



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

GUILHERME NEVES FERREIRA DOS SANTOS

**UMA NOVA ABORDAGEM PARAMATURAZÃO DE RAMOS DE
MANGUEIRA 'PALMER' NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Petrolina PE

2019

GUILHERME NEVES FERREIRA DOS SANTOS

**UMA NOVA ABORDAGEM PARA MATURAÇÃO DE RAMOS DE
MANGUEIRA 'PALMER' NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

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

Orientador: Professor Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante

Petrolina PE

2019

Santos, Guilherme Neves Ferreira

XXXX Uma nova abordagem para maturação de ramos em ambiente semiárido brasileiro. / Guilherme Neves Ferreira dos Santos – Petrolina-Pe.

xx, XXf. : il. ; 29 cm.

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. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante .

1. Assunto. 2. Assunto. 3. Assunto. I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDDXXXXX

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca SIBI/UNIVASF
Bibliotecário: XXXXXXXX – CRB XXXXXX.

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

FOLHA DE APROVAÇÃO

GUILHERME NEVES FERREIRA DOS SANTOS

**UMA NOVA ABORDAGEM PARA MATURAÇÃO DE RAMOS DE
MANGUEIRA 'PALMER' NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

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

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

(Marcelle Almeida da Silva, Professora Doutor da Universidade Federal do Vale do
São Francisco).

(Jasmine Pereira de Sena, Engenheira Agrônoma formada pela Universidade Fede-
ral do Piauí).

AGRADECIMENTOS

A Deus pela força e sustento que me ajudou a durante toda essa jornada, pela sua graça e misericórdia todos os dias.

A minha família que me deu todo o suporte para poder me concentra nos estudo, em especial minha mãe e minha tia Perpetua, que sempre me encorajaram e me ajudaram.

A Global Crops[®] por garantir o suporte necessário para realizar a pesquisa, e a fazenda Sebastião da Manga (Município de Casa Nova, Estado da Bahia, Brasil) pelo suporte estrutural para execução dos experimentos.

Ao CNPq pela bolsa de estudos, que me ajudou durante essa jornada.

Ao Professor Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante pela orientação, não somente nesse trabalho, mais em todo meu curso.

Aos meus amigos Leon e Jackson que deram uma grande força na hora de escrever o meu TCC, e agradeço também a Pedro, Adilson, Wendel, Tullyus e Diorgines pois sem eles não teria consigo conduzir a parte de campo sozinho.

Aos meus colegas de turma que deixaram essa caminhada mais alegre e divertida, e de alguma forma contribuíram para minha vida e formação.

Esse trabalho já foi publicado na revista Journal of Applied Botany and Food Quality com o título A New Approach to Induce Mango Shoot Maturation in Brazilian Semiarid Environment.

RESUMO

A fase de maturação da parte aérea é importante para o cultivo de mangueiras, pois precede a indução floral, quando as plantas estão sob estresse causado por altas temperaturas e baixa disponibilidade de água. O estresse abiótico pode ser aliviado pelo uso de bioestimulante vegetal que altera a biossíntese de fitohormônio e carboidratos. Assim, foi conduzido um experimento para avaliar o uso de um bioestimulante vegetal contendo *Ascophyllum nodosum* para induzir a maturação de ramos de mangueira cv. Palmer cultivada em ambiente semiárido. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro tratamentos, dez repetições e cinco plantas por parcela. Os tratamentos consistiram de: T1) pulverização foliar com bioestimulante + adubação com K; T2) pulverização foliar com bioestimulante alternado com adubação K; T3) pulverizações foliares individuais com MgSO₄, K₂SO₄, fertilizante de S, Ca, K e Ethrel®; e T4) tratamento controle. Os carboidratos solúveis totais nas folhas, ramos e brotações, concentrações de N, K e S e produção de frutos foram avaliados. Foi observado que nas análises de carboidrato o segundo tratamento foi superior ao final da maturação em carboidratos na folha e no ramo, e isso refletiu nos outros parâmetros, apontando que foi a melhor estratégia, pois produziu um maior número de frutos, possibilitando uma diferença de quase 7 toneladas por hectare para o terceiro tratamento e 9 toneladas para o primeiro. Estratégia de maturação de ramos utilizando bioestimulante contendo *Ascophyllum nodosum* alternado com fertilizante K a partir de 30 dias após PBZ pode ser recomendada para a produção de manga cv. Palmer.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L., bioestimulante, produção de frutas, carboidrato, extrato de algas.

ABSTRACT

The shoot maturation phase is important for growing mangoes because it precedes the floral induction, when plants are under stress caused by high temperatures and low water availability. Abiotic stress could be alleviated by using plant biostimulant which alters the phytohormone and carbohydrates biosynthesis. Thus, an experiment was conducted to evaluate the use a plant biostimulant containing *Ascophyllum nodosum* to induce shoot maturation of mango cv. Palmer grown in semi-arid environment. The experimental design consisted of randomized blocks with four treatments, ten replications and five plants per parcel. Treatments consisted of: T1) biostimulant foliar spray + K fertilizer; T2) foliar spray with biostimulant alternating with K fertilizer; T3) individual foliar sprays with magnesium sulfate, potassium sulfate, sulfur and calcium fertilizers, potassium fertilizer and Ethrel®; and T4) Control treatment. The total soluble carbohydrates in leaves, buds and shoots, N, K and S leaf concentrations and fruit production were recorded. The carbohydrate concentrations, nitrogen, sulphur and potassium leaf concentrations and fruit production of mango depend on shoot maturation strategy. Shoot maturation strategy using biostimulant containing *Ascophyllum nodosum* alternating with K fertilizer from 30 days after PBZ could be recommended for the production of mango cv. Palmer.

Key-words: *Mangifera indica* L., biostimulant, fruit production, carbohydrate, algae extract.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 MATERIAL E MÉTODOS	8
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
4 CONCLUSÃO.....	17
REFERÊNCIAS.....	18

1 INTRODUÇÃO

A Manga (*Mangifera indica*) é uma fruta muito importante para o Brasil, que se destaca como o sétimo maior produtor e um dos maiores exportadores da fruta (FAO, 2017). No Brasil, a manga é especialmente produzida no Vale do São Francisco onde é produzida mais de 90 % da manga exportada pelo país (ALICEWEB, 2017).

A floração da mangueira é um evento complexo dependente de diversos fatores, destacando-se os climáticos, principalmente a temperatura (Laxmanet al., 2016) e fatores como o estado nutricional (CAVALCANTE et al., 2016; CARNEIRO et al., 2017), poda (ASREY et al., 2013), equilíbrio hormonal (RAMÍREZ et al., 2014) e concentração de carboidratos (PRASAD et al., 2014; KUMAR et al., 2014). A maturação dos ramos do último fluxo vegetativo, que foi mensurada como a idade do último fluxo vegetativo parece ser também um fator primordial na regulação da indução floral em mangueiras cultivadas em climas quentes (RAMÍREZ et al., 2010).

Além disso, é necessário estabelecer as características fisiológicas do ramo adequado para floração da mangueira, que é definido como 'ramo maduro'. A maturação dos ramos não ocorre uniformemente por toda a copa da árvore e é afetada pela idade dos ramos, condições climáticas e tratos culturais (dados não publicados), isso pode apresentar importância crucial, especialmente para mangueiras crescendo em condições climáticas adversas como as do Vale do São Francisco. Nessa região a manga se desenvolve sob uma média de temperatura muito alta e baixa umidade no ar, chegando a 36.8 °C e 25.6 %, respectivamente, especialmente nos meses de setembro a dezembro (LABMET 2016). Essa é uma fase crítica, pois coincide com o estágio de indução e pré-floração de pomares planejados para produzir frutos em Abril-Maio do ano seguinte. Durante a fase de indução e pré-floração a mangueira passa por uma redução de lamina de água, onde cada planta recebia 32L por dia e passa a receber 48L por semana com irrigação alternada, que é necessário para o estímulo da produção de etileno, responsável por aumentar a floração da manga (RAMÍREZ e DAVENPORT, 2016).

Sob condições climáticas adversas, o uso de bioestimulantes pode ser uma opção para melhorar a maturação dos ramos, especialmente aqueles contendo extrato de algas marinhas como a *Ascophyllum nodosum*, com efeitos benéficos na fisiologia da planta, melhorias substanciais associadas ao aumento da tolerância ao

estresse abiótico, incluindo o estresse hídrico (SPANN e LITTLE 2011), toxicidade iônica (MANCUSO et al., 2006) e altas temperaturas (ZHANG e ERVIN, 2008).

O estado nutricional da planta também afeta a floração da mangueira (GENÚ e PINTO, 2002), então o manejo dos fertilizantes, especialmente para potássio, enxofre e nitrogênio é crucial durante a fase que precede a indução floral, a maturação dos ramos. O efeito chave do potássio nas plantas é relacionado à fotossíntese, respiração da planta e a translocação de solutos (MARSCHNER, 2012); e o enxofre é usado no ciclo Yang para biossíntese de etileno (PESSARAKLI, 2014). Por outro lado, no momento da indução floral, as concentrações de nitrogênio devem estar no limite médio inferior para evitar novos ramos vegetativos em vez de ramos produtivos (DAVENPORTET al., 2003).

Assim, o presente estudo teve como objetivo usar um bioestimulante contendo um extrato de *Ascophyllum nodosum* para induzir a maturação nos ramos da manga cv. Palmer cultivada em ambiente semiárido Brasileiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado de 2016 a 2017 em dois talhões experimentais localizados na fazenda Sebastião da Manga, no município de Casa Nova (09 ° 11 'S e 41 ° 59' W; a uma altitude de 400,3 m acima do nível do mar), Bahia. O clima desta região é classificado como BswH (Köppen), que corresponde a uma região semi-árida. A temperatura média do ar e a umidade do ar variaram de 20,7°C a 35,4°C e de 61,4% e 88,7%, respectivamente, com precipitações acumuladas de 194,8mm. As plantas, espaçadas com 5,0 m entre as fileiras e 2,3 m entre as plantas, foram diariamente irrigadas por gotejamento com um emissor a cada 0,5 m, para um fluxo de 2,5 L h⁻¹ cada. Todas as práticas de manejo, como poda, controle de plantas daninhas, pragas e doenças, reguladores de crescimento de plantas para inibição de giberelinas (Cultar[®]) e quebra de dormência (nitrito de cálcio) foram realizadas seguindo as instruções de GENÚ e PINTO (2002). O manejo dos nutrientes foi realizado através de um sistema de fertirrigação, de acordo com a demanda da planta (GENÚ e PINTO, 2002).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro tratamentos, dez repetições e cinco plantas por parcela, totalizando 50 plantas por tratamento. Os tratamentos consistiram de quatro estratégias de maturação da parte aérea da mangueira, sendo: T1) pulverização foliar com bioestimulante (2,5 mL L⁻¹) + fertilizante K (2,5 mL L, 30% K₂O); T2) pulverização foliar com bioestimulante (2,5 mL L⁻¹) alternando com o fertilizante K (2,5 mL L⁻¹, 30% K₂O); T3) fertilizações foliares individuais [sulfato de magnésio (20 g L⁻¹, 14% S e 10% Mg), sulfato de potássio (25 g L⁻¹, 17% S, 48% de K₂O e 1,2% Mg), fertilizantes sulfurados e cálcicos (8 g L, 50% S e 5% Ca), fertilizante potássico (25 mL L, 55% K₂O) e Ethrel® (3 mL L)]; e T4) Tratamento de controle. O bioestimulante utilizado contém N (1,3%), K₂O (1,0%), Ca (3,0%), Mg (3,0%), S (3,56%), Mo (0,5%), carbono orgânico (2,69%), extrato de *Ascophyllum nodosum* (1,5%), aminoácidos (5,0%) e ácidos fúlvicos (2,0%). Os tratamentos foram aplicados de acordo com o número de dias após a aplicação do inibidor de giberelina, paclobutrazol (PBZ) [(2RS, 3RS) -1- (4-clorofenil) -4,4-dimetil-2-(1H-1,2,4-triazol-1-il) pentan-3-ol]), em intervalos de dez dias, com (T2) iniciando 30 dias após PBZ pois esse precisaria de 2 aplicações a mais que os outros tratamentos e 60 dias após PBZ (T1 e T3), com base nas pulverizações tradicionais de maturação de brotos usadas comercialmente na região. A figura 1 demonstra como foi distribuída as pulverizações com base na aplicação de PBZ que ocorreu no dia 01/10/2016.

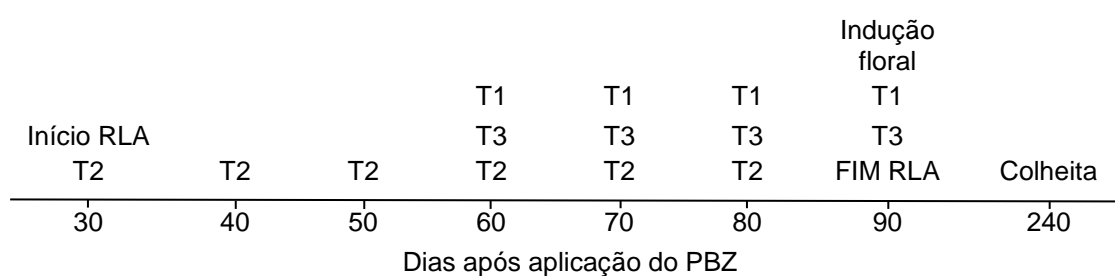


Figura 1: Escala de tempo dos principais eventos durante o experimento.

Início RLA= Início da redução de lamina de água; Fim RLA= Final da redução de lamina de água.

De acordo com as recomendações de SILVA (2009) amostras de folhas foram coletadas em brotações da parte central da copa no último fluxo para determinação de potássio, enxofre [K e S no início, meio e final da maturação da parte aérea (indução floral)] para poder acompanhar a taxa de absorção dos nutrientes aplicados e

nitrogênio no fim da maturação da parte aérea, que coincide com a indução da floração).

As folhas foram analisadas quimicamente após lavadas e enxaguadas com água destilada e secas a 65°C até atingirem peso constante seguindo metodologia descrita por SILVA (2009). As concentrações de K foram determinadas por fotometria de chama, as concentrações de N pelo método de Kjeldahl e os teores de S foram medidos por turbidimetria.

As concentrações de carboidratos solúveis totais (CST) foram quantificadas em folhas, ramos e brotos desde o início da maturação da parte aérea até a indução da floração, atingindo cinco datas de avaliação, seguindo a metodologia descrita por Dubois et al. (1956). As coletas eram feitas logo cedo ao chegar na fazenda, e o material coletado colocado em uma bolsa térmica com gelo como mostra a figura 2. Na colheita foi calculado o número de frutos por planta, a produção de frutos e a produtividade ($t\ ha^{-1}$). Apenas frutos comerciais foram colhidos manualmente em um único dia quando atingiram a maturidade fisiológica que foi caracterizada pela coloração da polpa (creme amarelo), seguindo o parâmetro de seleção de frutos recomendado pelo PROGRAMA BRASILEIRO DE MODERNIZAÇÃO HORTICULTURA (2004) para fazendas comerciais.



Figura 2: Coleta de matéria vegetal para análises de carboidrato no laboratório.

Análises estatísticas incluíram análise de variância (ANOVA) usando dados combinados das duas áreas experimentais. Todos os cálculos foram realizados utilizando o software ASSISTAT 7,7, e os termos foram considerados significativos com $p < 0,01$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as variáveis estudadas foram afetadas pelas estratégias de maturação dos ramos, incluindo aquelas variáveis avaliadas no decorrer do tempo.

A quantidade de carboidratos solúveis totais foi influenciada pela estratégia de maturação dos ramos independentemente da parte da planta (folhas, ramos e brotos) (Figura. 3). Como poder ser visto na Figura. 3A, as concentrações de carboidratos nas folhas aumentaram da primeira para a segunda data de avaliação, mas apenas o T4 apresentou um pico na terceira data. Uma distribuição de dados similar a apresentada na Figura. 3 também foi registrada por Urbanet al. (2006) em um estudo sobre os efeitos das estações do ano na partição de nitrogênio foliar e a eficiência

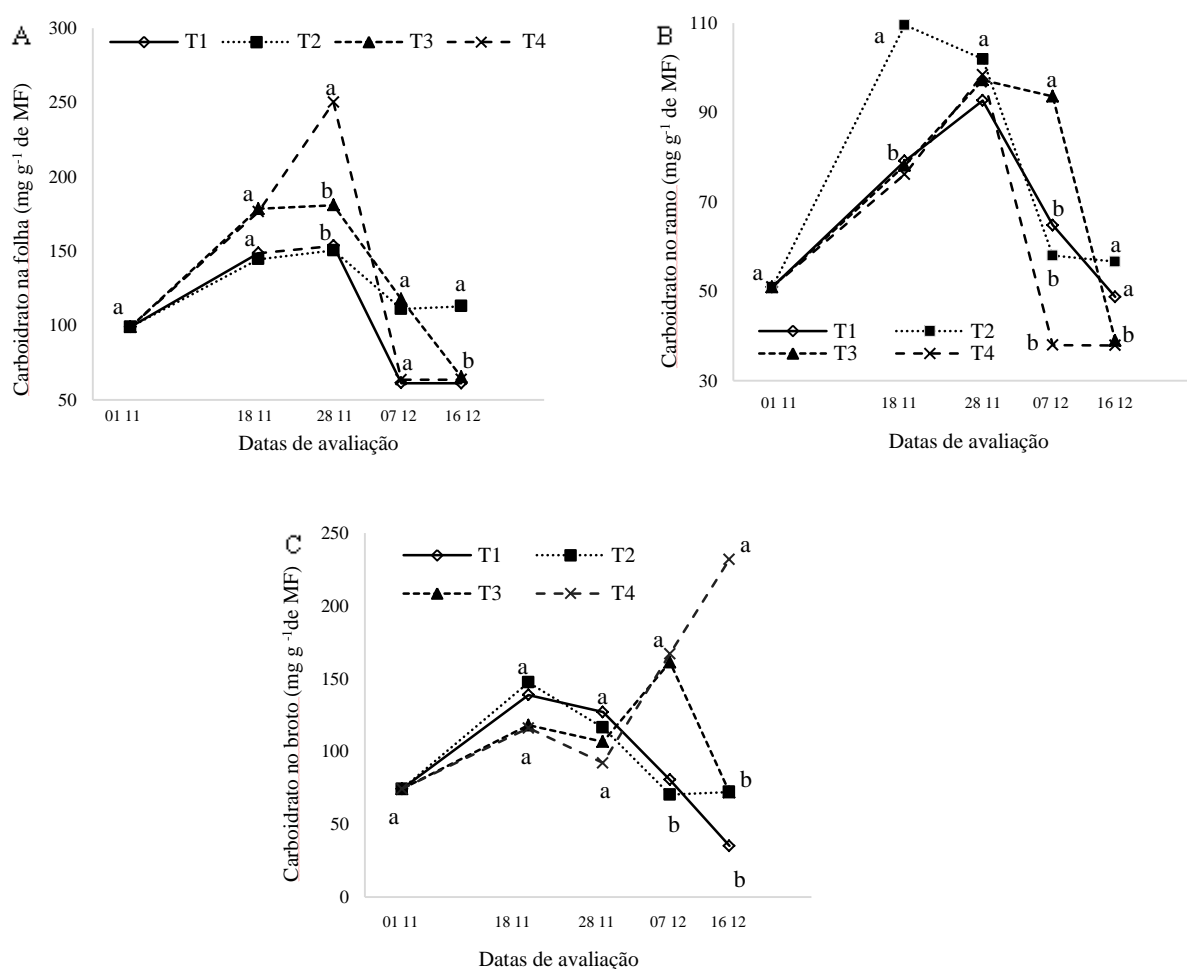


Figura 3: Concentrações de carboidratos solúveis totais nas folhas (A), ramos (B) e broto (C) na manga cv. Palmer em função da estratégia de maturação de ramos em cinco datas de avaliação.

Certamente, a partir da terceira data foi registrado uma grande diminuição nessa variável, especialmente para T4 (346 %), T1 (250 %) e T3 (154 %), seguidos da estabilização no final da maturação dos ramos (indução floral), quando T2 foi estatisticamente superior aos outros tratamentos. A alta concentração de carboidrato foliar em T2 durante o final do estágio da maturação dos ramos (indução floral) pode ser explicada pelos efeitos positivos da aplicação do extrato de algas *Ascophyllum nodosum*. De acordo com Wally et al. (2013) o extrato de alga contém reguladores de crescimento (auxinas, citocininas e giberelinas), betaína, aminoácidos e baixas concentrações de elementos inorgânicos que influenciam o crescimento e divisão celular, nutrição e maturidade. Por outro lado, Khan et al. (2009) explica que o mecanismo de ação do extrato de alga marinha, respostas fisiológicas são amplamente desconhecidos, e que seu efeito nas plantas depende da espécie cultivada, solo, clima e manejo da cultura.

A concentração de carboidrato foliar na Figura. 3A é semelhante ao obtido por Urbanet al. (2006) e maior que o valor médio relatado por Prasad et al. (2014) que avaliou o papel dos carboidratos e suas enzimas na produção de manga fora de época, mesma fase fenológica do presente estudo.

Nos ramos (haste do último fluxo vegetativo) a concentração total de carboidratos solúveis também apresentou a mesma tendência para T2 e T1, o aprimoramento médio até a terceira avaliação e estabilização para a última data de avaliação (Figura. 3B). A concentração de carboidratos nos ramos era menor que o registrado nas folhas, independentemente da data de avaliação, mas no fim da fase de maturação T2 também apresentou uma concentração de carboidratos significativamente maior, e isso é um cenário positivo já que transporte fonte-dreno de açúcar é um dos mais determinantes no crescimento de uma planta e depende da eficiência e do controle da distribuição de sacarose (e alguns outros açúcares como rafinose e polióis) pelos órgãos da planta através do floema. Porém, o transporte de açúcar pelo floema pode ser afetado por vários fatores do meio ambiente que podem alterar as relações com a fonte (LEMOINEET al., 2013).

Por outro lado, carboidratos solúveis em brotos (Figura. 3C) apresentaram uma diferente distribuição de dados em função das datas de maturação dos ramos, exceto por T2. É relevante apontar que a média extremamente alta registrada para

plantas não tratadas ao fim da maturação dos ramos se deve ao fato dessas plantas terem apresentado pouquíssimas ou até nenhuma flor, mostrando que para a manga, altas concentrações de carboidrato nos brotos não é a chave para uma boa floração e produção de frutos. Quando comparado com os dados de Prasad et al. (2014), é verificado que o valor médio registrado para T4 (controle de tratamento) é extremamente alto.

As concentrações de potássio, enxofre e nitrogênio nas folhas dependem da estratégia de maturação dos ramos (Figura. 4). Independentemente do tratamento, as concentrações foliares de K aumentaram com o decorrer do tempo até atingir um pico no final da maturação da parte aérea, quando T2 e T3 estavam acima dos outros tratamentos. Durante a fase de maturação dos ramos o efeito chave do potássio nas plantas está relacionado com a fotossíntese, respiração das plantas e translocação de solutos (MARSCHNER, 2012).

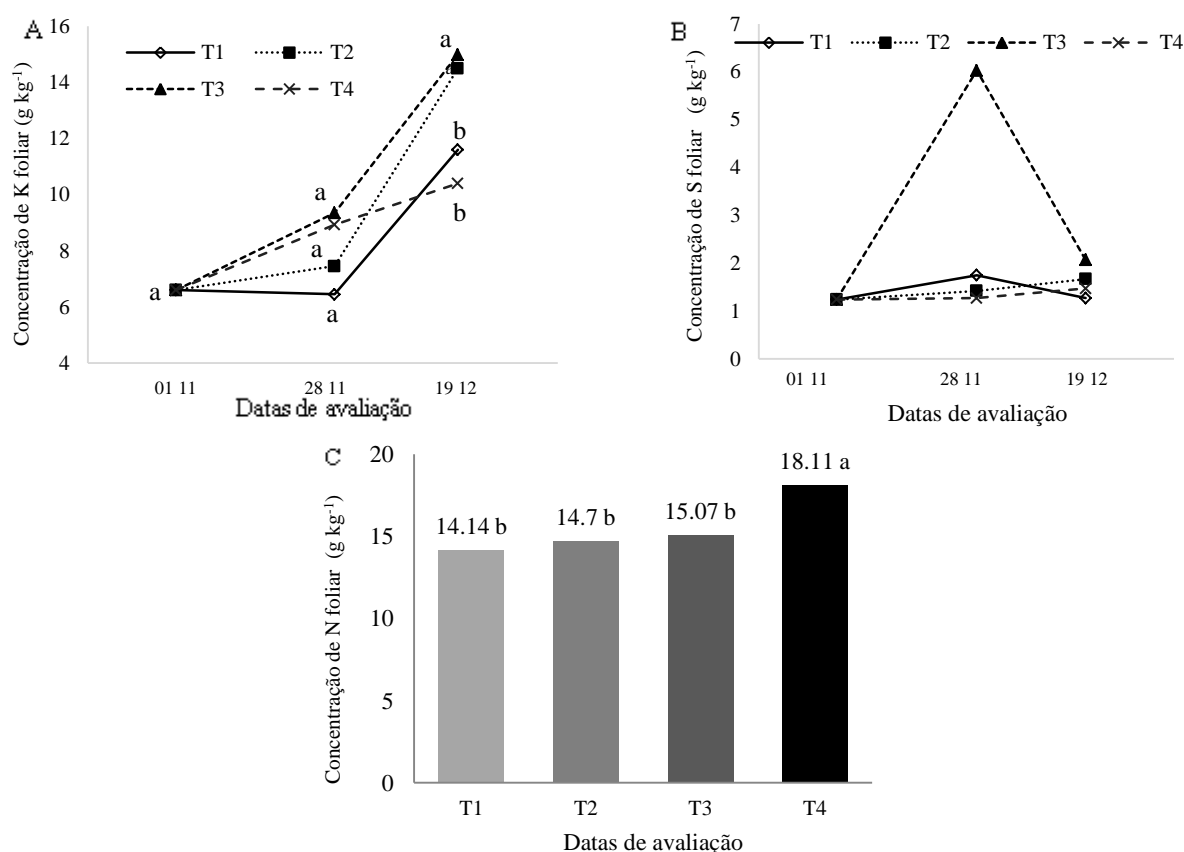


Figura 4: Concentrações foliares de potássio (A), enxofre (B) no início, meio e final da maturação de ramos; e nitrogênio (C) ao final da maturação de ramos na manga cv. Palmer em função da estratégia de maturação de ramos

Quando comparado com a faixa de concentração adequada (4,0-6,0 g kg⁻¹) proposta por Malavolta et al. (1997), se verifica que no fim da maturação dos ramos (indução floral), as plantas de todos os tratamentos apresentaram médias altas. Contudo, para o alcance da concentração adequada descrita por Pimplasker e Bhargava (2003), 1,02-2,01% (ou 10,2-20,1 g kg⁻¹), plantas de todos os tratamentos apresentaram adequadas concentrações de K nas folhas. Comparativamente, os valores médios de potássio foliar apresentados na Figura. 4A eram maiores que aqueles registrados por Cavalcante et al. (2016) no estudo sobre fertilizantes a base de potássio na manga 'Palmer' em ambiente semiárido.

As concentrações de enxofre nas folhas durante T1, T2 e T4 eram similares entre si e apresentaram uma pequena variação durante a fase de maturação dos ramos (Fig. 3B), mas, T3 promoveu um pico de concentração de enxofre nas folhas durante o meio da maturação dos ramos, seguido de uma grande queda de 300 % até o fim dessa fase. Essa distribuição de dados pode ter sido causada pela pulverização foliar com sulfatos aplicado no T3 seguidos de uma pulverização foliar com Ethrel[®], um precursor de etileno, no qual o ciclo de produção utiliza S para o ciclo de Yang (Pessarakli, 2014). Independentemente da estratégia de maturação dos ramos estudada, todos os tratamentos estavam dentro do alcance adequado de 1,1-1,7 g kg⁻¹ descrito por Pimplasker e Bhargava (2003).

O estrato de algas pode aclimatar as plantas, favorecendo a fotossíntese e a translocação dos nutrientes que regulam a abertura estomática, onde o potássio não é consumido nesse processo, assim acumulando durante a maturação dos ramos, já o enxofre serve de fonte para processos catabólicos, sendo oxidado e decomposto, sendo o provável motivo para o declínio dele durante a maturação enquanto o potássio só aumentava.

Como pode ser observado na Figura. 4C, as concentrações de nitrogênio nas folhas no fim da maturação dos ramos (indução floral) também dependem da estratégia da maturação dos ramos, com média estatisticamente alta registrada para T4 (controle de tratamento). De acordo com Pimplasker e Bhargava (2003) a concentração de nitrogênio nas folhas considerada adequada para mangueiras, varia de 8,9 a 19,3 g kg⁻¹, mas há controvérsias, pois de acordo com Davenport et al. (2003) os níveis de nitrogênio para as folhas de manga deveriam ser de 11 a 14 g kg⁻¹ no

momento da indução floral; para poder evitar novos fluxos vegetativos ao invés da fase reprodutiva, concentrações de nitrogênio nas folhas deveriam ser no máximo 14 g kg⁻¹. Por outro lado, no estudo atual T1, T2 e T3 apresentaram produção comercial de frutas com concentrações de nitrogênio de 14,4, 14,7 e 15,1 g kg⁻¹ respectivamente, enquanto T4 apresentou nenhuma produção frutífera com concentrações de nitrogênio de 18,1 g kg⁻¹, mostrando que o máximo adequado de concentração de nitrogênio nas folhas durante a indução floral, depende do sistema de produção usado para a manga.

As variáveis para produção de frutas variaram com os tratamentos estudados (Figura. 5), e as plantas do tratamento controle apresentaram uma pequena produção de frutas, incluindo várias parcelas que não apresentaram produção alguma de frutas, impossibilitando a realização da análise estatística para esse tratamento.

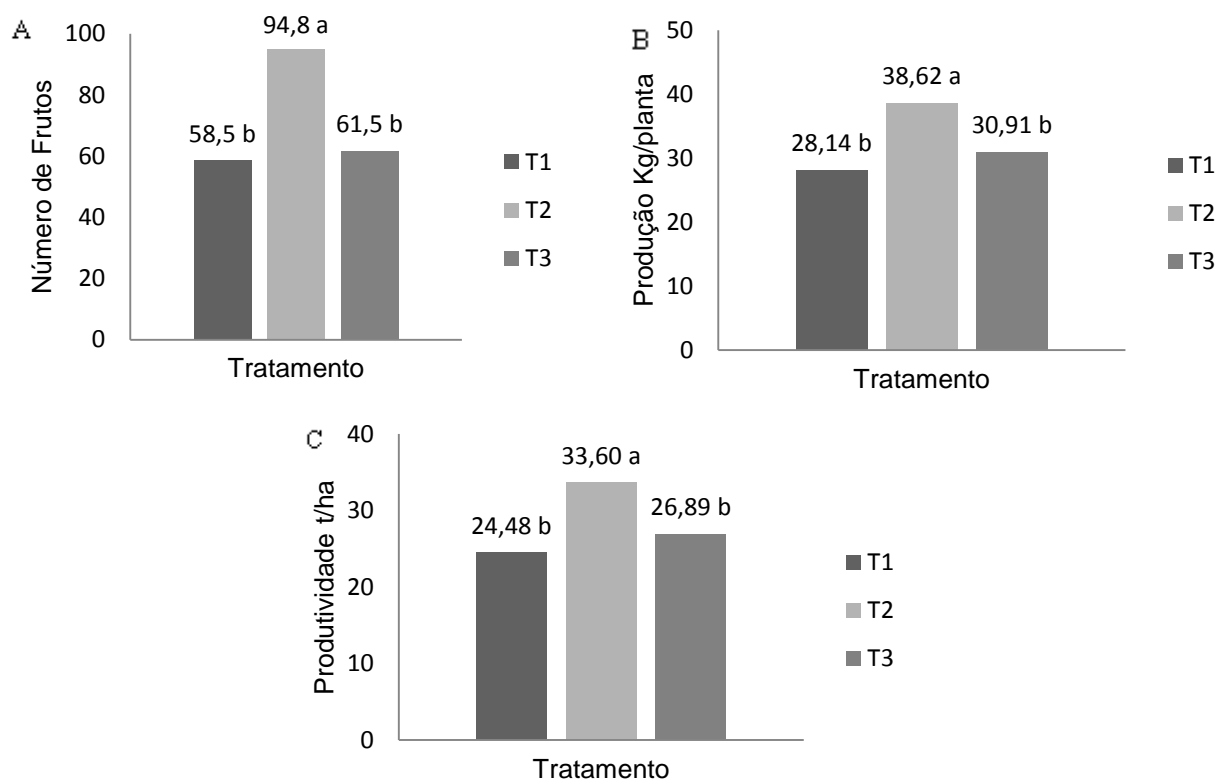


Figura 5: Número de frutos por planta (A), produção por planta (B) e produtividade (C), da mangueira cv. Palmer em função da estratégia de maturação de ramos.

As variáveis para produção de frutas apresentaram a mesma tendência de dados, ou seja, T2 promoveu o maior número de frutas por planta, produção de frutas e produtividade de frutos comerciais (Figura. 5). Para número de frutos por planta, T2 apresentou uma média de quase 46 % maior que T3, a segunda maior média, e chegou a 94.8 frutas comerciais por planta. Cavalcante et al. (2016) registrou um número máximo de frutas comerciais por planta de 294, mas em plantas com onze anos de idade, isso difere do presente estudo que usou plantas com quatro anos de idade, no seu primeiro ciclo produtivo.

A produção de frutos (kg por planta) variou de 28,14 kg por planta (T1) até 38.62 kg planta (T2) Figura. 5B, que é menor que outros resultados científicos na literatura, como 82,71-88,86 kg planta registrado por Yeshitela et al. (2005), porem os trabalhos comparados não apresentam as mesmas condições, onde as plantas estudadas tem um grande potencial para ter muitos mais frutos, uma vez que a cada poda de produção, aumenta o número de ramos que podem se diferencia em produtivos na indução.

Seguindo a mesma tendência do número de frutos por planta e produção por planta (kg por planta), a produtividade de frutos comerciáveis (tha^{-1}) foi significativamente superior para T2, que promoveu uma média de 33.6 t por ha (Figura. 5C), então, sendo 20 % e 27 % maiores que aqueles registrados em T3 (26.89 t por ha) e T1 (24.48 t por ha), respectivamente. A produção de frutos promovida por T2 é compatível com o valor médio registrado por Barbosa et al. (2016) ($36,6 \text{ tha}^{-1}$) para 'Palmer', maior que os 27 t por ha de Cavalcante et al. (2016) para 'Palmer', $10,5 \text{ t ha}^{-1}$ de Pleguezuelo et al. (2012) na Espanha e também maior que alguns produtores mundiais como Brasil (16,1 t por ha), China (8.2 t por ha), Índia (7,3 t por ha) e México (8,9 t por ha) (FAO, 2017).

A superioridade registrada para o tratamento com pulverização foliar de extrato de algas, aplicado individualmente, poderia também ser explicado pelas características antiestresse desse produto, já que durante a fase de maturação, as temperaturas foram altas ($36,8^\circ \text{C}$), a umidade do ar baixa (25,6%) e as mangueiras estavam expostas a redução da lâmina de água. Dessa forma, Lane et al. (2006) argumenta que o *Ascophyllum nodosum* contém o polissacarídeo laminarina, o fucoidan, e alginato, e que a laminarina demonstrou ser capaz de estimular respostas

naturais em plantas, e está envolvida na indução de genes que codificam várias proteínas relacionadas à patogênese com propriedades antimicrobianas, reduzindo assim o estresse na planta e fazendo com que ela acumulasse mais reservas durante a maturação, refletindo assim em uma boa produção.

De forma geral, efeitos positivos de extratos de *Ascophyllum nodosum* foram anteriormente reportados por Morales-Payan (2013) durante a fase de formação de mudas e Mohamed e El-Sehrawy (2013), que registraram melhor nutrição de plantas e retenção de frutos da manga.

4 CONCLUSÃO

Portanto, os resultados desse estudo indicam que concentrações de carboidrato, de nitrogênio, de enxofre, de potássio foliar e produção de frutos da mangueira 'Palmer' dependem da estratégia da maturação dos ramos.

Sob as condições da planta, do solo e do clima desse estudo, a estratégia de maturação dos ramos usando pulverização foliar com bioestimulante contendo *Ascophyllum nodosum* alternando com fertilizante a base de potássio por 30 dias após uso do PBZ, foi o melhor tratamento e pode ser recomendada para a produção da manga 'Palmer' no ambiente semiárido.

A baixa produção de frutos das plantas no tratamento controle é uma clara indicação da importância da maturação dos ramos para o crescimento de plantas com fins comerciais no ambiente semiárido. Por outro lado, pesquisas futuras são necessárias para estudar os efeitos da maturação dos ramos em diferentes cultivares de manga e/ou manga cultivadas em climas quentes ou em diferentes estações do ano.

REFERÊNCIAS

- Aliceweb. Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior, 2016. Retrieved 20th October 2017, from <http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br>
- ASREY, R.; PATEL, V.; BARMAN, K.; PAL, R. Pruning affects fruit yield and postharvest quality in mango (*Mangifera indica* L.) cv. Amrapali. **Fruits**.68, 367-380, 2013.
- BARBOSA, L.F.S.; CAVALCANTE, I.H.L.; LIMA, A.M.N. Desordem fisiológica e produtividade de mangueira cv. Palmer associada à nutrição de boro. **Rev. Bras. Frutic.**38, 1-10, 2016.
- Brazilian Program For Horticulture Modernization, 2004: Standards classification of mango. Quality Center on Horticulture (CEAGESP), São Paulo, Brazil.
- CARNEIRO, M.A.; LIMA, A.M.N.; CAVALCANTE, I.H.L.; CUNHA, J.C.; RODRIGUES M.S.; LESSA, T.B.S. Soil salinity and yield of mango fertigated with potassium sources. **Rev. Bras. Eng. Agr.Amb**, 2017.
- CAVALCANTE, I.H.L.; LIMA, A.M.N.; CARNEIRO, M.A.; RODRIGUEZ, M.S.; SILVAR.L. Potassium doses on fruit production and nutrition of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Palmer. **Rev. Fac. Agron. Luz.** 34, 385-399, 2016.
- Davenport, T.L., 2003: Management of flowering in three tropical and subtropical fruit tree species. **HortScience.** 38, 1331–1335.
- DAVENPORT, T.L. Pruning strategies to maximize tropical mango production from the time of planting to restoration of old orchards. **HortScience.** 41, 544–548, 2006.
- DUBOIS, M., GILLES, K.A., HAMILTON, J.K., REBERS, P.A., SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Anal Chem.** 28, 350-356, 1956.
- Fao. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017: Retrieved 14th October 2017, from <http://apps.fao.org>.
- GENÚ, P.J.C., PINTO, A.C.Q. A cultura da mangueira. 1^a ed. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, Brazil, 2002.

KHAN, W.; RAYIRATH, U.P.; SUBRAMANIAN, S.; JITHESH, M.N.; RAYORATH, P.; HODGES, D.M.; CRITCHLEY, A.T.; CRAIGIE, J.S.; NORRIE, J.; PRITHIVIRAJ, B. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. **J. Plant Growth Regul.** 28, 386-399, 2009.

KUMAR, M.; PONNUSWAMI, V.; KUMAR, P.J.; SARASWATHY, S. Influence of season affecting flowering and physiological parameters in mango. *Sci. Res. Essays.* 9, 1-6, 2014.

Labmet.Laboratorio de Meteorologia, 2016: Meteorology Laboratory of San Francisco Valley University. Retrieved 27th November 2017, from <http://labmet.univasf.edu.br>.

LANE, C.E.; MAYES, C.; DRUEHL, L.D.; SAUNDERS, G.W. A multi-gene molecular investigation of the kelp (Laminariales, haeophyceae) supports substantial taxonomic re-organization. **J. Phycol.** 42,493-512, 2006.

LAXMAN, R.H.; ANNAPOORNAMMA, C.J.; BIRADAR, G. Mango. In: "Abiotic Stress Physiology of Horticultural Crops", (Eds.): RAO, N.K.S.; SHIVASHANKARA, K.S.; LAXMAN, R.H. **Springer India Publisher**, India, 2006.

LEMOINE, R.; CAMERA, S.; ATANASSOVA, R.; DÉDALDÉCHAMP, F.; ALLARIO, T.; POURTAU, N., BONNEMAIN, J.L.; LALOI, M.; COUTOS-THÉVENOT, P.; MAUROUSSET, L.; FAUCHER, M.; GIROUSSE, C., LEMONNIER, P.; PARRILLA, J.; DURAND, M. Source-to-sink transport of sugar and regulation by environmental factors. **Front PlantSci.**4,1-21, 2013.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.S. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. **2^a ed..Potafós, Piracicaba**, Brazil, 1997.

MANCUSO, S.; AZZARELLO, E.; MUGNAI, S.; BRIAND, X. Marine bioactive substances (IPA extract) improve foliar ion uptake and water stress tolerance in potted *Vitisvinifera* plants. **Adv. Hort. Sci.** 20,156-161, 2006.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants.3^a Ed. New York, USA.**Academic Press**, 2012.

MOHAMED, A.Y.; EL-SEHRAWY, O.A.M. Effect of seaweed extract on fruiting of hindybisinnara mango trees. **J. Am. Sci.** 9, 537-544, 2013.

MORALES-PAYAN, J.P. Effects of an agricultural extract of the brown algae, *Ascophyllum nodosum* (Phaeophyceae), on mango, *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae), grown for transplants in the nursery. *Life: The Excitement of Biology*. 1, 111-117, 2013.

PESSARAKLI, M. Handbook of plant and crop physiology. 3^a ed., **New York, USA. Marcel Dekker**, 2014.

PIMPLASKER, M.; BHARGAVA, B.S. Leaf and soil nutrient norms in mango (*Mangifera indica* L.) grown in tribal belt of Southern Gujarat. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 51, 268–272, 2003.

PLEGUEZUELO, C.R.R.; ZUAZO, V.H.D.; FERNÁNDEZ, J.L.M.; TARIFA, D.F. Physico-chemical quality parameters of mango (*Mangifera indica* L.) fruits grown in a mediterranean subtropical climate (SE Spain). *J. Agr. Sci. Technol.* 14, 365-374, 2012.

PRASAD, S.R.; 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. *Int. J. Fruit Sci.* 14. 437-459, 2014.

QUIJADA, O.; HERRERO, B.; GONZÁLEZ, R.; CASANOVA, A.; CAMACHO, R. Influencia de la poda y de la aplicación de nitrato potásico y tiosulfato potásico sobre el mango en Maracaibo, Venezuela. II. Producción e índices de eficiencia productiva. *Agron. Trop.* 59, 289-296, 2009: .

RAMÍREZ, F.; DAVENPORT, T.L. Mango (*Mangifera indica* L.) pollination: **A review. SciHortic-Amsterdam.** 203, 158-168, 2016.

RAMÍREZ, F.; DAVENPORT, T.L.; FISCHER, G.; PINZÓN, J.C.A. The stem age required for floral induction of synchronized mango trees in the tropics. *HortScience*, 45, 1453-1458, 2010.

RAMÍREZ, F.; DAVENPORT, T.L.; FISCHER, G.; PINZÓN, J.C.A.; ULRICHS, C. Mango trees have no distinct phenology: the case of mangoes in the tropics. *SciHortic-Amsterdam.* 168, 258-266, 2014.

SARAN, P.L., KUMAR, R. Boron deficiency disorders in mango (*Mangifera indica* L.): field screening, nutrient composition and amelioration by boron application. *Indian J. Agr. Sci.* 81, 506-510, 2011.

SILVA, F.C. Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. **2^a ed.** **Embrapa Informação Tecnológica**, Brasília, Brazil, 2009.

SPANN, T.M., LITTLE, H.A. Applications of a commercial extract of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* increases drought tolerance in container-grown 'Hamlin' sweet orange nursery trees. **HortScience**. 46, 577-582, 2011.

URBAN, L.; MONTPIED, P.; NORMAND, F. Season effects on leaf nitrogen partitioning and photosynthetic water use efficiency in mango. **J. Plant Physiol.** 163, 48-57. doi.org/10.1016/j.jplph.2005.02.005, 2006.

WAHDAN, M.T.; HABIB, S.E.; BASSAL, M.A.; QAOUD, E.M. Effect of some chemicals on growth, fruiting, yield and fruit quality of "SuccaryAbiad" mango cv. **J. Am. Sci.** 7, 651-658, 2011.

WALLY, O.S.D.; CRITCHLEY, A.T.; HILTZ, D., CRAIGIE, J.S.; HAN, X.; ZAHARIA, L.I.; ABRAMS, S.R.; PRITHIVIRAJ, B. Regulation of phytohormone biosynthesis and accumulation in *Arabidopsis* following treatment with commercial extract from the marine macroalga *Ascophyllum nodosum*. **J. Plant Growth Regul.** 32, 324-339, 2013.

YESHITELA, T.; ROBBERTSE, P.J.; STASSEN, P.J.C. Potassium nitrate and urea sprays affect flowering and yields of 'Tommy Atkins' (*Mangifera indica* L.) mango in Ethiopia. **S. Afr. J. Plant Soil.** 22, 28-32, 2005.

ZHANG, X.; ERVIN, E.H. Impact of seaweed extract-based cytokinins and zeatin riboside on creeping bentgrass heat tolerance. **CropSci.** 48, 364-370, 2008.