

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

LETÍCIA ABREU SIMÃO

**FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO CONTROLADA NO
CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO
MAMOEIRO 'THB'**

São Mateus – ES

Julho de 2017

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

**FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO CONTROLADA NO
CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO
MAMOEIRO 'THB'**

LETÍCIA ABREU SIMÃO

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, para a obtenção do título de mestre em Agricultura Tropical.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Romais Schmildt

São Mateus – ES

Julho de 2017

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
(Divisão de Biblioteca Setorial do CEUNES - BC, ES, Brasil)

S588f Simão, Letícia Abreu, 1985-
Fertilizantes de liberação controlada no crescimento e desenvolvimento do mamoeiro "THB" / Letícia Abreu Simão. – 2017.
30 f. : il.

Orientador: Edilson Romais Schmildt.
Coorientadores: Omar Schmildt; Ivoney Gontijo.
Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) –
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo.

1. Mamão. 2. Adubos e fertilizantes. I. Schmildt, Edilson Romais. II. Schmildt, Omar. III. Gontijo, Ivoney. IV. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Universitário Norte do Espírito Santo. V. Título.

CDU: 63

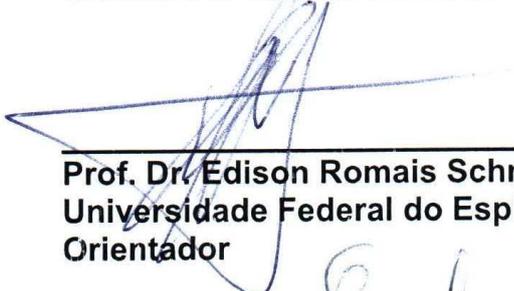
LETÍCIA ABREU SIMÃO

**FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO CONTROLADA NO
CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO MAMOEIRO THB**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

Aprovada em 18 de julho de 2017.

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Edison Romais Schildt
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Prof. Dr. Ivoney Gontijo
Universidade Federal do Espírito Santo
Coorientador



Dr. Omar Schildt
Universidade Federal do Espírito Santo
Coorientador



**Prof. Dr. José Augusto Teixeira do
Amaral**
Universidade Federal do Espírito Santo

DEDICATÓRIA

A todas as pessoas que

de alguma forma

contribuíram para

que pudéssemos viver

em um

MUNDO MELHOR.

A você,

dedico

este trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado força nos momentos mais difíceis da minha, que estive ao meu lado todos os instantes, me dando sabedoria para lidar com todos os obstáculos.

Ao meu professor e orientador, Edilson Romais Schmildt, cuja competência científica é simplesmente apreciável, do qual aprendi muitas coisas técnicas, além da perspicácia da interpretação científica. Agradeço pela amizade, paciência, compreensão e, principalmente, confiança neste período.

Aos meus coorientadores, Ivoney Gontijo e Omar Schmildt pelo aceite de coorientação, pelos ensinamentos e pelas contribuições técnicas e científicas. Ao Omar, agradeço por ter ajudado em todas as avaliações, não mediu esforços em momento algum.

Ao examinador externo José Augusto pelo aceite do convite.

À Caliman Agrícola S. A., pela área cedida para a realização do experimento, em especial ao Geraldo Antônio Ferreguetti, engenheiro agrônomo e técnico Ailton pela atenção e disponibilidade.

À empresa COMPO EXPERT por todo apoio técnico e material disponibilizado durante todo o experimento, em especial a James pela dedicação e atenção nos conhecimentos passados durante todo esse período, sempre com disposição em me atender com paciência e a Eloá sempre com toda atenção em me ajudar.

Ao Leonardo e Adriel pela participação nas avaliações a campo.

Agradeço em especial a minha mãe que eu tanto amo, Edna, que em momento algum desistiu de mim, me deu a mão e falou comigo que eu ia vencer e hoje eu vejo que eu sou mais do que vencedora.

Ao meu avô Salvador (*in memoriam*), minha avó Giorgina, minha avó Helena, pelo carinho, amor, e que sempre de deram apoio para eu continuar estudando.

Ao meu pai, Marco Aurélio, pelo incentivo e palavras de forças.

Aos meus irmãos Rafaella, Marco Aurélio pelo companheirismo, mesmo estando em cidades tão distante. E ao meu sobrinho Marco Aurélio.

Aos meus familiares, principalmente a “Família Brumano”, mesmo tão longe, sempre foram presente em toda minha vida, em especial a minha tia Maria Helena pela torcida e compreensão da minha ausência durante o mestrado.

Aos amigos por sempre me darem apoio, em especial a minha amiga de longas caminhas, de infância, uma amiga-irmã, Lucíola. Não tenho palavras para expressar o quanto ela foi especial nessa etapa da minha vida, me dando apoio, força e animo.

Aos amigos que fiz em São Mateus, meu muito obrigada a todos pelo companheirismo, ao “Castelinho Azul”, por me receber tão bem, jamais irei esquecer de vocês. A minha amiga Dayane, agradeço por tudo, principalmente pelas orações.

A todos os professores da Pós-Graduação por partilharem um pouco dos seus conhecimentos.

À FAPES, pelo apoio financeiro.

Aos funcionários da secretaria pela eficiência nos atendimentos prestados.

À Universidade Federal do Espírito Santo, pela oportunidade de realização do curso de mestrado e a todos seus servidores que direta e indiretamente contribuíram para a minha formação.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1. Cultura do mamoeiro.....	5
2.2. Fertilizantes de liberação controlada e de liberação lenta.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1. Avaliação na fase vegetativa.....	10
3.2. Avaliação na fase reprodutiva.....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
4.1. Fase vegetativa.....	13
4.2. Fase reprodutiva.....	16
5. CONCLUSÕES.....	22
REFERÊNCIAS.....	23

RESUMO

SIMÃO, Letícia Abreu; M. Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; Julho 2017; **Fertilizantes de liberação controlada no crescimento e desenvolvimento do mamoeiro 'THB'**; Orientador: Edilson Romais Schmildt; Coorientadores: Ivoney Gontijo, Omar Schmildt.

O Brasil é um dos principais produtores e exportadores de mamão. Os principais estados brasileiros produtores de mamão, são Bahia e Espírito Santo, os quais são responsáveis por cerca de 60% da produção nacional. O uso de fertilizante de liberação controlada é pouco utilizado a campo no estado do Espírito Santo, principalmente para plantas frutíferas. No Estado, ele tem sido aplicado na cultura do eucalipto. O uso destes tipos fertilizantes, tem como uma das principais vantagens a redução de mão-de-obra para fertilizações de cobertura. Nestes fertilizantes, a liberação de nutrientes é dependente do tamanho do grânulo, temperatura e umidade. Os nutrientes são disponibilizados por hidrólise e pela ação de microrganismos. Objetivou-se neste trabalho avaliar a eficiência de fertilizantes de liberação controlada no crescimento e desenvolvimento de plantas de mamoeiro 'THB' na fase vegetativa e produtiva, usando os fertilizantes Basacote P-MAX 6M (Fórmula 17-43-00)[®], Basacote NK-MAX 9M (Fórmula 17-43-00)[®] e DuraTec Top 14 (Fórmula 14-07-14)[®]. O experimento foi realizado entre junho de 2015 a novembro de 2016, a campo, na fazenda Santa Terezinha, da Caliman Agrícola S. A., em Linhares, estado do Espírito Santo. Adotou-se o delineamento em blocos ao acaso com cinco tratamentos e seis repetições. Os tratamentos, consistiram da aplicação

de doses de 25, 50, 75 e 100 g cova⁻¹ de fertilizantes de liberação controlada Basacote P-MAX 6M[®] no plantio e uma testemunha que foi a fertirrigação por gotejamento. Na fase de produção, os tratamentos consistiram de adubações de cobertura aplicando-se dois fertilizantes de liberação controlada, o Basacote NK-MAX 9M[®] e Duratec Top 14[®], aos 3, 6, 9 e 12 meses após plantio. Avaliaram-se no florescimento o diâmetro do caule (DC), a altura de inserção da primeira flor, a altura da planta (AP), comprimento do pecíolo foliar, número de folhas por planta e porcentagem de covas definidas quanto ao sexo; na fase produtiva avaliou-se o DC, a AP, número de frutos comerciais, massa de fruto, sólidos solúveis e firmeza interna do fruto aos 8, 13 e 17 meses após plantio; a produtividade foi avaliada pela produção acumulada, desde os 8 até os 17 meses. O novo pacote tecnológico é uma alternativa à fertirrigação, podendo ser aplicado fertilizante de liberação controlada Basacote P-MAX 6M a 25 g cova⁻¹ no plantio, e as fertilizações de cobertura com Basacote NK-MAX 9M[®] e Duratec Top 14[®] após 90 dias do plantio.

Palavras-chave: *Carica papaya* L., características morfoagronômicas, fertilizantes inteligentes.

ABSTRACT

SIMÃO, Letícia Abreu; M. Sc.; Federal University of Espírito Santo; July 2017; **Fertilizers controlled release on growth and development of papaya 'THB'**; Advisor: Edilson Romais Schmiltdt; Co-adviser: Ivoney Gontijo, Omar Schmiltdt.

Brazil is one of the main producers and exporters of papaya. The main Brazilian states producing papaya are Bahia and Espírito Santo, which are responsible for about 60% of the national production. The controlled release fertilizer use is rarely used field in the state of Espírito Santo, especially for fruit trees. In the State, it has been applied in the eucalyptus crop. The use of these types of fertilizers has as one of the main advantages the reduction of labor for cover fertilizations. In these fertilizers, the release of nutrients is dependent on the granule size, temperature and humidity. The nutrients are made available by hydrolysis and by the action of microorganisms. The objective of this study was to evaluate the efficiency of controlled release fertilizers on growth and development of plants papaya 'THB' in the vegetative and productive stage using fertilizers Basacote P-MAX 6M (Formula 17-43-00)[®], Basacote NK-MAX 9M (Formula 17-43-00)[®] and DuraTec Top 14 (Formula 14-07-14)[®]. The experiment was carried out between June 2015 and November 2016, in the field, at the Santa Terezinha farm, Caliman Agrícola S. A., in Linhares, Espírito Santo state. It adopted the random block design with six replicates and five treatments. The treatments consisted of the application of doses of 25, 50, 75 and 100 g cova⁻¹ of controlled release fertilizers Basacote P-MAX 6M[®] in the planting and

a control that was the drip fertigation. In the production phase, treatments consisted of cover fertilization by applying two controlled release fertilizers, Basacote NK-MAX 9M[®] and Duratec Top 14[®], at 3, 6, 9 and 12 months after planting. They were evaluated at flowering stem diameter (SD), the first flower insertion height, plant height (PH), leaf petiole length, number of leaves per plant and percentage of pit defined for sex; in the production phase it was evaluated SD, PH, number of marketable fruits, fruit mass, soluble solids and inner fruit firmness at 8, 13 and 17 months after planting; productivity was assessed by cumulative production, from 8 to 17 months. The new technology package is an alternative to fertigation, and Basacote P-MAX 6M[®] controlled release fertilizer can be applied to 25 g cova⁻¹ at planting, and cover fertilization with Basacote NK-MAX 9M[®] and Duratec Top 14[®] after 90 days of planting.

Key words: *Carica papaya* L., morphoagronomic characteristics, intelligent fertilizers.

1. INTRODUÇÃO

A origem da cultura do mamoeiro *Carica papaya* L. não é definida com precisão, sendo que a maioria dos pesquisadores considera que seu cultivo teve início na América do Sul, América Central ou no Sul do México, tendo daí se propagado por, praticamente, todas as regiões do mundo (MOURA; RESENDE, 1986).

O Brasil é um dos principais produtores mundiais de mamão (FAO, 2014). Os principais estados produtores de mamão, do Brasil, em 2016, foram Bahia e Espírito Santo, responsáveis por cerca de 70,5% da produção nacional, sendo que os estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Minas Gerais juntos representam 18,7% (IBGE, 2016). O Brasil está entre os principais países exportadores de mamão junto com México e Guatemala, exportando mamão com regularidade, principalmente para o mercado europeu (FAO, 2013). No entanto, as exportações do mamão representam menos de 2,2% do que é produzido no país, indicando a importância do consumo interno para o setor (AGRIANUAL, 2016).

Os principais mercados importadores foram os Estados Unidos das Américas e a União Europeia, com volumes de 155 e 39,7 mil toneladas, respectivamente (FAO, 2013).

A qualidade do mamão é influenciada por fatores, como densidade de plantio e fertilização, que podem levar a uma redução na vida útil do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005; 2008; GODOY et al., 2010).

A cultura do mamoeiro ocupava uma área de 6035 hectares no estado do Espírito Santo em 2016 (IBGE, 2016) e grande parte desta área, utiliza-se a técnica da fertirrigação, que possibilita a irrigação e fertilização da lavoura em uma mesma operação. No entanto, dado a intensas variações climáticas nos últimos anos, a fertirrigação precisa ser ainda melhor planejada. Na região sudeste, os fertilizantes devem ser aplicados de uma forma quantitativa ou proporcional, formando uma solução no solo baseado na fase fenológica da cultura (MOURA, 2015).

O uso da fertirrigação permite a aplicação de solução nutritiva menos concentrada e, conseqüentemente, com menor condutividade elétrica, o que favorece a absorção de nutrientes e o maior crescimento das mudas (OLIVEIRA et al., 2013; SÁ et al., 2013).

Em função principalmente de demandas ecológicas, no final da segunda guerra mundial, novos conceitos foram adotados para nutrição mineral de plantas que incluem os fertilizantes de liberação lenta, de liberação controlada e, estabilizados. Para as condições de cultivo em solos brasileiros, o uso de fertilizantes de liberação controlada poderia ser uma boa opção de economicidade, visto que uma vez aplicados os nutrientes estariam sendo liberados gradativamente (TRENKEL, 2010).

Entre as técnicas de adubação em viveiros, a utilização de fertilizantes de liberação controlada é uma alternativa, tendo em vista o fornecimento regular e contínuo de nutrientes para as mudas (JOSÉ et al., 2009; ELLI et al., 2013), garantindo a manutenção de um sincronismo entre a liberação de nutrientes ao longo do tempo e as necessidades nutricionais da planta (ROSSA et al., 2013), além da redução de perdas devido a lixiviação (SHAVIV, 2001), maior praticidade e aplicação única (ROSSA et al., 2013). Para a cultura do mamoeiro, Serrano et al. (2010) demonstraram a eficiência de fertilizantes de liberação controlada Basacote Mini 3M (Fórmula 13-06-16)[®] na produção de mudas de 'Calimosa', 'Golden' e 'Tainung 01' e, Paixão et al. (2012), a eficiência do mesmo fertilizante na produção de mudas de mamoeiro 'THB'.

Desde o final da década de 1990, estes produtos têm sido usados em culturas agrícolas extensivas, como milho, arroz, trigo, batata, frutíferas (maçã, frutas cítricas), hortaliças e forrageiras (TRENKEL, 2010). Dentre alguns resultados da aplicação desses fertilizantes a campo, podem-se citar o trabalho realizado por Souza (2015), que analisou a sobrevivência de *Eucalyptos benthamii* dos 3 meses

aos 2 anos, submetidos aos mesmos regimes de adubação da cultura, constatando que no tratamento com fertilizante de liberação lenta não houveram mortalidades em quaisquer períodos. O uso de fertilizante de liberação lenta para espécies nativas também se mostra eficiente. Em *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze e *Ocotea odorifera* (Vell.) Rhower foi observado crescimento significativo na altura das plantas (ROSSA et al., 2011). Amaral et al. (2012), em trabalho com *Paspalum notatum* Flügge (grama batatais), avaliou o efeito de fertilizantes de liberação controlada e observaram um maior valor no teor de clorofila nas folhas.

Segundo Trenkel (2010), o termo fertilizante de liberação controlada é aceitável quando o controle do padrão e velocidade de liberação do nutriente for conhecido e controlado durante o processo de fabricação. Com isso, fertilizantes de liberação lenta seriam os que liberam o nutriente mais devagar que um fertilizante de referência de liberação rápida. Então, nos fertilizantes de liberação lenta não há controle da taxa de liberação. O uso de fertilizantes de liberação controlada visa diminuir as perdas de nutrientes, no sistema solo-planta-atmosfera e melhor disponibilizá-los, de forma ajustada, às necessidades das plantas.

O uso destes fertilizantes de liberação lenta ou de liberação controlada reduz o uso de mão-de-obra para adubações de cobertura, baixo nível de salinidade na solução do substrato, bem como a diminuição a perda de azoto pela volatilização de amônio e a reduz dos danos na semente das plantas (DINALLI et al., 2012).

O Basacote P-MAX (Fórmula 17-43-00)[®] é um fertilizante de liberação controlada por meio do recobrimento completo dos grânulos pelo polímero elástico chamado Poligen[®], sendo que o tempo de liberação destes depende da formulação e da espessura do polímero, que pode ser de 3, 6, 9 ou 12 meses. A liberação de seus nutrientes ocorre por processo de difusão que garante a sua disponibilização de forma adequada às exigências das culturas, minimizando ainda mais as perdas por lixiviação e os efeitos nocivos de salinidade. O DuraTec[®] é outro produto de liberação controlada, o qual é a junção de duas tecnologias, a linha Nova Tec[®] e a linha Basacote[®]. A linha Nova Tec[®] é composta de fertilizantes diferenciados que aportam macro e micronutrientes, qualidade e eficiência, o que promove um significativo arranque inicial. Ele incorpora a avançada tecnologia NET (*Nitrogen Efficient Technology*), para a estabilização do nitrogênio. (COMPO EXPERT, 2016).

Objetivou-se no presente trabalho avaliar a eficiência de fertilizantes de liberação controlada no crescimento, desenvolvimento e produção de plantas de

mamoeiro 'THB', usando os fertilizantes Basacote P-MAX 6M (Fórmula 17-43-00)[®] no plantio e na produção Basacote NK-MAX 9M (Fórmula 17-43-00)[®] e DuraTec Top 14 (Fórmula 14-07-14)[®].

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura do Mamoeiro

A cultura do mamoeiro (*Carica papaya* L.) tornou-se uma cultura de fundamental importância para o setor agrícola brasileiro, por gerar empregos e absorver mão de obra o ano todo, sendo uma importante fonte de divisas para o país. O Brasil está entre os principais países exportadores de mamão junto com México e Guatemala, exportando mamão com regularidade, principalmente para o mercado europeu. No entanto, as exportações do mamão representam menos de 2,2% do que é produzido no país, indicando a importância do consumo interno para o setor (AGRIANUAL, 2016).

Embora a produção da cultura de mamão se encontre em vários estados brasileiros, é na Bahia e Espírito Santo onde está concentrada grande parte da produção nacional (IBGE, 2016).

As frutas podem ser comercializadas de diversas formas no mercado interno, seja por venda direta do produtor ao consumidor, ou por meio de supermercados, feirantes e quitandas. Os consumidores a cada dia têm sido mais exigentes quanto à qualidade dos produtos, a princípio buscavam apenas frutas com boa aparência e tamanhos (FAGUNDES; YAMANISHI, 2001).

Segundo Galeano e Martins (2015) a cultura do mamoeiro apresenta importância social pelo fato de gerar emprego o ano inteiro, além de constituir uma importante fonte de divisas para o Brasil.

As variedades do mamoeiro são divididas em dois grupos principais: Solo (Hawaii) e Formosa. Os mamões pertencentes ao grupo Solo, popularmente chamado de mamão papaia, apresenta peso médio de 350 a 600 gramas e tem grande aceitação no mercado interno e externo, além de serem atrativos para os produtores por serem de maturação precoce e plantas de alta produtividade (EMBRAPA, 1994; TRINDADE et al., 2001). No Brasil, para fins de comercialização, as cultivares 'Golden' e 'Tainung 01' (cultivar híbrida do grupo formosa) são as mais exportadas (RUGGIERO et al., 2011).

A cultivar 'Golden' é proveniente da seleção de plantas Sunrise solo, obtida pela companhia Caliman Agrícola S. A. (MARTINS; COSTA, 2003). Esta cultivar é valorizada por apresentar textura e sabor agradável, além da polpa adocicada e tom avermelhado (FABI et al., 2007).

De acordo com Fagundes e Yamanishi (2001), o mamão é uma fruta com boas qualidades organolépticas, contudo, estas características prevalecem apenas em condições adequadas de cultivo e estágio de maturação na colheita e manuseio pós-colheita correto. Por ser um fruto climatérico, as transformações resultantes do amadurecimento no mamão acontecem ligeiramente após sua colheita e é resultado da produção de etileno e aumento da taxa respiratória, o que o caracteriza como uma fruta perecível na pós-colheita (FONTES et al., 2008).

As mudanças físicas e químicas que ocorrem durante o amadurecimento em frutos de mamoeiro podem provocar alterações no padrão de qualidade e conservação (BREMENKAMP, 2011). Quando colhido antes do estágio de maturação ideal, o processo de amadurecimento é afetado. No entanto, Chitarra e Chitarra (2005) afirmaram que ao colher em estágio avançado, com mais de 70% da coloração amarelada, a vida útil e a qualidade dos frutos é menor, além da dificuldade de transporte e manuseio. A qualidade dos frutos pode ser avaliada a partir de características físicas, como a cor, o tamanho, o peso, a forma e a firmeza, e características químicas, como pH, acidez titulável e teor de sólidos solúveis.

Santana et al. (2004), citam que nesta cultura, durante a maturação do fruto, o aumento no conteúdo de sólidos solúveis é uma das principais características. A acidez também pode auxiliar na determinação do ponto de colheita do fruto, uma vez que, com a maturação a acidez diminui como consequência da transformação dos ácidos orgânicos em açúcar. No mamão o ácido orgânico predominante é o ácido cítrico (ARRIOLA et al., 1980).

2.2. Fertilizantes de liberação controlada e de liberação lenta

Novas tecnologias têm sido desenvolvidas, como fertilizantes de baixa solubilidade (de liberação lenta ou controlada), ou aditivados (estabilizados) com inibidores capazes de minimizar as perdas de nutrientes. Os principais objetivos destes fertilizantes são diminuir as perdas de nutrientes no sistema solo-planta-atmosfera e melhor disponibilizá-los, de forma ajustada, às necessidades das plantas (SHAVIV, 2001; TRENKEL, 2010).

A Association of American Plant Food Control Officials (AAPFCO, 1997) caracteriza os fertilizantes de liberação lenta ou controlada como aqueles capazes de atrasar ou prolongar a sua disponibilidade para a planta após a aplicação quando comparados a um fertilizante de referência, cuja disponibilidade de nutrientes é imediata, como a ureia, nitrato de amônio, entre outros. O atraso na disponibilidade inicial ou a disponibilidade contínua pode ocorrer por diversos mecanismos. Estes incluem a solubilidade controlada do material em água devido a revestimentos semipermeáveis, obstrução, materiais proteicos, ou outras formas químicas, por hidrólise lenta de compostos de baixo peso molecular solúveis em água, ou por outros meios desconhecidos. Nesta definição, não há diferenciação entre liberação lenta ou controlada.

Os fertilizantes de liberação lenta e controlada são definidos como aqueles nos quais existem compostos capazes de controlar quimicamente, fisicamente ou microbiologicamente as taxas de liberação dos nutrientes presentes nos fertilizantes (SHAVIV, 2001). Esses fertilizantes retardam a disponibilidade inicial dos nutrientes ou aumentam sua disponibilidade no tempo por meio de diferentes mecanismos, visando sincronizar a liberação com a demanda da planta pelo nutriente e diminuindo as perdas deste no ambiente.

Os fertilizantes de liberação lenta e controlada podem ser divididos em dois grupos mais importantes disponíveis no mercado, de acordo com o seu processo de produção, que são: produtos de condensação de ureia-aldeídos (fertilizantes de liberação lenta), e fertilizantes revestidos ou encapsulados (fertilizantes de liberação controlada) (TRENKEL, 2010).

O termo fertilizante de liberação controlada deve ser utilizado quando se conhece o padrão, a taxa e a duração da liberação do nutriente, sendo possível

controlar essas variáveis durante a fabricação do fertilizante (SHAVIV, 2005). Já para os fertilizantes de liberação lenta, não há conhecimento desses parâmetros, eles são influenciados pelo solo e pelas condições climáticas, não podendo ser previstos no tempo, eles apenas liberam o nutriente em ritmo mais lento do que um fertilizante de referência de liberação imediata, como a ureia (SHAVIV, 2005).

Fertilizantes de liberação controlada podem ser utilizados de forma conjunta ou isolada nos grânulos. Geralmente, a liberação do nutriente ocorre quando algum fator de intemperismo como variações de temperatura, forças mecânicas, agentes químicos, entre outros, agem sobre o revestimento rompendo-o, o que permite a entrada de água e dissolução do fertilizante no núcleo do grânulo, disponibilizando-o para o solo (CANCELLIER, 2013).

O padrão de liberação de nutrientes dos fertilizantes de liberação controlada apresenta modelo sigmoidal, com a primeira fase de lenta liberação, passando para uma segunda fase de liberação mais rápida (fase linear) e, posteriormente, na terceira fase, com disponibilização total do nutriente (SHAVIV et al., 2003). Esse padrão seria o adequado para atender à demanda das plantas, de forma a aumentar a eficiência de uso (TRENKEL, 2010).

Sendo assim, as principais vantagens desses fertilizantes em relação aos comuns são que eles apresentam potencial de aumentar a eficiência da adubação nitrogenada e reduzir as perdas de N no sistema solo-planta-atmosfera, implicando em menor impacto ambiental (SHAVIV, 2001; TRENKEL, 2010), além de proporcionar melhor ajuste da disponibilidade à demanda dos nutrientes pelas plantas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de fertilização foi realizado entre junho de 2015 a novembro de 2016, a campo, na fazenda Santa Terezinha, da Empresa Caliman Agrícola S. A., em Linhares, Espírito Santo, entre os paralelos 19° 11' 49" de latitude sul e 40° 05' 52" de longitude oeste e altitude aproximada de 30 metros (BERILLI et al., 2007). O clima da região é do tipo AWi (tropical úmido), com chuvas no verão e inverno seco (ALVARES et al., 2013).

Trabalhou-se com mamoeiro (*Carica papaya* L.) 'THB', cujas mudas foram produzidas em tubetes de 50 cm³ contendo substrato Bioplant[®] e fertilizante de liberação controlada Basacote Mini 3M[®], fórmula NPK (mg) 13-06-16, indicado para produção de mudas na dose de 10 kg m⁻³ conforme Paixão et al. (2012). As mudas após aclimação foram transplantadas para o campo, que estava em pousio há três anos e com cobertura vegetal espontânea, em junho de 2015, quando mediam de 12 a 15 cm de altura.

Em campo para cada tratamento foi realizado o preparo de covas com espaçamento de 3,6 m entre linhas e de 1,6 m dentro das linhas, em solo classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, textura arenosa (EMBRAPA, 2006). Foram plantadas três mudas por cova, até o florescimento, cerca de três meses, quando foi feito o desbaste procurando-se deixar apenas plantas hermafroditas.

A caracterização química do solo, da área de plantio, foi realizada por meio de coleta de amostras na camada de 0 a 20 cm de profundidade (Tabela 1).

TABELA 1. Caracterização química das amostras do Argissolo Vermelho Amarelo de textura arenosa (SL)

	pH	P	K	Na	MOS	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	M
		-----mg dm ⁻³ -----			dag kg ⁻¹ -----			-----cmol _c dm ⁻³ -----					-----%-----	
SL	6,1	87	120	59	2,6	3,0	1,0	0,0	1,8	4,3	4,3	6,1	70,5	0,0

MOS – Matéria orgânica do solo; H+Al – acidez potencial; t – CTC efetiva; T – CTC potencial; V – Saturação por bases; m – saturação por alumínio.

O experimento foi instalado em delineamento em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram mantidos com fertilizantes de liberação controlada, com aplicação de doses na fase vegetativa de 25, 50, 75 e 100 g cova⁻¹ de Basacote P-MAX 6M[®] e fase produtiva doses de 50 g cova⁻¹ e 75 g cova⁻¹ de Basacote NK-MAX 9M[®] e Duratec Top 14[®] e um tratamento padrão que foi o uso diário de fertirrigação por gotejamento.

Foram feitas avaliações nas fases fenológicas vegetativa e reprodutiva.

3.1. Avaliação na fase vegetativa

Os tratamentos, consistiram na aplicação das doses de 25, 50, 75 e 100 g cova⁻¹ de fertilizantes de liberação controlada Basacote P-MAX 6M[®] no plantio, e uma testemunha com o uso diário de fertirrigação por gotejamento, conforme padrão da empresa Caliman Agrícola S. A. Cada parcela foi constituída de 96 covas com três mudas de 'THB', ficando uma muda em cada cova após o desbaste. A irrigação das plantas dos tratamentos foi feita por gotejamento, realizada 2 h dia⁻¹, sendo dividida em dois lances, 1h pela manhã e 1h pela parte da tarde durante todos os dias da semana.

Após três meses do plantio, efetuaram-se as avaliações: altura da planta (APV), correspondendo à distância entre a superfície do solo, contígua ao colo da planta até o ápice caulinar; diâmetro do caule (DCV), utilizando-se um paquímetro, avaliando à 20 cm do solo; altura de intercessão da primeira flor (AIPF), correspondendo à distância entre a superfície do solo, contígua ao colo da planta, e o ponto de inserção da primeira flor; comprimento do pecíolo foliar (CP), medido em folha completamente desenvolvida, com 90° de inclinação em relação ao caule;

número de folhas por planta (NF); e, porcentagem de covas com definição das plantas quanto ao sexo (CD). Para a característica CD avaliaram-se as 96 covas de cada parcela e, para as demais características avaliaram-se 30 plantas por parcela, em covas que já tinham definido o sexo das plantas.

3.2. Avaliação na fase reprodutiva

Nas mesmas plantas utilizadas nos estudos da fase vegetativa foram aplicados os tratamentos, correspondentes à fase reprodutiva, iniciada com o florescimento a partir dos três meses do plantio. Estes tratamentos consistiram de adubações em cobertura aplicando dois fertilizantes de liberação controlada, o Basacote NK-Max 9M[®] e o Duratec Top 14[®]. As dosagens aplicadas foram de 50 g cova⁻¹ de Basacote NK-MAX 9M[®] e 50 g cova⁻¹ Duratec Top 14[®] nas duas primeiras adubações de cobertura; a primeira aplicação com três meses após o plantio e a segunda aplicação com seis meses após o plantio. A terceira e quarta adubação de cobertura, foram com dosagens de 75 g cova⁻¹ de Basacote NK-MAX 9M[®] e 75 g cova⁻¹ de Duratec Top 14[®] no período de nove a doze meses após o plantio.

Nas adubações de cobertura, o fertilizante foi aplicado a uma distância de 10 centímetros da planta do lado que recebe água por gotejo.

As avaliações da fase de produção foram realizadas aos oito, treze e dezessete meses após o plantio das mudas no campo. Foram efetuadas as seguintes avaliações: altura da planta (APR), correspondendo à distância entre a superfície do solo, contígua ao colo da planta até o ápice caulinar; diâmetro do caule (DCR), avaliado à 20 cm do solo, utilizando-se um paquímetro; número de frutos comerciáveis (NFC), isto é, contagem de todos os frutos da planta com padrão de comercialização; massa de frutos (MFR), medido em balança de precisão com três casas decimais; sólidos solúveis (SS) por leitura direta em refratômetro de bancada, e expresso em °Brix; firmeza interna do fruto (FIRM), determinado por uso de penetrômetro (Instrutherm, medol PTR-100) e expresso em Newton (N), medido em três pontos equidistantes ao longo da espessura da polpa a partir do corte transversal do fruto, utilizando ponteira de 7,9 mm diâmetro; e, produtividade média

estimada (PROD), em $t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$, quantificado a partir do somatório de frutos comerciáveis aos oito, treze e dezessete meses, totalizando um ano de colheita.

Para as características relacionadas ao fruto, MFR, SST e FIRM, as avaliações foram feitas a partir de dois frutos de cada parcela, sendo que os frutos foram colhidos dentro do grupo de maturação 1, que corresponde até 15% da casca de coloração amarela (MAPA, 2010).

A Figura 1 registra as condições meteorológicas na área experimental no período do plantio das mudas (junho de 2015) até o final da quarta avaliação de frutos (novembro de 2016).

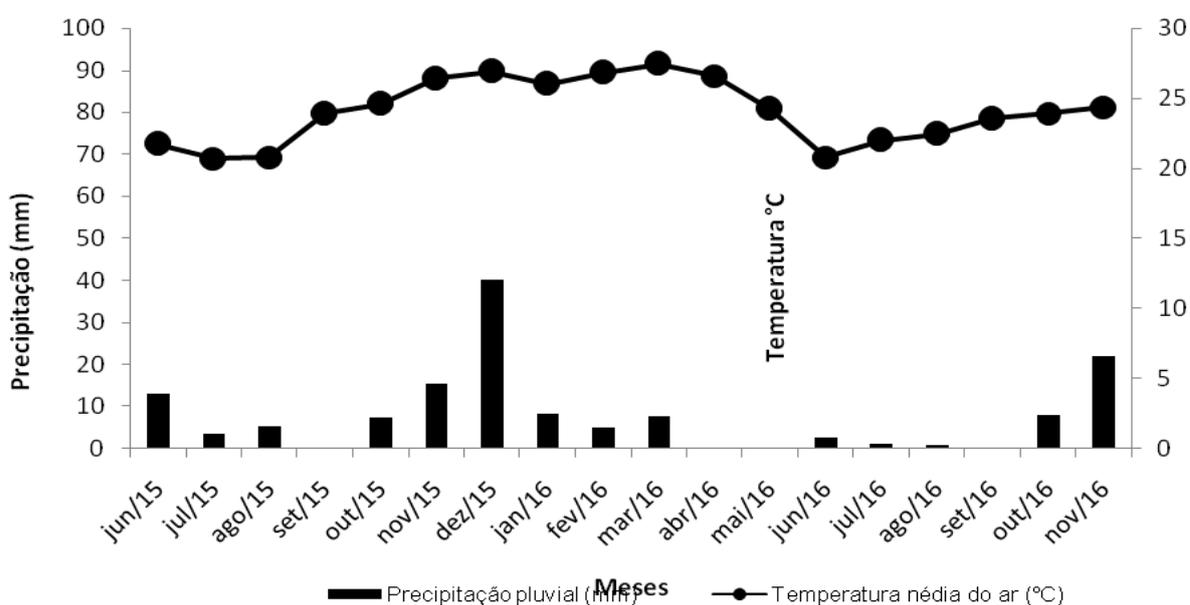


FIGURA 1. Dados meteorológicos da área experimental do plantio até a quarta avaliação do experimento. Fonte: Caliman Agrícola S. A.

Realizou-se análise de variância e posterior teste de média de Dunnett na comparação de cada uma das doses de fertilizante de liberação controlada com o padrão que é a fertirrigação. As análises foram realizadas com o auxílio do software Genes (CRUZ, 2016).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Fase vegetativa

Os resultados do teste de Dunnett, juntamente com as médias gerais e coeficientes de variação experimental (CV), de cada característica avaliada na fase vegetativa, para o experimento de avaliação de doses de fertilizante de liberação controlada e fertirrigação com o mamoeiro 'THB', 90 dias após o plantio, encontram-se na Tabela 2.

A variabilidade dos dados medido pelo CV, incluem as características altura de plantas (APV) e diâmetro de caule (DCV), como de baixo CV, segundo classificação específica para plantas de mamoeiro realizada por Ferreira et al. (2016), mostrando bom controle de erros experimentais e dando credibilidade ao experimento para a comparação dos tratamentos.

Na comparação entre os tratamentos contendo fertilizante de liberação controlada com o padrão (fertirrigação), observa-se que, de forma geral, as doses de 50 até 100 g cova⁻¹ do fertilizante, em uma única aplicação, permitem obter resultados de crescimento das plantas que não diferiram estatisticamente do sistema usual, que consiste no uso diário de fertirrigação (Tabela 2). A média de APV 79,71 cm, está de acordo com as observadas por Silva et al. (2012), que avaliaram altura de plantas em mamoeiro 'THB' também após 90 dias do plantio e obteve uma média 76,85 cm.

TABELA 2. Médias de seis características de mamoeiro ‘THB’ avaliada na fase vegetativa, 90 dias após serem submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada, Basacote P-MAX 6M (Fórmula 17-43-00)[®] aplicado no plantio e de fertirrigação feita diariamente e que corresponde ao padrão

Tratamento g cova ⁻¹	Característica ^{1/}					
	APV ^{2/}	DCV ^{2/}	AIPF ^{2/}	CP ^{2/}	NF ^{2/}	CD ^{2/}
	----- cm -----					-- % --
25	73,82	3,76	64,98	38,98	18,31a	59,90
50	80,88a	4,15a	70,46a	42,84	17,10a	76,56a
75	79,51a	3,98a	68,45a	42,34	16,67a	69,45a
100	79,74a	3,96a	69,96a	42,13	17,03a	77,78a
Fertirrigação	84,58a	4,15a	71,59a	45,95a	18,18a	72,57a
DMS	5,13	0,28	4,87	2,43	1,51	11,24
Média geral	79,71	4,00	69,08	42,45	17,45	71,25
CV _(%)	4,20	4,65	4,61	3,75	5,68	10,61

^{1/} APV - altura da planta; DCV - diâmetro do caule a 20 cm do solo; AIPF - altura de intercessão da primeira flor; CP - comprimento do pecíolo foliar; NF - número de folhas por planta; CD - covas definidas quanto ao sexo das plantas.

^{2/} Médias de tratamento seguidas pela mesma letra do padrão (fertirrigação), não diferem estatisticamente desta ao nível de 5% pelo teste de Dunnett.

Concernente ao diâmetro do caule das plantas aos 90 dias (DCV), as médias foram iguais estatisticamente para os tratamentos contendo 50, 75 ou 100 g cova⁻¹ em relação à fertirrigação, com DCV \approx 4,0 cm, semelhante ao verificado por Silva et al. (2010) para o mamoeiro ‘Goden’ também aos 90 dias após o plantio.

Referente à altura de inserção da primeira flor (AIPF), as médias para as plantas dos tratamentos usando 50 até 100 g cova⁻¹ do adubo de liberação controlada foram estatisticamente iguais à das plantas fertirrigadas (Tabela 2) e bem próximos à média de AIPF, conforme verificado por Silva (2013), cerca de 75,70 cm, também para mamoeiro ‘THB’. As plantas do tratamento usando 25 g cova⁻¹ do fertilizante de liberação controlada apresentaram menor AIPF do que as plantas submetidas à fertirrigação, mostrando que, o uso desta dose do fertilizante de liberação controlada pode ser interessante sob o ponto de vista de cultivo, visto que no campo, busca-se menor AP e AIPF (SCHMILDT et al., 2016a).

O comprimento do pecíolo (CP) das folhas das plantas sob fertirrigação foi de cerca de 46,0 cm, estatisticamente superior ao CP medido nas folhas das plantas

adubadas com diferentes doses de fertilizante de liberação controlada. Referente ao número de folhas por planta (NF), não houve diferença estatística significativa entre as doses de fertilizantes de liberação controlada e a fertirrigação (Tabela 2), com as plantas apresentando em torno de 17 folhas. Ferreira et al. (2012) estudando 12 caracteres morfoagronômicos em 44 genótipos de mamoeiro avaliados no norte do estado do Espírito Santo, verificaram que cada planta apresenta em média NF = 26, aos 20 meses. Ferreira et al. (2012) verificaram também que NF foi característica de menor coeficiente de determinação genotípica, com $H^2 = 40,97\%$, implicando em dizer que o número de folhas por planta, de mamoeiro é altamente influenciado pelo ambiente (temperatura, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica, irrigação, tipo e dose de fertilizante). É importante enfatizar que neste trabalho, embora o ambiente possa influenciar grandemente no NF das plantas, este efeito não foi verificado com a aplicação de nenhuma das doses de fertilizante de liberação controlada, quando comparado ao uso convencional da fertirrigação.

Salienta-se que os resultados em questão são referentes ao crescimento das plantas por um período de 90 dias, e que este período (22 de junho até 21 de setembro de 2015) consistiu de uma longa estiagem e que, parte do período foi no inverno, em que as temperaturas são mais amenas (Figura 1). Isto pode ser notado na definição das plantas quanto ao sexo, que, após noventa dias ainda não estavam todas definidas. Segundo Trenkel (2010) as ações dos fertilizantes de liberação controlada estão em função principalmente da temperatura e da umidade. Desta forma, espera-se que havendo condições de precipitação pluviométrica mais regulares, a aplicação de fertilizante de liberação controlada possa apresentar resultados mais expressivos.

Os resultados ora apresentados são interessantes como uma boa alternativa à fertirrigação do mamoeiro até a fase de florescimento. No entanto, não se devem fazer generalizações, pois o plantio foi de apenas uma cultivar, a 'THB', avaliado em apenas uma estação do ano e apenas um tipo de solo. Schmildt et al. (2016b) avaliando o mamoeiro 'THB' nas quatro estações entre 2012 e 2013, verificaram que o menor desenvolvimento das plantas medido pela altura das mesmas e pelo diâmetro do caule foi verificado para o plantio de outono, mesma época de estabelecimento da cultura neste trabalho. Recomenda-se que os trabalhos desta natureza sejam executados para outras cultivares de expressão no Brasil, avaliadas em outras épocas de plantio e também em outros tipos de solos.

4.2. Fase Reprodutiva

Os resultados do teste de média, Dunnett, comparando cada dose de fertilizante de liberação controlada com a fertirrigação, foram reunidos em função das épocas de avaliações do 8º ao 17º mês após o plantio (Tabela 3). Os coeficientes de variação (CV) ficaram entre 2,55% e 16,89%, sendo classificadas entre baixo e médio segundo os critérios de classificação de Ferreira et al. (2016), dando credibilidade aos resultados para a comparação dos tratamentos.

TABELA 3. Médias de características de mamoeiro 'THB', avaliadas na fase reprodutiva, após submetidos a tratamentos contendo diferentes doses de fertilizante de liberação controlada, Basacote P-MAX 6M (Fórmula 17-43-00)[®] aplicado no plantio e após o florescimento foram utilizados os fertilizantes Basacote NK-MAX 9M (Fórmula 17-43-00)[®] e Duratec Top 14 (Fórmula 14-07-14)[®] e tratamento padrão com uso de fertirrigação

Tratamento	Característica ^{2/}				
	APR cm	NFC1	MFR g fruto ⁻¹	SS ⁰ Brix	FIRM N
Avaliação feita aos 240 dias após plantio (8 meses)					
25	142,97 ^{3/}	29,18a ^{3/}	358,80a ^{3/}	11,04a ^{3/}	11,20a ^{3/}
50	144,82	25,98a	342,00a	10,84a	11,35a
75	143,24	25,61a	336,00a	11,15a	11,27a
100	142,72	31,94a	366,70a	10,93a	11,33a
Fertirrigação	159,34a	30,81a	361,30a	11,12a	11,90a
DMS	5,72	5,01	0,06	1,45	1,04
Média geral	146,64	28,71	350,00	11,02	11,42
CV _(%)	2,55	11,40	11,66	8,61	5,97
Tratamento	Característica ^{2/}				
	APR cm	NFC2	MFR g fruto ⁻¹	SS ⁰ Brix	FIRM N
Avaliação feita aos 390 dias após plantio (13 meses)					
25	190,00 ^{3/}	55,55a ^{3/}	360,50a ^{3/}	12,58 ^{3/}	11,25a ^{3/}
50	193,00	47,96	310,30a	12,56a	10,75a
75	194,00	46,74	341,70a	11,52a	11,03a
100	192,00	46,06	330,20a	12,17a	10,74a
Fertirrigação	209,00a	57,39a	318,20a	11,84a	11,45a
DMS	0,07	8,69	0,06	0,74	0,89
Média geral	196,00	50,74	330,00	12,14	11,05
CV _(%)	2,20	11,19	11,68	3,96	5,25

TABELA 3 – Continuação ...

Trat.	Característica ^{2/}						
	APR cm	DCR cm	NFC3	MFR g fruto ⁻¹	SS °Brix	FIRM N	PROD t ha ⁻¹
Avaliação feita aos 510 dias após plantio (17 meses)							
25	220,81a ^{3/}	10,07a ^{3/}	19,64a ^{3/}	418,00a ^{3/}	12,32a ^{3/}	8,76a ^{3/}	73,87a ^{3/}
50	221,80a	9,68a	18,60a	460,00a	11,88a	8,70a	62,25a
75	223,55a	9,79a	22,44	427,00a	11,80a	9,20a	65,31a
100	218,97a	9,83a	22,60	458,00a	11,70a	8,76a	70,73a
Fertir.	228,24a	9,78a	16,84a	463,00a	11,80a	9,27a	70,76a
DMS	10,87	0,66	5,18	104,00	1,17	0,71	13,05
Média	222,68	9,83	20,03	445,71	11,90	8,94	68,58
CV(%)	3,19	4,40	16,89	15,25	6,45	5,18	12,44

^{2/} APR - Altura de planta; DCR - diâmetro do caule a 20 cm do solo; NFC1 - número de frutos comerciais, por planta, até o início da colheita; NFC2 - número de frutos comerciais, por planta, obtidos de 241 até 420 dias após o plantio; NFC3 - número de frutos comerciais, por planta, obtidos de 421 até 510 dias após o plantio; MFR - massa de frutos; SS - sólidos solúveis; FIRM - firmeza interna do fruto; PROD - médias de produtividade (1 ano de colheita).

^{3/} Médias de tratamento seguidas pela mesma letra do padrão (fertilização), não diferem estatisticamente desta ao nível de 5% pelo teste de Dunnett.

Para a característica altura de plantas (APR), as médias foram maiores para as plantas fertirrigadas em relação às plantas dos tratamentos contendo fertilizante de liberação controlada, aos 8 e 13 meses, porém não apresentou diferença estatística significativa aos 17 meses (Tabela 3). A média de APR = 159,34 cm, nas plantas submetidas à fertirrigação, aos 8 meses, é semelhante ao que foi observado por Schmildt et al. (2016b) em plantas de 'THB' também plantadas no outono como neste experimento. A média de APR = 142,97 cm nas plantas submetidas à adubação com 25 g cova⁻¹ do fertilizante de liberação controlada, aos 8 meses, apresenta, em média, diferença de 16,37 cm a menos na altura das plantas em relação às plantas fertirrigadas, o que pode ser interessante sob o ponto de vista da colheita dos frutos, visto que a colheita se iniciou aos 8 meses.

O diâmetro do caule (DCR) das plantas adultas foi avaliado apenas aos 17 meses após o plantio e não houve diferença significativa entre os tratamentos contendo fertilizante de liberação controlada com a fertirrigação, com média de DCR ≈ 10,0 cm (Tabela 3). Ressalta-se que o diâmetro do tronco das plantas em torno de 10 cm também foi verificado para o 'THB' aos 8 meses após o plantio (SCHMILDT et al., 2016b). Segundo Silva et al. (2010), após 8 meses, as plantas de mamoeiro crescem pouco em diâmetro. Estudos realizados por Fraife Filho et al. (2001) e Silva

et al. (2007), têm mostrado que existe uma relação do diâmetro do caule com a produtividade, em virtude de as plantas de maiores diâmetros estarem correlacionadas à maior número de frutos.

Entre todas as características avaliadas, o NFC possui a maior importância econômica, pois é um componente de produção que deve ser levado em consideração. Verificou-se que o tratamento 1, que recebeu 25 gramas de Basacote P-MAX 6M[®] na fase vegetativa e 50 gramas de Basacote NK-MAX 9M[®] e DuraTec[®] com 3 e 6 meses e 75 gramas de Basacote NK-MAX 9M[®] e DuraTec[®] com 9 e 12 meses de cada produto na fase produtiva apresentou NFC igual estatisticamente ao tratamento padrão com fertirrigação nas três épocas de avaliação (Tabela 3), mas que foi abaixo do esperado para a cultivar 'THB' (SCHMILDT et al., 2016b). Esta baixa produção de frutos deve-se, principalmente, às condições climáticas inapropriadas para a cultura do mamoeiro (Figura 1). Borsari (2013) sugere que embora a disponibilidade de nutrientes dos fertilizantes de liberação controlada seja mais estável, e a longevidade da liberação seja muito menor, a temperaturas do solo de até 30 °C é ideal para a utilização desses fertilizantes. Neste estudo não foram mensuradas as temperaturas do solo.

Não houve diferença estatística significativa entre os diversos tratamentos para a MFR. No entanto, observa-se que houve, em todos os tratamentos, um aumento de cerca de 100 gramas no peso médio dos frutos, entre a primeira e última avaliação, chegando na última avaliação com média de 445,71 g (Tabela 3), esperado para a variedade que é de 500 g (SILVA, 2013; SCHMILDT et al., 2016b), dentro de um padrão aceitável para o comércio, tanto no mercado nacional quanto para exportação. A MFR observada nas avaliações realizadas com oito meses com média de 350 g e aos treze meses com média de 330 g, podem estar relacionados com as condições edafoclimáticas, pois a pluviosidade neste período foi abaixo das condições ideal para o mamoeiro (BERILLI et al., 2007). Quintal (2009) relatou peso médio de frutos de 'THB' de 287,50 g para frutos colhidos em novembro, Silva et al. (2017b) relatou peso médio variando de 275,0 g para frutos colhidos em janeiro, cerca da metade do peso dos frutos obtido neste trabalho na terceira avaliação, mostrando que a ação ambiental é preponderante no resultado final de uma lavoura de mamoeiro.

O teor médio de sólidos solúveis (SS) dos frutos, foi de 11,02 a 12,14° Brix nos períodos de avaliações realizadas (Tabela 3). Verificou-se que não houve

diferença estatística significativa para SS nos frutos do mamoeiro que foram adubados com os fertilizantes de liberação controlada, em relação aos da fertirrigação, em nenhuma das épocas de avaliação.

De um modo geral o fruto do mamoeiro apresenta teores de sólidos solúveis com °Brix variando de 9 a 13 (DANTAS et al., 2009), o que está na dependência de diversos fatores, sendo o principal a cultivar plantada (SILVA et al., 2017a). Para o mamoeiro 'THB', os teores de SS dos frutos situam-se em torno de 11 °Brix (QUINTAL, 2009; NASCIMENTO, 2014; SILVA et al., 2017b), semelhante ao que foi verificado neste trabalho.

A firmeza média da polpa dos frutos do mamoeiro 'THB' mostrou-se com médias entre 8,94 a 11,42 N, não apresentando diferença significativa entre as doses de fertilizante de liberação controlada e a fertirrigação (Tabela 3). Resultados semelhantes foram verificados por outros autores com a mesma cultivar (SILVA, 2013; SILVA et al., 2017b), também com frutos no estágio de maturação I. Em geral, todos os tratamentos apresentaram boa resistência de polpa do mamão.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a firmeza do fruto está estreitamente relacionada com a solubilização de substâncias pécnicas que, durante a maturação, converte de pectina insolúvel em pectina solúvel, amolecendo e diminuindo, dessa forma, a resistência dos frutos, como demonstrado por Silva et al. (2017b). Frutos com baixa firmeza são propensos aos danos físicos reduzindo, assim, a vida útil em termos de comercialização (BATISTA et al., 2017).

Quanto à produtividade, não houve diferença significativa entre os tratamentos e a fertirrigação, com média de 68,58 t ha⁻¹ (Tabela 3), média esta, semelhante à obtida por Nascimento (2014), de 69,55 t ha⁻¹, também na avaliação de um ano de colheita de 'THB'.

A Tabela 4 apresenta os resultados da análise foliar de plantas, nos dois tipos de adubação, 14 meses após o plantio das mudas. Os níveis dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S são muito próximos nos dois sistemas, sendo que a relação Ca/Mg ficou entre 3 e 4, relação esta tida como ideal para a cultura do mamoeiro segundo Malavolta et al. (1997).

TABELA 4. Teor foliar de macronutrientes em plantas de mamoeiro com amostragem realizada 14 meses após o plantio

Tipo de adubação ^{1/}	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- g Kg ⁻¹ -----					
FLC	16,66	2,00	24,38	24,15	6,56	2,37
FERT	16,17	2,29	26,25	24,27	8,63	1,59

^{1/} FLC - Fertilizante de liberação controlada; FERT – Fertirrigação.

Com relação aos teores foliares de Mg, evidenciou-se 6,56 g kg⁻¹ para as plantas de mamoeiro fertirrigadas. Para fertilizantes de liberação controlada aplicado ao mamoeiro os teores foliares de Mg foram de 8,63 g kg⁻¹. Os resultados, da fertirrigação são semelhantes aos apresentados por Almeida et al. (2002). Quanto ao S, 2,37 g kg⁻¹ e 1,59 g kg⁻¹, estão equivalentes aos resultados alcançados por Barreto et al. (2002), de 1,6 g kg⁻¹ de S para mamoeiros. Já os teores de N estão bem abaixo dos teores citados por Malavolta et al. (1997) que consideraram que o teor de N foliar deve estar entre 40 g kg⁻¹ e 50 g kg⁻¹ para o mamoeiro.

Este balanço nutricional nas folhas é extremamente importante pois a maior parte dos processos metabólicos e fisiológicos da planta, ligados ao desenvolvimento dos frutos, ocorrem nas folhas. Desse modo as folhas são o órgão da planta mais utilizado para realizar análises químicas, e seu conteúdo mineral está diretamente relacionado ao aumento da produção das plantas (SANTOS et al., 2008).

A adubação convencional e o uso de fertilizantes de liberação controlada durante todo o experimento causou algumas mudanças nas características químicas do solo (Tabela 5). Considerando a profundidade de 0-20 cm, observa-se um teor de K 55% maior quando utilizou-se adubação convencional (fertirrigação), comparado com uso de fertilizantes de liberação controlada. Levando-se em conta que não houve diferença em termos de produtividade e de qualidade de frutos do mamoeiro, comparando os dois sistemas de adubação, considera-se que há um melhor aproveitamento do K quando o mesmo é aplicado via fertilizantes de liberação controlada, já que o maior teor disponível de K não se refletiu em maior produtividade.

TABELA 5. Análise química de solos realizada após 14 meses do plantio das mudas

Tipo de adubação	Profundidade	P	K	S	B	Zn	pH	M.O
		----- mg dm ⁻³ -----						dag kg ⁻¹
FLC	0-20	91	85	14	0,65	1,6	6,1	2,8
	0-40	60	83	9	0,53	0,5	6,0	2,4
FERT	0-20	107	140	10	0,66	1,2	6,0	2,9
	0-40	63	110	19	0,49	0,6	5,8	2,5

FLC = Fertilizante de liberação controlada; FERT = Fertirrigação.

A disponibilidade de P no solo varia com as características do mesmo. Neste trabalho observa-se que a quantidade de P presente no solo ao final do experimento permaneceu praticamente a mesma nas camadas de 0-20 e de 0-40. Em solos jovens e com menor grau de intemperismo, os fosfatos de cálcio são os principais fornecedores de P aos organismos vivos. Por outro lado, em solos altamente intemperizados, a biociclagem dos fosfatos orgânicos assume grande importância na manutenção da biodisponibilidade, embora não seja suficiente para a obtenção da máxima produtividade econômica das culturas comerciais (SANTOS et al., 2008). Os solos brasileiros geralmente têm uma alta capacidade de fixação de fósforo, devido aos altos teores de óxidos e hidróxidos de Fe e Al, resultando em baixos teores de fósforo na solução do solo, limitando o rendimento das culturas (NOVAIS et al., 2007).

5. CONCLUSÕES

O novo pacote tecnológico é uma alternativa à fertirrigação do mamoeiro 'THB', podendo ser aplicado fertilizante de liberação controlada Basacote P-MAX 6M[®] a 25 g cova⁻¹ no plantio, e as fertilizações de cobertura com Basacote NK-MAX 9M[®] e Duratec Top 14[®] a partir do terceiro mês do plantio.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. 21. ed. São Paulo: FNP Consultoria Comércio, 2016. 581p.

ALMEIDA, F. T.; BERNARDO, S.; MARINHO, C. S.; MARIN, S. L. D.; SOUSA, E. F. Teores de nutrientes do mamoeiro 'Improved Sunrise Solo 72/12' sob diferentes lâminas de irrigação no Norte Fluminense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.2, p.547-551, 2002.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONCALVES J. L.M. Modeling monthly mean air temperature for Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v.113, p.407–427, 2013.

AMARAL, J. A.; CASTILHO, R. M. M. Fertilizantes comerciais de liberação imediata e controlada na revitalização de grama batatais. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v.22, n.2, p.x-x, 2012.

ARRIOLA, M. C.; CALZADA, J. F.; MENCHU, J. F.; ROLZ, C.; GARCIA, R. Papaya. In: **Tropical and subtropical fruits**. Westport:, Connecticut: The AVI Publishing Co. Inc., 1980. p.316-340.

ASSOCIATION OF AMERICAN PLANT FOOD CONTROL OFFICIALS - AAPFCO. **Official documents 57**. West Lafayette: AAPFCO, 1997.

BARRETO, P. D.; ARAÚJO FILHO, G. C. Variabilidade quanto à absorção de nutrientes em mamão. **Revista Ciência Agronômica**, v. 33, n.2, p.48-54, 2002.

BATISTA, A. A.; DUTRA I., CARMO, F. F.; IZIDIO, N. S. C.; BATISTA R. O. Qualidade dos frutos de mamoeiro produzidos com esgoto doméstico tratado. **Revista Ciência Agrônômica**, v.48, n.1, p.70-80, 2017.

BERILLI, S. S.; OLIVEIRA, J. G.; MARINHO, A. B.; LYRA, G. B. SOUSA, E. F.; VIANA, A. P.; BERNARDO, S.; PEREIRA, M. G. Avaliação da taxa de crescimento de frutos de mamão (*Carica papaya* L.) em função das épocas do ano e graus-dias acumulados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.1, p.11-14, 2007.

BORSARI, F. Fertilizantes inteligentes. **Revista AgroDBO**, n.45 p.54-57. 2013. Disponível em: <http://issuu.com/eriklm/docs/ed_agro_45_968a961f50d9b8>. Acesso em: 2 Jul. 2017.

BREMENKAMP, C. A. **Caracterização dos parâmetros de qualidade microbiológica e físicoquímica de mamão na pós-colheita**. Disponível em: <<http://www.agais.com/tpc/capitulo.php>>. Acesso em: 20 out. 2017.

CANCELLIER, E. **Eficiência da ureia estabilizada e de liberação controlada no milho cultivado em solo de fertilidade construída**. 2013. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2ª edição. Lavras: Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 2005. 785p.

COMPO EXPERT. **Basacote Plus**. Tecnologia COMPO CRF – Eficiência nutricional, otimização de operações e segurança de aplicação. 2016. Disponível em: <http://www.compoexpert.com/fileadmin/user_upload/compo_expert/br/documents/pdf/Basacote_Plus_9M_2016-site.pdf> Acesso em: 13 abr. 2017.

CRUZ, C. D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum. Agronomy**. v.38, n.4, p.547-552, 2016.

DANTAS, J. L. L.; OLIVEIRA, E. J. O melhoramento genético do mamoeiro: avanços, desafios e perspectivas. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1, 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. p.151-180.

DINALLI, R. P.; CASTILHO, R. M. M.; GAZOLA, R. N. utilização de adubos de liberação lenta na produção de mudas de *Vigna radiata* L. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v.21, n.1, p.10-15, 2012.

ELLI, E. F.; CARON, B. O.; MONTEIRO, G. C.; PAVAN, M. A.; PEDRASSANI, M.; CANTARELLI, E. B.; ELOY, E. Osmocote® no desenvolvimento e comportamento fisiológico de mudas de pitangueira. **Comunicata Scientiae**, v.4, n.4, p.377-384, 2013.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mamão para exportação**: Aspectos técnicos da produção. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. 52p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Brasília: Embrapa - CNPS, 2006. 306p.

FABI, J. P.; CORDENUNSI, B. R.; BARRETO, G. P. M.; MERCADANTE, A. Z.; LAJOLO, F.M.; DO NASCIMENTO, J.R.O. Papaya fruit ripening: Response to ethylene and 1- Methylcyclopropene (1-MCP). **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.55, n.15, p.6118-6123, 2007.

FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo "Solo" comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n. 3, p.541-545, 2001.

FERREIRA, J. P.; SCHMILDT, E. R.; SCHMILDT, O.; CATTANEO, L. F.; ALEXANDRE, R. S.; CRUZ, C. D. Comparison of methods for classification of the coefficient of variation in papaya. **Revista Ceres**, v. 63, n.2, p.138-144, 2016.

FERREIRA, J. P.; SCHMILDT, O.; SCHMILDT, E. R.; PIANTAVINHA, W. C.; CATTANEO, L. F. Correlações entre características morfo-agronômicas de mamoeiro. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.14, p.246-257, 2012.

FONTES, R. V.; SANTOS, P. M.; FALQUETO, A. R.; SILVA, D. M. Atividade da pectinametilsterase e sua relação com a perda de firmeza da polpa de mamão cv. Sunrise Solo e Tainung 1. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.30, n.1, p.54-58, 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Crops**. 2014. Disponível em: < <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Crops and livestock products**. 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP>>. Acesso em: 19 abr.2017.

FRAIFE FILHO, G. A.; DANTAS, J. L. L.; LEITE, J. B. V.; OLIVEIRA, J. R. P. Avaliação de variedades de mamoeiro no Extremo Sul da Bahia. **Magistra**, v.13, p.37-41, 2001.

GALEANO, E. V.; MARTINS, D. S. Evolução da Produção e comércio mundial de mamão. In: SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO, 6, 2015, Vitória, **Anais...** Vitória: Incaper, 2015. 7p.

GODOY, A. E.; JACOMINO, A. P.; CERQUEIRA-PEREIRA, E. C.; GUTIERREZ, A. de S. D.; VIEIRA, C. E. M.; FORATO, L. A. Injúrias mecânicas e seus efeitos na qualidade de mamões golden. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.3, p.682-691, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção Agrícola Municipal**: culturas temporárias e permanentes. Área destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras permanentes. 2016. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>>. Acesso em: 30 set. 2017.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Efeito do volume do tubete, tipo e dosagem de adubo na produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Agrarian**, v.2, n.3, p.73-86, 2009.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. **A cultura do mamoeiro**: Tecnologias de produção. Vitória: Incaper, 2003. 497p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. 2010. **Instrução Normativa 4/2010**: Regulamento técnico do mamão. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1867613810>>. Acesso em: 27 jun. 2017.

MOURA, A. Manejo da fertirrigação em fruticultura, teoria e prática. In: ZUCOLOTO, M.; SCHMILDT, E. R.; COELHO, R. I. (Ed.). **Fruticultura tropical: diversificação e consolidação**. Alegre: CAUFES, 2015. p.93-112.

MOURA, P. A. M.; RESENDE, L. M. A. Aspectos econômicos da cultura do mamoeiro. **Informe Agropecuário**, v.12, n.134, p.3-7, 1986.

NASCIMENTO, A. L. **Melhoramento genético do mamoeiro: novos híbridos para o Norte do Espírito Santo**. 2014. 105f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2014.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.471-550.

OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, M. K. T.; SILVA, R. C. P.; SILVA, O. M. P. MAIA, P M. E.; CÂNDIDO, W. S. Crescimento de mudas de moringa em função da salinidade da água e da posição das sementes nos frutos. **Revista Árvore**, v.37, n.1, p.79-87, 2013.

PAIXÃO, M. V. S.; SCHMILDT, E. R.; MATTIELLO, H. N.; FERREGUETTI, G. A.; ALEXANDRE, R. S. Frações orgânicas e mineral da produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.4, p.1105-1112, 2012.

QUINTAL, S. S. R. **Caracterização e avaliação de um banco de germoplasma de mamoeiro para estudo dos parâmetros genéticos e diversidade genética**. 2009. 152f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade estadual Norte Fluminense, Campos de Goytacazes, 2009.

ROSSA, Ü. B.; ANGELO, A. C.; NOGUEIRA, A. C.; REISSMANN, C. B.; GROSSI, F.; RAMOS, M. R. Fertilizante de liberação lenta no crescimento de mudas de *Araucaria angustifolia* e *Ocotea odorifera*. **Floresta**, v.41, n.3, p.491-500, 2011.

ROSSA, Ü. B.; ANGELO, A. C.; NOGUEIRA, A. C.; WESTPHALEN, D. J.; BASSACO, M. V. M.; MILANI, J. E. F.; BIANCHIN, J. E. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de mudas de *Schinus terebinthifolius* e *Sebastiania commersoniana*. **Floresta**, v.43, n.1, p. 93-104, 2013.

RUGGIERO, C.; MARIN, S. L. D.; DURIGAN, J. F. Mamão, uma história de sucesso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.1, p.76-82, 2011.

SÁ, F. V. S.; ARAUJO, J. L.; NOVAES, M. C.; SILVA, A. P.; PEREIRA, F. H. F.; LOPES, K. P. Crescimento inicial de arbóreas nativas em solo salino-sódico do nordeste brasileiro tratado com corretivos. **Revista Ceres**, v.60, n.3, p.388-396, 2013.

SANTANA, L. R. R.; MATSURA, F. C. A.; CARDOSO, R. L. . Genótipos melhorados de mamão (*Carica papaya* L.): Avaliação sensorial e físico-química dos frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.2, p.217-222, 2004.

SANTOS, D. R.; GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v.38, n.2, p.576-586, 2008.

SCHMILDT, E. R.; CRUZ, C. D.; AMARAL, J. A. T.; CAVATTE, P. C.; NASCIMENTO, A. L. Delineamento genético: análise de gerações. In: FERREIRA, A.; PARTELLI, F. L.; AMARAL, J. A. T.; DALVI, L. P.; CALDEIRA, M. V. W.; COELHO, R. I. **Tópicos Especiais em Genética e Melhoramento**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2016a. p.115-129.

SCHMILDT, E. R.; SCHMILDT, O.; CRUZ, C. D.; CATTANEO, L. F.; FERREGUETTI, G. A. Optimum plot size and number of replications in papaya field experiment. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.38, n.2, p.1-9, 2016b.

SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F.; FERREGUETTI, G. A. Adubo de liberação lenta na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.3, p.874-883, 2010.

SHAVIV, A. Advances in controlled release fertilizers. **Advances in Agronomy**, v.71, p.1-49, 2001.

SHAVIV, A. Controlled release fertilizers. In: IFA INTERNATIONAL WORKSHOP ON ENHANCED-EFFICIENCY FERTILIZERS, 2005, Frankfurt. **Proceedings...** Paris: International Fertilizer Industry Association, 2005. p.1-15.

SHAVIV, A.; RABAN, S.; ZAIDEL, E. Modeling controlled nutrient release from polymer coated fertilizers: diffusion release from single granules. **Environmental Science & Technology**, v.37, n.10, p.2251-2256, 2003.

SILVA, C. A. **Divergência genética entre acessos de mamoeiro e correlações entre suas características no Norte do Espírito Santo**. 2013. 66f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2013.

SILVA, C. A.; FERREIRA, J. P.; NASCIMENTO, C. A.; CATTANEO, L. F.; SCHMILDT, O.; SCHMILDT, E. R. Taxa de crescimento em acessos de mamão (*Carica papaya* L.) em função de seis épocas do ano. Encontro Latino-americano de Pós-Graduação, 12, 2012, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos, 2012. 5p.

SILVA, C. A.; NASCIMENTO, A. L.; FERREIRA, J. P.; SCHMILDT, O.; MALIKOUSKI, R. G.; ALEXANDRE, R.S.; SCHMILDT, E. R. Genetic diversity among papaya accessions. **African Journal of Agricultural Research**, v.12, n.23, p.2041-2048, 2017a.

SILVA, F. F.; PEREIRA, M. G.; RAMOS, H. C. C.; DAMASCENO JUNIOR, P. C.; PEREIRA, T. N. S.; IDE, C. D. H. Genotypic correlations of morpho agronomic traits in papaya and implications for genetic breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.7, p.345-352, 2007.

SILVA, M. M.; BROETTO, S. G.; VALBÃO, S. C.; COSTA, A. F. S.; SILVA, D. M. Características vegetativas e de frutos de mamoeiros obtidos por seleção massal. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.1, p.29-38, 2010.

SILVA, W.; SCHMILDT, E.R.; SCHMILDT, O.; FERREGUETTI, G.A. Dimensionamento amostral para frutos de mamoeiro 'Golden THB' destinados ao Mercado nacional e à exportação. **Revista Agro@ambiente On-line**, v.11, n.2, p.128-136, 2017b.

SOUZA, K. K. F. **Efeito da Adubação Mineral no Crescimento e Produção de Óleo Essencial de Espécies Florestais no Primeiro Planalto Paranaense, Pinhais, PR**. 2015. 142f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

TRENKEL, M. E. **Slow and controlled release and stabilized fertilizers: an option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture**. 2 ed. Paris: International Fertilizer Industry Association (IFA), 2010. 160p.

TRINDADE, A. V.; DANTAS, J. L. L.; ALMEIDA, F. P.; MAIA, I. C. S. Estimative of the genotypic determination coefficient in papaya (*Carica papaya* L.) in response to inoculation of arbuscular mycorrhizal fungus. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.3, p.607–612, 2001.