kg⁻¹ no período de florada plena. De acordo com Politi et al. (2013), o Fe está entre os micronutrientes que geralmente encontra-se deficiente nos cultivos de mangueira na região semiárida nordestina, e sua deficiência pode causar desequilíbrio nutricional e afetar o potencial de produção e qualidade dos frutos, visto sua importância na constituição de enzimas e participação no processo fotossintético.

Apesar de não ter ocorrido diferenças significativas nos teores de B e Zn foliares entre a fertilização com bioestimulante em relação à testemunha, na condição inicial, antes da aplicação do tratamento, os teores de B e Zn foliares foram 88,20 e 17,41 mg kg⁻¹, respectivamente, estando dentro e abaixo da faixa considerada adequada para o B (50-100 mg kg⁻¹) e Zn (20-40 mg kg⁻¹), respectivamente (Quaggio, 1996). Cabe ressaltar que o bioestimulante apresenta 1,5% de B e 4% de Zn na sua composição química.

Observa-se que não houve efeito significativo isolado dos tratamentos para as variáveis: carboidratos solúveis totais, prolina, número de frutos por panícula e número de frutos caídos por planta, embora seja evidenciada interação entre os fatores bioestimulante e datas de avaliação para as variáveis: carboidratos solúveis totais e número de frutos caídos por planta (Tabela 2).

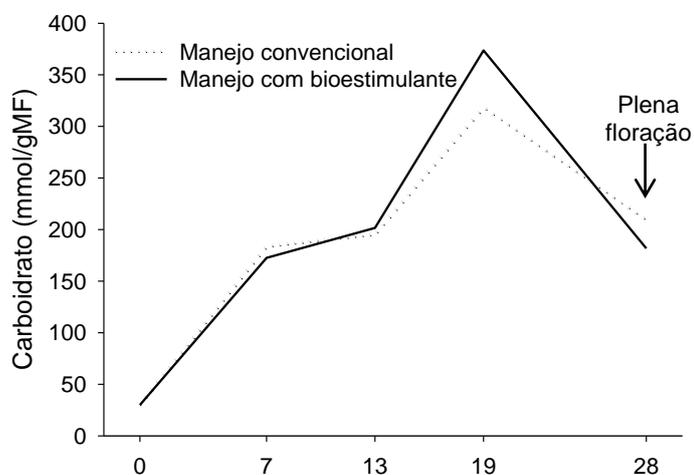
Tabela 2 - Síntese da análise de variância para carboidratos solúveis totais, prolina foliar, número de frutos por panícula e número de frutos caídos por planta.

Fonte de variação	Carboidratos solúveis totais		Prolina		Nº de Frutos por panícula		Nº Frutos caídos por planta	
	Fc	Pr > Fc	Fc	Pr > Fc	Fc	Pr > Fc	Fc	Pr > Fc
Bioestimulante (B)	1.696	0,1921 ^{ns}	0,113	0,8931 ^{ns}	2.649	0,0790 ^{ns}	0,285	0,7532 ^{ns}
Datas (D)	133.320	0,0000*	0,974	0,4286 ^{ns}	15.536	0,0000 ^{ns}	9.364	0,6688 ^{ns}
B x D	0,903	0,0000*	0,624	0,7542 ^{ns}	1.414	0,2095 ^{ns}	0,725	0,0000*
CV (%)	19,52		35,6		105,19		170,24	

^{ns} = não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade no Teste Tukey, CV = coeficiente de variação.

Houve incremento das concentrações de carboidratos solúveis em função das datas estudadas, independentemente do tratamento aplicado, e uma redução em ambos os tratamentos na última data de avaliação (Figura 4A). Ao observar os dados 19 dias após a aplicação dos tratamentos, percebe-se uma superioridade de aproximadamente 15% na concentração de carboidratos solúveis das plantas tratadas com bioestimulante em relação às plantas que receberam o tratamento convencional, uma característica relevante, pois a cultura da mangueira apresenta elevada demanda por esses compostos para uma floração adequada (BAIBOURDI & TABATABAEI, 2008). A maior concentração de carboidratos proporcionada pelo bioestimulante é particularmente importante devido ao período fenológico da cultura (pré-florada), pois a plena floração ocorreu na última data de avaliação (28 dias após a aplicação dos tratamentos).

A



B

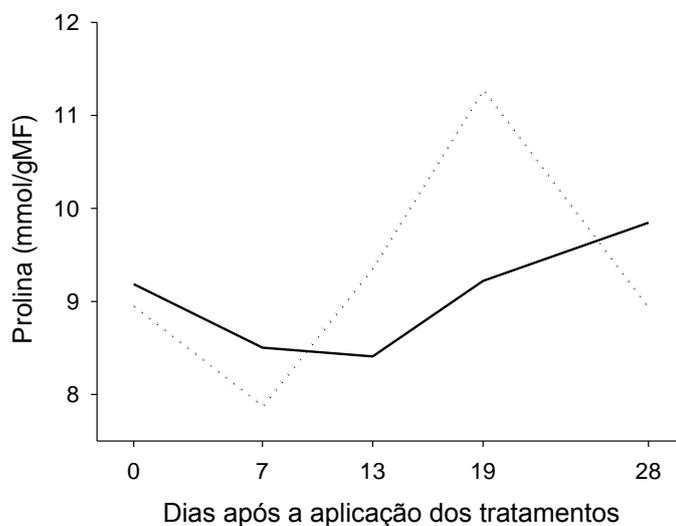


Figura 4. Concentrações foliares de carboidratos solúveis totais (A) e prolina (B) em cinco datas de avaliação em função dos tratamentos aplicados em mangueira cv. Kent.

Durante o pleno florescimento (28 dias após a aplicação dos tratamentos) percebe-se um menor teor de carboidratos solúveis nas plantas do tratamento com o bioestimulante (Figura 4A), o que pode se caracterizar como positivo, pois

possivelmente houve consumo desse composto orgânico convertendo-o em florescimento, uma vez que segundo Prasad et al. (2014), a redução dos açúcares solúveis e não redutores no período da florada plena está diretamente correlacionada com o aumento da porcentagem de floração e da duração prolongada da mesma.

Prasad et al. (2014) também verificaram valores elevados de carboidratos na fase de pré-florada sendo os teores máximos obtidos na fase de intumescimento dos brotos das mangueiras 'Royal Special' (67,587 mg/g) e 'Totapuri' (67,09 mg/g), com redução dos teores conforme se desenvolveram as panículas; os valores de carboidratos na fase pré-florada no presente experimento foram superiores aos relatados pelos referidos autores (373,63 mg/g no tratamento com bioestimulante e 318,17 mg/g no manejo convencional). Em complemento, de acordo com Benkeblia et al. (2005) os açúcares acumulados durante a fase de intumescimento dos brotos e surgimento de panículas provavelmente desempenham papel fundamental na redução do potencial osmótico, o que promove o processo de ruptura de gemas.

Em relação às concentrações foliares de prolina (Figura 4B), os tratamentos apresentaram diferentes distribuições de dados em função do tempo de avaliação. O tratamento convencional apresentou a partir da segunda data de avaliação aumento nas concentrações desse aminoácido de 43% até a quarta data de avaliação (antes da plena floração), o que provavelmente ocorreu pelo aumento do nível de estresse abiótico ao que as plantas desse tratamento foram submetidas, visto que segundo Cvikrová et al. (2013) e Verbruggen & Hermans (2008) a prolina desempenha papel de adaptação em tolerância a estresses e o nível de acumulação desse aminoácido na planta varia conforme a espécie e pode ser 100 vezes superior em condições de estresse. Por outro lado, o tratamento com bioestimulante apresentou pouca variação nas concentrações foliares de prolina com um leve incremento (7,0%) do início para o final do período de avaliação, o que caracteriza efeito atenuador de estresse do produto, provavelmente causado pela redução da lâmina de irrigação no período pré-florada. Balestro et al. (2017) relataram que o acúmulo de prolina é notado em plantas submetidas a estresses mais severos por desidratação, a exemplo da restrição hídrica aplicada durante o manejo floral, porém considerando que para os dois tratamentos as condições hídricas eram iguais, significa que o bioestimulante foi eficaz em reduzir o estresse da mangueira baixando seus níveis.

Em relação ao número de frutos por panícula (Figura 5A), o tratamento contendo o bioestimulante apresentou na primeira data de avaliação em média 4,96 frutos por panícula enquanto o tratamento convencional apenas 2,32 frutos por panícula, portanto com diferença de aproximadamente 113%. Por outro lado com o passar do tempo houve decréscimo em ambos os tratamentos atingindo médias semelhantes no momento da pré-colheita (0,4 frutos por panícula). Esse resultado evidencia o efeito positivo do bioestimulante no pegamento inicial de frutos, mas que com o tempo não foi suficiente para a manutenção dos frutos na planta, o que envolve outros fatores relacionados ao sistema de produção quanto à nutrição, manejo de irrigação, etc. O comportamento decrescente na fixação dos frutos do tratamento com bioestimulante pode ser explicado pela maior demanda nutricional proporcional a maior quantidade de frutos por panícula. Uma vez que a recomendação de adubação era idêntica para ambos os tratamentos, é coerente inferir que o resultado encontrado poderia ser diferente caso houvesse correção da adubação para suprir a maior demanda nutricional da planta gerada pela maior fixação inicial de frutos já que ambos os tratamentos atingiram médias semelhantes ao final das datas de avaliação. Os resultados do presente trabalho são inferiores aos 1,2 frutos por panícula encontrados por Lobo (2018) para mangueira 'Kent', no entanto cabe-se a consideração de que o pomar do trabalho anteriormente citado era mais velho comparado ao deste estudo que estava em seu primeiro ciclo produtivo.

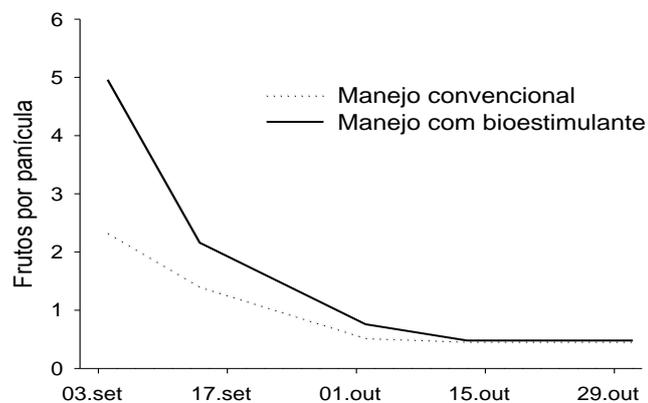
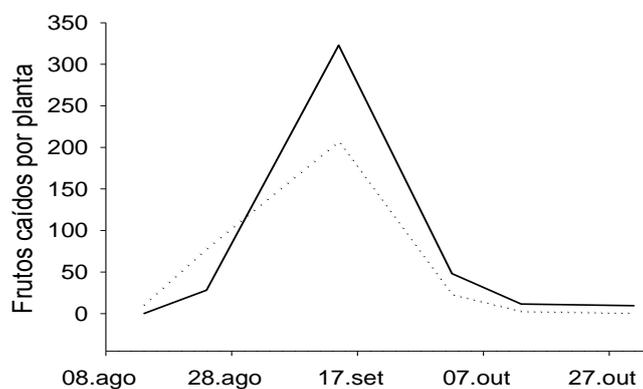
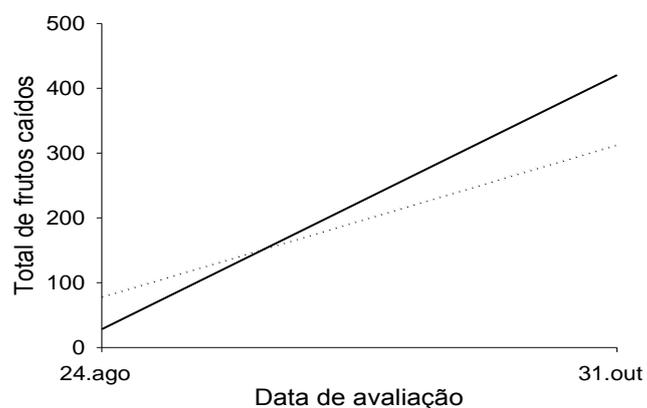
A**B****C**

Figura 5. Número de frutos por panícula (A) e número de frutos caídos por planta (B) em seis datas de avaliação e número total de frutos caídos (C) em função dos tratamentos aplicados em mangueira cv. Kent.

Quanto ao número de frutos caídos por planta observa-se distribuição de dados em função do tempo semelhante entre os tratamentos, ou seja, um pico de queda de frutos (17-set) seguido de decréscimo na queda de frutos para ambos os tratamentos (Figura 5B). Ao se comparar o número total de frutos caídos em ambos os tratamentos (Figura 5C), observa-se queda de aproximadamente 420 frutos por planta no tratamento com bioestimulante e 313 frutos por planta no tratamento convencional, o que a princípio poder-se-ia caracterizar como um resultado negativo do bioestimulante, mas ao se avaliar o expressivo maior número de frutos por panícula nas plantas tratadas com o bioestimulante no início das avaliações pode-se considerar que o número maior de frutos por panícula desse tratamento evidenciou, proporcionalmente maior queda de frutos. Destaca-se que abscisão de frutos em mangueira é um evento complexo cujas causas são diversas: falta de polinização, auto-incompatibilidade, insucesso da fertilização, aborto de embriões, competição entre frutos em desenvolvimento, ataque de insetos e doenças e desordens nutricionais e hormonais (Singh et al., 2005).

Especificamente para a mangueira 'Keitt', Nkansah et al. (2012) verificaram aumento na retenção de frutos com o uso de ácido giberélico (GA_3) e do ácido naftaleno acético (NAA). Assim, infere-se que talvez um maior número de aplicações do bioestimulante ou a prolongação dessas durante a fase que precede a queda de frutos ou mesmo durante a queda poderá contribuir para a retenção de frutos e manutenção desses frutos na planta, já que o maior pegamento inicial já foi registrado no presente trabalho.

4 CONCLUSÕES

A aplicação do bioestimulante resulta na elevação dos teores foliares de nitrogênio, potássio, magnésio e manganês;

O uso do bioestimulante a partir do início das induções até a plena floração promove maior disponibilidade de carboidratos e menor produção de prolina, o que evidencia provável redução de estresse abiótico para a cultura da mangueira cv. Kent;

A aplicação foliar do bioestimulante promove maior número de frutos por panícula no início da formação dos frutos, embora na pré-colheita esse efeito não se tenha evidenciado, provavelmente pelo fato do efeito positivo não ter se prolongado até o final de formação do fruto. Possivelmente a correção da adubação proporcional

à maior quantidade inicial de frutos por panícula e a continuidade das aplicações mantenha o efeito positivo na fixação de frutos dessa variedade.

REFERÊNCIAS

AGROSTAT. Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro.

Exportações Brasileiras do Agronegócio. Disponível em:

<<http://www.indicadores.agricultura.gov.br>>. Acesso em 03 de janeiro de 2018.

AHMED, W.; TAHIR, F.M.; RAJWANA, A.I.; RAZA, S.A.; ASAD, H.U. Comparative Evaluation of Plant Growth Regulators for Preventing Premature Fruit Drop and Improving Fruit Quality Parameters in 'Dusehri' Mango. **International Journal of Fruit Science**, v.12, n.4, p. 372-389, 2012.

ALICEWEB. Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior. **Exportação brasileira de frutas.** Disponível em: <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/>>.

Acesso em: 03 de janeiro de 2018.

ASHOK, M.K.; REDDY, Y.N.; Effect of calcium nitrate and salicylic acid sprays at flowering on transduction of flowering in mango cv. Baneshan. **Crop Research**, v. 34, n. 1, p. 146-148, 2007.

AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, manga, banana e mamão. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 1214-1231, 2013.

BAIBOURDI, A.; TABATABAEI, S. J. Effect of foliar application of sucrose and urea on the fruit set in almond. **Pajouhesh-va-Sazandegi**, v.21, n.2, p.133-141, 2008.

BALESTRO, G.C., HIGASHI, B., LOPES, S.M.S., GONÇALVES, J.E., VIEIRA, L.G.E., DE OLIVEIRA, A.J.B., GONÇALVES, R.A.C. Biochemical composition of symplastic sap from sugarcane genetically modified to overproduce proline. **Plant Physiol. Biochem.** v. 113, p. 133–140, 2017.

BATES, L.S., WALDAN, R.P., TEARE, L.D. Rapid determination of free proline under water stress studies. **Plant and Soil**, v. 39, p. 205–207, 1973.

BENKEBLIA, N.; ONODERA, S.; SHIOMI, S. Variation in 1-fructoexohydrolase (1-FEH) and 1-kestose-hydrolysing (1-KH) activities and fructo-oligosaccharide (FOS) status in onion bulbs. Influence of temperature and storage time. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 85, p. 27-234, 2005.

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L.P. **Análises Químicas e Bioquímicas em Plantas**. Editora Universitária da UFRPE, 2011. 261 p.

BRONDANI, G.E.; HOFFMANN, J.M.E.; GONÇALVES, A.N.; ALMEIDA, M. Determinação do teor de carboidratos em minicepas de *Eucalyptus benthamii*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n.1, p. 51-60, 2012.

CARNEIRO, M. A.; LIMA, A. M. N.; CAVALCANTE, Í. H. L.; CUNHA, J. C.; RODRIGUES, M. S.; LESSA, T. B. S. Soil salinity and yield of mango fertigated with potassium sources. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 5, p. 310-316, 2017.

CVIKROVÁ, M.; GEMPERLOVÁ, L.; MARTINCOVÁ, O.; VANKOVÁ, R. Effect of drought and combined drought and heat stress on polyamine metabolism in proline-over-producing tobacco plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 73, p. 7–15, 2013.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Biochemistry**, v.28, n.3, p.350-356, 1956.

FUMIS, T.F.; PEDRAS, J.F. Variação nos níveis de prolina, diamina e poliaminas em cultivares de trigo submetidas a déficits hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 449-453, 2002.

GENÚ, P. J. de C.; PINTO, A. C de A. **A Cultura da Mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 454 p.

GUPTA, R. P. V.; BHATTACHARYYA, D.; HAZARIKA, B. Effect of boron and potash on control of fruit splitting and fruit drop in mango (*Mangifera indica* L.) cv. Amrapali. **Advances in Life Sciences**, v.5, n. 6, p. 2093-2099, 2016.

KHATTAB, M. M.; SHABAN, A. E. A.; HASSAN, A. E. Impact of foliar application of calcium, boron and amino acids on fruit set and yield of Ewais and Fagry Kelan mango cultivars. **Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants**, v.8, n.2, p.119-124, 2016.

KRISHNA, V.G.; BHANGWAN, A.; KUMAR, R.M.; SHANKAR, S.A. Crop Improvement Studies With Flower Enhancing And Fruit Set Improving Chemicals In Mango (*Mangifera Indica* L.) Cv. Banganpalli. **International Journal of Science and Nature**, v. 7, n. 1, p. 146-152, 2016.

LACERDA, F. H. D.; PEREIRA, F. H. F.; NEVES, D. da S.; BORGES, F. Q. da C.; CAMPOS JÚNIOR, J. E. Aplicação exógena de prolina na redução do estresse salino em meloeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 3, p. 218-227, 2012.

LOBO, J. T. **Bioestimulantes no cultivo da mangueira cv. Kent no submédio do vale do são Francisco**. 2018. 69f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus de Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2018.

LOPES, P. R. C.; HAJI, F. N. P.; MOREIRA, A. N.; MATTOS, M. A. A. **Normas técnicas e documentos de acompanhamento da Produção Integrada de Manga**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2003. 72p.

MALIK, A. U.; SINGH, Z. Improved fruit retention, yield and fruit quality in mango with exogenous application of polyamines. **Scientia Horticulturae**, v.110, n.2, p.167-174, 2006.

NKANSAH, G.O.; OFOSU-ANIM, J.; MAWULI, A. Gibberellic acid and naphthalene acetic acid affect fruit retention, yield and quality of 'Keitt' mangoes in the coastal savanna ecological zone of Ghana. **American Journal of Plant Physiology**, v.7, n.6, p. 243-251, 2012.

PHAVAPHUTANON, L.; KRISANAPOOK, K. Changes of total non-structural carbohydrates within shoots of 'Nam dok mai' mango after paclobutrazol application. **Acta Horticulture**, v. 509, p. 559-564, 2000.

PINTO, A.C.Q.; COSTA, J.G.; SANTOS, C.A.F. Principais variedades. In: P.J.C. Genú and A.C.Q. Pinto (eds.). **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2002. p. 93-116.

POLITI, L. S.; FLORES, R. A.; SILVA, J. A. S. da; WADT, P. G. S.; PINTO, P. A. da C.; RENATO, de M. P. Estado nutricional de mangueiras determinado pelos métodos DRIS e CND. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.1, p.11–18, 2013.

PRASAD, S. R. S.; REDDY, Y. T. N., UPRETI, K. K.; RAJESHWARA, A. N. Studies on changes in carbohydrate metabolism in regular bearing and "off" season bearing cultivars of mango (*Mangifera indica* L.) during flowering. **International Journal of Fruit Science**, v. 14, n. 4, p. 437–459, 2014.

QUAGGIO, J.A. Adubação e calagem para a mangueira e qualidade dos frutos. In: SÃO JOSE, A.R.; SOUZA, I.V.B.; MARTINS, J.M.; MORAIS, O. M. (Ed.). **Manga: tecnologia de produção e mercado**. Vitória da Conquista, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1996. p.106-135.

SILVA, F. C. (org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 370 p.

SILVA, D.J.; QUAGGIO, J.A.; PINTO, P.A.C.; MAGALHÃES, A.F.J. Nutrição e Adubação. In.: GENÚ, P. J. de C.; PINTO, A. C de A. **A Cultura da Mangueira**. 1.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p.190-221.

SINGH, Z.A.; MALIK, U.; DAVENPORT, T.L. Fruit drop in mango. In: JANICK, J. **Horticultural Reviews**, v.31. New Jersey: John Wiley & Sons, 2005. p. 111-153.

VERBRUGGEN, N.; HERMANS, C. Proline accumulation in plants: a review. **Amino Acids**, v. 35, n. 4, p. 753-759, 2008.