

**CALAGEM, AGROSILÍCIO E BRASSINOSTEROIDE NA CULTURA
DO ABACAXIZEIRO**

MARLON ALTOÉ BIAZATTI

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY
RIBEIRO**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
OUTUBRO – 2016**

**CALAGEM, AGROSILÍCIO E BRASSINOSTEROIDE NA CULTURA
DO ABACAXIZEIRO**

MARLON ALTOÉ BIAZATTI

Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
OUTUBRO – 2016**

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCT / UENF**

5/2017

Biazatti, Marlon Altoé

Calagem, agrosilício e brassinosteróide na cultura do abacaxizeiro / Marlon Altoé Biazatti. – Campos dos Goytacazes, 2016.

95 f. : il.

Tese (Doutorado em Produção Vegetal) -- Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Laboratório de Fitotecnia. Campos dos Goytacazes, 2016.

Orientador: Almy Junior Cordeiro de Carvalho.

Área de concentração: Produção Vegetal.

Bibliografia: f. 71-88.

1. *Ananas comosus* 2. HORMÔNIO VEGETAL 3. ADUBAÇÃO SILICATADA 4. ANATOMIA FOLIAR 5. RESISTÊNCIA I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Laboratório de Fitotecnia. II. Título

CDD 634.774

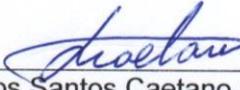
CALAGEM, AGROSILÍCIO E BRASSINOSTEROIDE NA CULTURA
DO ABACAXIZEIRO

MARLON ALTOÉ BIAZATTI

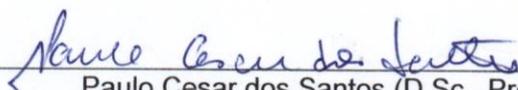
Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Produção Vegetal.

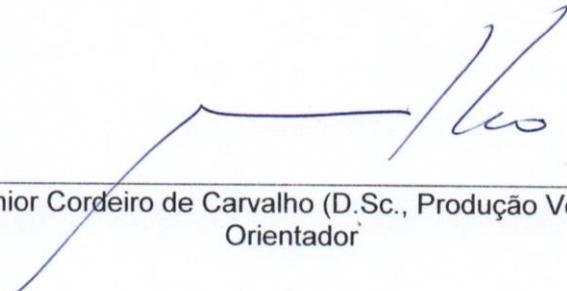
Aprovada em 31 de outubro de 2016.

Comissão Examinadora:


Luiz Carlos Santos Caetano (D.Sc., Produção Vegetal) - INCAPER


Patrícia Gomes de O. Pessanha (D.Sc., Genética e Melhoramento de Plantas) - UENF


Paulo Cesar dos Santos (D.Sc., Produção Vegetal) - UENF


Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho (D.Sc., Produção Vegetal) - UENF
Orientador

AGRADECIMENTOS

A Deus, por minha vida, minha saúde e oportunidade de conclusão de mais uma etapa desta jornada;

Ao meu pai, Paulo Biazatti, que está no céu e em meu coração, por ter me deixado tantos ensinamentos;

À minha mãe, Joselisa Altoé, por estar sempre ao meu lado em todos os momentos com tanto carinho, dedicação e amor;

Aos meus avós, Guilherme Altoé e Maria Piovezan Altoé, por todo carinho e incentivo recebido;

À minha esposa, Sofhia Ayub F. S. Biazatti, por estar ao meu lado me apoiando, incentivando com tanta dedicação e por acreditar em meu potencial;

Aos amigos de laboratório, de campo, de república e todos os outros, pelos momentos de diversão, colaboração, companhia e amizade sincera;

Ao orientador Almy Junior Cordeiro de Carvalho, pela atenção dedicada e por toda paciência e orientação recebida;

Ao pesquisador Dimmy Herllen Silveira Gomes Barbosa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) pela doação das mudas de abacaxizeiro utilizadas no experimento;

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal pela oportunidade de realização deste curso;

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelos recursos financeiros concedidos;

Ao agricultor Luiz Cláudio Marvila Marques por disponibilizar uma área de sua propriedade para a realização do experimento;

E a todos aqueles que acreditaram em mim e de alguma maneira me incentivaram a lutar pelo meu objetivo.

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1. Aspectos gerais sobre o abacaxizeiro	4
3.2. Cultivares	5
3.3. Principais Pragas e Doenças	7
3.4. Compostos Fenólicos	10
3.5. Calagem e Nutrição	11
3.6. Adubação silicatada	15
3.7. Brassinosteroides	18
4. TRABALHOS	20
4.1. Crescimento, nutrição e produção de compostos fenólicos de abacaxizeiro 'Pérola' sob aplicação de brassinosteroides	20
4.2. Estrutura foliar e produção de compostos fenólicos de abacaxizeiro 'Pérola' adubado com Agrosilício	36
4.3. Crescimento e nutrição de cultivares de abacaxizeiro submetidas à calagem	54
5. RESUMO E CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
APÊNDICE	89
APÊNDICE A	90
APÊNDICE B	93

RESUMO

BIAZATTI, Marlon Altoé; Eng^o Agrônomo, D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Outubro de 2016. CALAGEM, AGROSILÍCIO E BRASSINOSTEROIDE NA CULTURA DO ABACAXIZEIRO. Orientador: D.Sc. Almy Junior Cordeiro de Carvalho.

O abacaxizeiro é uma planta exigente em tratamentos culturais, dentre eles a calagem, as adubações e o controle de pragas e doenças. Os principais problemas fitossanitários são a fusariose e o ataque da cochonilha, que pode transmitir uma doença virótica, além dos nematoides e outros. A principal forma de controle para tais problemas é a utilização de agrotóxicos, que podem causar danos ao ambiente, a quem os aplica e os consome. Acredita-se que a utilização de substâncias capazes de induzir resistência em vegetais e os estudos da nutrição de cultivares resistentes possam contribuir para um manejo mais ecológico da cultura, uma vez que podem colaborar para a redução da necessidade de aplicação de agrotóxicos nas lavouras, diminuindo, assim, os malefícios causados por esta prática. Neste sentido, foram realizados três experimentos. **No primeiro trabalho** foi avaliado o crescimento, a composição mineral e a produção de compostos fenólicos de mudas de abacaxizeiro 'Pérola' em função da aplicação de um análogo de brassinosteróide. Foram testados três tipos de muda (filhote, rebento e coroa) e duas concentrações do análogo de brassinosteróide (0,0 e 0,75 g dm⁻³). Após 330 dias de cultivo em casa de vegetação observou-se que sua aplicação exerce pouca influência no crescimento e na nutrição das mudas de

abacaxizeiro 'Pérola'. No entanto, promove acréscimo de mais de 14% nos teores de compostos fenólicos foliares. **No segundo trabalho** realizou-se uma análise dos aspectos biométricos, estruturais e da produção de compostos fenólicos em diferentes tipos de muda de abacaxizeiro 'Pérola' adubados com silicato de cálcio e magnésio. Foram estudadas quatro doses do Agrosilício Plus[®] (0; 10; 20 e 30 g dm⁻³) e três tipos de muda (coroa, filhote e rebento). Aos 210 dias após o plantio foram avaliados os aspectos estruturais da folha e aos 330 dias as características biométricas e a produção dos compostos fenólicos. Concluiu-se que os maiores valores de crescimento são encontrados em mudas do tipo coroa. Este tipo de muda tem sua produção de compostos fenólicos incrementada em até 13% com a aplicação do Agrosilício. Com relação às características estruturais da folha, observa-se que os três tipos de muda respondem de forma distinta às diferentes doses de Agrosilício. **No terceiro trabalho** avaliou-se o crescimento e a nutrição mineral de diferentes cultivares de abacaxizeiro submetidas à calagem. O experimento sob condições de campo foi instalado no Município de Marataízes/ES, onde foram analisados três níveis de calagem: 0; 1,23 e 2,12 toneladas por hectare e três cultivares de abacaxizeiro ('Imperial', 'Vitória' e 'Pérola'). Aos 450 dias após o plantio procedeu-se às análises biométricas e nutricionais. Aos 540 dias, procedeu-se à colheita dos frutos, os quais foram utilizados para estimar a produtividade. Concluiu-se que a calagem proporciona ganhos biométricos e de produção para a cultura do abacaxizeiro. A cultivar Vitória responde muito bem a esta prática, seja por meio das características biométricas ou nutricionais. O abacaxizeiro 'Pérola' obteve a maior produtividade e os maiores teores foliares de nitrogênio, manganês, cobre e boro, independente da calagem.

Palavras-chave: *Ananas comosus*, hormônio vegetal, adubação silicatada, anatomia foliar, resistência.

ABSTRACT

BIAZATTI, Marlon Altoé; Agronomist, D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. October, 2016. LIMING, AGROSILÍCIO AND BRASSINOSTEROID IN PINEAPPLE CULTURE. Prof. Advisor: Almy Junior Cordeiro de Carvalho.

The pineapple is a plant demanding in cultural treatments, as liming, fertilizations and control of insect pests and diseases. The main phytosanitary problems are the fusariosis, the attack of cochineal that can transmit a viral disease, further nematodes and others. The main form of control to these problems is the utilization of pesticides that can cause damage in the environment, in those applying them and consume them. It is believed that the utilization of substances capable of induce resistance in plants and the studies of nutrition of resistant cultivars can contribute for a more ecological management of culture, because it can contribute to reduction the need for application of pesticides in crops, decreasing, thus the harm caused by this practice. In this sense, were realized three experiments. **On the first work** was verified the growth, the mineral composition and phenolic compounds production of seedlings pineapple 'Pérola' in function of presence or absence of application of brassinosteroid analogue. Was adopted the randomized block design in a factorial 3 x 2, being three types seedlings (slip, ground shoot and crown) and two concentrations of brassinosteroid analogue (0.0 and 0.75 g dm⁻³). At 330 days, were analyzed the biometric variables, nutritional and phenolic compounds. The application of brassinosteroid analogue had little influence in growth and nutrition of seedlings

pineapple 'Pérola'. However, further increase of over 14% in content of phenolic compounds in leaf. **On the second work** was to perform a quantitative analysis of the biometric, structural and production of phenolic compounds in leaves of different types of seedlings pineapple 'Pérola' due to fertilization with calcium silicate and magnesium. Were studied four doses of calcium and magnesium silicate - Agrosilício Plus® (0; 10; 20 and 30 g dm⁻³) and three seedlings types (crown, slip and ground shoot). At 210 days after planting was a leaf taken from each treatment to assess the structural aspects and 330 days after planting was evaluated the plant biometrics features and the production of phenolic compounds. The highest growth values are assigned the seedlings crown type. This kind of changes is the production of phenolic compounds increased by up to 13 % with the application of Agrosilício. With regard to the structural features of the leaf, it is observed that the three types of changes respond differently to different dosages of Agrosilício. **On the third work** was to evaluate the growth and mineral nutrition of different cultivars of pineapple submitted to liming. The experiment of the field level was installed in Maratáizes, Brazil, where were analyzed three levels of liming: 0; 1.23 and 2.12 tons per hectare, three cultivars of pineapple 'Imperial', 'Vitória' and 'Pérola'. At 450 days after plantation was carried biometric analysis in the whole plant and nutritional analysis. At 540 days after plantation, the fruit were harvested. Liming provides biometric earnings for pineapple culture. The 'Vitória' cultivar presents good response to this practice, either by biometric or nutritional features. The 'Pérola' pineapple had obtained the highest content nitrogen, manganese, copper and boron of leaves, independent of liming.

Keywords: *Ananas comosus*, vegetal hormone, silicate fertilization, leaf anatomy, resistance.

1. INTRODUÇÃO

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.), Merrill) é uma frutífera tropical de expressiva importância econômica para o Brasil, principalmente por gerar emprego na agricultura e pela elevada demanda dos consumidores (IBGE, 2016). Dentre os abacaxizeiros, a cultivar Pérola é a mais plantada e mais aceita no mercado interno de frutas *in natura*.

O abacaxizeiro é uma planta exigente em tratamentos culturais, como a calagem e a adubação, além de manejos fitossanitários. O ataque de pragas e doenças nessa cultura pode reduzir consideravelmente a produção e a qualidade do fruto colhido, sendo a utilização de agrotóxicos o método de controle mais empregado. Contudo, o uso intensivo desses produtos pode provocar resistência dos patógenos, causar efeitos negativos sobre o meio ambiente e a saúde humana.

Segundo Guimarães et al., (2014) a utilização de agrotóxicos também prejudica quem os aplica nas plantas, podendo ocorrer um alto grau de toxicidade ao homem, que coloca em risco sua própria saúde em prol da produção de alimentos visivelmente perfeitos.

No sentido de se desenvolver uma agricultura sustentável e proporcionar aos consumidores alimentos saudáveis é de extrema importância o estudo e a utilização de métodos alternativos ao controle químico (Vieira et al., 2006). Dentre essas alternativas, o fornecimento de silício para as plantas tem se destacado, por beneficiar muitas espécies vegetais (Goussain et al., 2005).

Pesquisas com resistência induzida estão sendo desenvolvidas com a aplicação de fontes de silício, principalmente em gramíneas, o que tem proporcionado um aumento do grau de resistência das plantas, seja pelo seu acúmulo nas células epidérmicas, tornando os tecidos mais rígidos, ou pela produção de compostos de defesas, que são deletérios para doenças e insetos-praga (Gomes et al., 2005).

Outra alternativa possível seria a utilização do brassinosteróide, um hormônio vegetal, que possui variada ação fisiológica, agindo na produção de metabólitos secundários, estimulando a divisão celular e aumentando a tolerância das plantas frente aos fenômenos de estresse bióticos e abióticos (Zullo e Adam, 2002).

Destaca-se ainda a utilização de variedades resistentes como alternativa econômica e eficiente ao controle de patógenos (Caetano et al., 2015), além do manejo da calagem e da nutrição mineral da planta, capaz de promover maior desenvolvimento do vegetal (Aular et al., 2014), podendo fazer com que se tornem mais resistentes aos fatores adversos do ambiente.

Diante disto, tem-se a importância de estudar os efeitos da aplicação da calagem em diferentes cultivares de abacaxizeiro. Além disso, acredita-se que a adubação com silicato de cálcio e magnésio, bem como a aplicação do brassinosteróide em abacaxizeiro possam tornar os tecidos vegetais mais rígidos e/ou menos acessíveis, dificultando, assim, o ataque de agentes patogênicos que venham causar danos à cultura.

2. OBJETIVOS

Este trabalho teve por objetivo geral estudar os efeitos biométricos, nutricionais e da produção de compostos fenólicos em mudas de abacaxizeiro 'Pérola' sob aplicação de brassinosteróide e quando adubadas com silicato de cálcio e magnésio, e ainda, analisar a interferência deste silicato sobre as características anatômicas foliares. Objetivou-se, também, avaliar os efeitos da calagem sobre o crescimento e a nutrição mineral de diferentes cultivares de abacaxizeiro sob condições de campo.

Objetivos específicos:

- Verificar o crescimento, a composição mineral e a produção de compostos fenólicos de diferentes tipos de muda de abacaxizeiro 'Pérola' em função da aplicação de brassinosteróide;
- Realizar uma análise dos aspectos biométricos, estruturais da folha e da produção de compostos fenólicos em diferentes tipos de muda de abacaxizeiro 'Pérola' em função da adubação com silicato de cálcio e magnésio;
- Investigar os efeitos da calagem sobre o crescimento e a nutrição mineral de diferentes cultivares de abacaxizeiro sob condições de campo no município de Marataízes/ES.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Aspectos gerais sobre o abacaxizeiro

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.), Merrill), é uma planta herbácea, monocotiledônea, pertencente à família Bromeliaceae. É originário da região compreendida entre as zonas central e sul do Brasil, o nordeste da Argentina e o Paraguai. Possui folhas longas e canaliculadas, dispostas em roseta na base da planta e flores de cor lilás, com brácteas vermelhas, dispostas em um racemo denso na extremidade do longo pendão floral. Após a fecundação, os frutos jovens se fundem na infrutescência, formando um fruto composto (Cunha e Cabral, 1999).

As folhas do abacaxizeiro crescem ao redor do caule, que é curto e grosso, formando calhas estreitas. Possui sistema radicular fasciculado e superficial, alcançando em alguns casos os 30 cm de profundidade. A posição em que cada folha se aloca na planta define sua classificação, sendo definidas como “A”, “B”, “C”, “D”, “E” e “F”, de modo que a mais externa é denominada “A”, e a mais interna, que é a mais jovem “F”. A folha “D” é utilizada para diagnose do abacaxizeiro por ser a de metabolismo mais ativo (Reinhardt et al., 2002).

Seu ciclo é dividido em fase vegetativa, que ocorre do plantio à indução floral ou floração natural que pode variar normalmente entre cinco a doze meses, a fase reprodutiva em que ocorre a formação do fruto, que varia normalmente entre cinco a seis meses e a fase propagativa em que ocorre a produção das mudas, que pode durar entre dois e dez meses, dependendo do tipo de muda produzido (Silva et al., 2004).

O abacaxi é um fruto normalmente constituído por pequenas bagas ou frutinhos que são fundidos entre si sobre um eixo central. Possui formato cilíndrico ou suavemente cônico, com polpa geralmente de coloração branca ou amarelo alaranjada. Na parte superior do fruto desenvolve-se um aglomerado de folhas denominado coroa (Coppens D'eeckenbrugge e Leal, 2003).

A propagação do abacaxizeiro pode ser feita por meio de rebentos ou mudas, denominadas filhotes, filhotes-rebentões, rebentões, coroa e mudas oriundas do seccionamento do caule. Pode ser utilizada também a propagação *in vitro* e a germinação de sementes em casos específicos.

Em 2015 o Brasil produziu 1.801.415 toneladas de abacaxis em uma área colhida de 69.165 ha. A região sudeste produziu 494.353 toneladas de frutos, sendo o estado do Rio de Janeiro responsável por aproximadamente 20% dessa produção. A região Norte Fluminense participou com cerca de 99% de toda a área plantada no estado, com produção de 92.914 toneladas. Aproximadamente 80% dessa produção é oriunda do município de São Francisco do Itabapoana. O estado do Espírito Santo é responsável pela produção de 41.261 toneladas, sendo o município de Marataízes responsável por quase 60% desta produção (IBGE, 2016).

Com grande representatividade no mercado nacional, a abacaxicultura vem se tornando uma alternativa para pequenos e grandes agricultores, notadamente por ser uma frutífera com possibilidades de ganhos financeiros elevados. No entanto, existem diversos aspectos da produção que carecem de aperfeiçoamento e de pesquisa em nível regional e nacional.

3.2. Cultivares

As cultivares de abacaxizeiro mais plantadas no Brasil são a 'Pérola' e a 'Smooth Cayenne', ambas suscetíveis à fusariose, principal doença da cultura no país (Ramalho et al., 2009).

O abacaxizeiro 'Pérola' é uma planta de porte médio, crescimento ereto e com folhas com espinhos nos bordos. O fruto tem formato cônico, com massa entre 1,0 e 1,5 kg, polpa branca e pouco ácida. É plantado quase que exclusivamente no Brasil. Possui pouca tolerância à murcha associada à cochonilha *Dysmicoccus brevipes* e suscetibilidade à fusariose, doença

causadora de podridão dos tecidos afetados. (Cunha e Cabral, 1999; Vaillant et al., 2001).

A cultivar Smooth Cayenne é a mais plantada no mundo, possui crescimento semiereto e folhas com apenas dois a três pares de espinhos na extremidade, pedúnculo curto e poucas mudas do tipo filhote. Seu fruto possui excelente aspecto, pesando de 1,5 a 2,0 kg, polpa firme e amarela, elevados teores de açúcares e acidez (Nascente et al., 2005). É a cultivar mais utilizada na industrialização por ser considerada um padrão internacional, entretanto, é susceptível à fusariose e à murcha causada por cochonilhas (Cunha e Cabral, 1999).

Novas cultivares de abacaxizeiro resistentes à fusariose têm sido lançadas no mercado brasileiro, como é o caso da 'Vitória', 'IAC Fantástico', 'Ajubá' e 'Imperial'. As cultivares 'Imperial' e 'Vitória' foram desenvolvidas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, sendo esta última em conjunto com o Incaper (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural) (Cabral e Matos, 2005; Incaper, 2006).

De acordo com Ventura et al., (2006) a cultivar Vitória é originária do cruzamento entre 'Primavera' e 'Smooth Cayenne', apresenta ausência de espinhos nas folhas, o que facilita os tratamentos culturais, além de frutos de polpa branca e elevados teores de açúcares. Já a cultivar Imperial é um híbrido resultante do cruzamento de 'Perolera' com a 'Smooth Cayenne'. Possui frutos de coloração amarela, teores de açúcar elevados e excelente sabor nas análises sensoriais, além de não apresentar espinhos nas folhas (Viana et al., 2013).

Segundo Caetano et al., (2013) a cultivar Vitória reúne características agrônomicas favoráveis, como massa de frutos semelhante à 'Pérola', reduzido diâmetro do eixo central do fruto, baixos índices de aderência de mudas do tipo filhote ao fruto, além de boa produção de mudas aproveitáveis, o que evidencia a possibilidade de sua recomendação para plantios comerciais.

A característica de ausência de espinhos nas folhas conferida às cultivares Imperial e Vitória (Vieira et al., 2010), tratadas neste trabalho, é altamente desejável, pois além de facilitar as práticas culturais, como a realização da calagem e da adubação, torna-se um importante fator para a adoção do plantio em fileiras duplas podendo aumentar de forma significativa a produtividade de frutos comerciais colhidos.

A cultivar IAC Fantástico é uma planta vigorosa, suas folhas apresentam espinhos nas extremidades, além de ser uma planta resistente à fusariose. Seus frutos são de tamanho médio a grande, de polpa doce, pouco ácida e de coloração amarelo intenso (Spironello et al., 2010).

Mesmo diante do lançamento de diferentes cultivares de abacaxizeiro com características de resistência à fusariose, a 'Pérola', suscetível, é a mais comercializada no mercado nacional (Miguel et al., 2007), tornando imprescindível a realização de estudos e aplicação de tecnologias que permitam seu cultivo. Este planejamento pode ser obtido por meio da utilização de material propagativo em estado fitossanitário adequado e elevado potencial produtivo, atrelado à utilização de diferentes estratégias de controle de pragas e doenças.

As cultivares de abacaxizeiro se diferem por suas peculiaridades, cabendo ao interessado buscar informações que lhe permitam decidir qual a mais indicada ao seu sistema produtivo e mercado consumidor.

3.3. Principais Pragas e Doenças

Muitos são os problemas enfrentados por abacaxicultores brasileiros e dentre eles destacam-se a ocorrência da fusariose, os nematoides, a broca e a murcha do abacaxizeiro, doença de origem virótica que tem como agente transmissor uma cochonilha.

A fusariose é a principal doença da cultura no Brasil e é causada pelo fungo *Fusarium guttiforme*, responsável por perdas que variam entre 30 e 40% nos frutos, além de prejuízos provocados em cerca de 20% das mudas (Ventura et al., 2009). A utilização de mudas contaminadas é um grande problema enfrentado pelos produtores, que iniciam seus cultivos de forma equivocada, comprometendo, assim, sua lucratividade.

Outro problema enfrentado pelos abacaxicultores é a suscetibilidade da cultura a nematoides. Levantamentos realizados no Brasil apontam as espécies *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita* e *Rotylenchus reniform* como as de maior frequência no país (Costa et al., 1998).

Os nematoides causam danos consideráveis nas raízes do abacaxizeiro, as adubações ficam menos eficientes e a absorção de nutrientes fica reduzida. Plantas atacadas por nematoides se desenvolvem menos e ficam com o sistema

radicular prejudicado. As folhas ficam menores, estreitas e com clorose acentuada. Retardam o crescimento dos frutos, que ficam menores, perdendo assim, valor de mercado (Dias-Arieira et al., 2008).

P. brachyurus, também chamado de nematoide das lesões radiculares, é um endoparasito migrador, com ampla gama de hospedeiros e que pode completar seu ciclo de vida em menos de 30 dias, sob condições de temperatura entre 26,7 e 32,2°C. Em abacaxizeiro, pode causar perdas de 20% em produção de frutos, as lesões escuras causadas nas raízes prejudicam o sistema radicular, que não absorve adequadamente os nutrientes e a água do solo, provocando reboleiras de plantas com tamanho desuniforme e com clorose foliar, prolongamento do estágio vegetativo, diminuição da produção de frutos e, em casos severos, a morte da planta (Dias-Arieira et al., 2010).

As culturas mais atacadas no Brasil por *P. brachyurus* são soja, algodão, milho, feijão, pastagens, sorgo, amendoim, batata, fumo, eucalipto, seringueira, guandu, arroz, abacaxi, algumas hortaliças, cana-de-açúcar e café (Goulart, 2008). Dias-Arieira et al., (2010) estudando a ocorrência de nematoides fitoparasitos em frutíferas cultivadas na região do Paraná, constataram que a maior abundância de *P. brachyurus* ocorreu em abacaxizeiro. Foram encontrados 708 espécimes do nematoide em 10 gramas de raiz.

Vários métodos de controle de *P. brachyurus* têm sido estudados no intuito de diminuir a população da praga, de modo que fiquem abaixo do nível de dano econômico. Dentre os métodos de controle, merece destaque a utilização dos nematicidas (Koening et al., 2004).

O controle químico se destaca especialmente por apresentar resultados imediatos. As técnicas de controle mais recomendadas para controlar fitonematoides, em geral, são o uso de cultivares resistentes, controle biológico, incorporação de matéria orgânica, emprego de plantas antagônicas, rotação de cultura com plantas não hospedeiras e a aplicação de nematicidas sistêmicos (Rosa et al., 2003). Uma alternativa ao controle do nematoide seria a utilização de produtos capazes de induzir resistência em plantas.

Existe também a broca-do-fruto (*Strymon megarus*), (Lepidoptera, Lycaenidae), que tem o início de seus prejuízos a partir de posturas de ovos nos abacaxis. Caso não seja realizado o controle, os danos podem chegar aos 80% (Sanches, 2005). Os frutos atacados exsudam resina, podendo ocorrer, inclusive,

porém de forma esporádica, o ataque das coroas, das mudas e até mesmo das folhas (Matos et al., 2007).

Cultivares de abacaxizeiro como 'Smooth Cayene', 'IAC Fantástico', 'Pérola', 'Jupí', 'Perolera', 'Ajubá', 'Turiaçu', 'Gomo de Mel', 'Primavera', 'Imperial' e 'Vitória' são plantadas em maior ou menor escala no Brasil. Apesar da existência de várias cultivares de abacaxizeiro, nenhuma delas está imune ao ataque da broca-do-fruto (*Strymon megarus*), da cochonilha (*Dysmicoccus brevipes*) e do nematoide (*Pratylenchus brachyurus*), três importantes pragas relacionadas à cultura.

A principal praga da cultura é a cochonilha-do-abacaxizeiro (*Dysmicoccus brevipes*), considerada um dos maiores problemas fitossanitários mundiais, sendo responsável pelo aumento nos custos de produção e pela diminuição da produtividade e lucratividade do negócio (Reis et al., 2012).

Os adultos ou ninfas de *D. brevipes* geralmente encontram-se localizados nas raízes e axilas das folhas do abacaxizeiro vivendo em colônias. Porém, quando em grande número podem ser observados no pedúnculo, nos frutos e também nas mudas (Santa-Cecília e Chalfoun, 1998).

A cochonilha se alimenta através da sucção da seiva do abacaxizeiro, ocasionando o enfraquecimento da planta, além de estar associada a uma doença de origem virótica conhecida como murcha-do-abacaxizeiro (Gunashinghe e German, 1989), a qual impede seu desenvolvimento normal, prejudica a frutificação, podendo ocasionar até sua morte antes do período reprodutivo; os prejuízos podem ultrapassar os 80% (Sanches, 2005).

D. brevipes não ataca somente a cultura do abacaxizeiro. Segundo Sanches, (2005), várias plantas podem ser hospedeiras dessa praga, tais como algodão, amendoim, batata, cana-de-açúcar, café, coco, jabuticaba, milho, sorgo, bambu, sapé e tiririca.

Seu controle na cultura do abacaxizeiro é realizado basicamente pela aplicação de agrotóxicos. Os produtos recomendados para este fim são os inseticidas tiametoxam e imidacloprido (Agrofit, 2016). Pesquisas relacionadas a outras formas de controle de insetos possibilitariam menor agressão ao homem e ao meio ambiente.

3.4. Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários produzidos pelos vegetais e apresentam essencialidade para o seu desenvolvimento. Atuam ainda em condições de estresse para as plantas, tais como infecções por patógenos, danos mecânicos, radiações, além de interferirem na pigmentação, dentre outros (Naczki e Shahidi, 2004; Taiz e Zeiger, 2013).

São estruturas químicas que possuem hidroxilas e anéis aromáticos, podendo estar nas formas simples ou polimerizadas, o que os confere ação antioxidante. Existem compostos fenólicos naturais e até mesmo sintéticos que quando presentes nas plantas podem estar em formas livres ou complexadas a açúcares e proteínas (Angelo e Jorge, 2007). Os autores destacam ainda a necessidade de estabelecer um padrão metodológico mais aprofundado sobre a determinação dos fenólicos, uma vez que muitos deles não são totalmente padronizados.

De acordo com Aquije et al. (2010), estes compostos são formados pela via do chiquimato e corismato, a partir da fenilalanina e hidroxifenilalanina, via pela qual são formados os aminoácidos aromáticos, as ligninas e os flavonoides.

Muitos estudos são realizados para maior aperfeiçoamento do isolamento, identificação, quantificação e aplicação dos compostos fenólicos, passando por muitos problemas de metodologia, já que muitas dessas substâncias são de grande polaridade e reagem facilmente com muitas enzimas. Em meio aos compostos fenólicos destacam-se os flavonoides, os ácidos fenólicos, os taninos e os tocoferóis (King e Young, 1999).

Os flavonoides são compostos amplamente distribuídos dentre os vegetais, estando presentes em folhas, frutos, sementes e em outras partes do vegetal na forma de glicosídeos ou agliconas. Apresentam baixo peso molecular, sendo constituídos por 15 átomos de carbono, arranjados na configuração C₆-C₃-C₆ (Harborne et al., 1999). Já os ácidos fenólicos são caracterizados por apresentarem um anel benzênico, um grupamento carboxílico em conjunto com um ou mais grupamentos de hidroxila e/ou metoxila na molécula. Essas características lhes conferem propriedades antioxidativas para as plantas. (Soares, 2002).

Os taninos são caracterizados por apresentarem alto peso molecular e de acordo com sua estruturação química podem ser classificados hidrolisáveis e condensáveis (Oszmianski et al., 2007). Já os tocoferóis possuem características monofenólicas, estando presentes de forma destacada em folhas e sementes oleaginosas. Estes compostos apresentam ainda atividade antioxidante e de vitamina E (Shahidi et al., 1992).

Os vários efeitos promovidos pelos compostos fenólicos em vegetais provocam grande interesse por parte da agricultura, principalmente no que caracteriza a resistência de plantas ao ataque de patógenos. Sua funcionalidade é evidenciada na caracterização de grandes quantidades desses compostos fenólicos em materiais vegetais de resistência comprovada.

Aquije et al., (2010) relatam que plantas de abacaxizeiro resistentes à fusariose, principal doença da cultura, apresentam lignificação das paredes celulares como mecanismo de defesa. Os autores relacionam esta resistência aos altos teores de compostos fenólicos ligados à parede celular, encontrados constitutivamente na cultivar Vitória. Descrevem, também, que folhas da cultivar Vitória (resistente) apresentam naturalmente uma resposta mais rápida e efetiva à inoculação com o patógeno quando comparada às cultivares Smooth Cayenne e Pérola (suscetíveis).

Nota-se que a seleção de materiais vegetais com altas concentrações de compostos fenólicos em seus tecidos, ou mesmo a utilização de mecanismos que promovam sua maior produção nas plantas, podem auxiliar no controle de agentes patogênicos e na prevenção de perdas econômicas, tornando-se uma alternativa para a diminuição da necessidade de aplicação de agrotóxicos nas lavouras.

3.5. Calagem e Nutrição

O Brasil é um país com grande possibilidade de aumento na produtividade agrícola. Para tanto, a verificação da necessidade da calagem, que consiste na aplicação de calcário mediante amostragem e análise de solo, é altamente recomendável.

Apesar do conhecimento referente à elevada acidez associada a muitos solos tropicais, sabe-se que em sistemas de baixíssimo índice tecnológico, a

calagem – que é capaz de promover diminuição de íons hidrogênio, baixar as concentrações tóxicas de alumínio e manganês, além de aumentar a disponibilidade de nutrientes no solo – ainda é uma prática muito pouco explorada (Caires et al., 2008). De acordo com Malavolta (1979), a calagem tem a capacidade de aumentar o pH de solos ácidos, fazendo com que sejam disponibilizados nutrientes às plantas.

É recomendável que a incorporação do calcário seja feita antes do plantio, além de não coincidir com o momento da adubação fosfatada, devendo ser realizada de forma profunda e homogênea ao solo (Natale et al., 2014). Porém, em situações que a cultura já esteja implantada indica-se uma leve incorporação do calcário (Natale et al., 2012), método ainda pouco explorado em pesquisas com espécies frutíferas.

Além dos muitos benefícios da realização da calagem em solos que apresentam necessidade de aplicação, esta prática é considerada de baixo custo, o que atribui maior relevância para a obtenção de lucratividade por parte dos agricultores. A prática da calagem, além de fornecer cálcio e magnésio, favorece a elevação da atividade microbiana do solo (Mijangos et al., 2010), promovendo, portanto, uma decomposição mais acelerada da matéria orgânica, o que disponibiliza maior quantidade de carbono orgânico para os vegetais (Briedis et al., 2012).

Os ganhos em produtividade proporcionados pela correção do pH do solo podem fazer com que ocorra maior disponibilidade de nutrientes às plantas, possibilitando o aumento dos ganhos financeiros por parte dos agricultores e tornando-se, inclusive, um fator determinante para viabilidade do processo produtivo.

Oliveira et al., (2002), avaliando o efeito de doses de calcário de fruteiras em Latossolo Amarelo, verificaram que em aceroleiras, a calagem promoveu efeitos na produção de matéria seca do caule e da parte aérea. Para a matéria seca do caule, a dose de 1,18 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, propiciou uma produção máxima de 35,96 g planta⁻¹. Já em relação à matéria seca da parte aérea, a dose máxima obtida foi de 1,12 t ha⁻¹ de calcário, que correspondeu à máxima produção de 56,7 g planta⁻¹.

De acordo com Souza et al., (2009), a aplicação de calcário tem a capacidade de proporcionar incrementos no diâmetro do tronco, na altura e no

volume da copa na cultura da goiabeira. De acordo com os autores, a calagem promove melhorias do ambiente radicular e do estado nutricional das plantas, e em consequência, nas variáveis biométricas.

Aular e Natale (2013) avaliando os efeitos da nutrição mineral na qualidade dos frutos da goiabeira, da mangueira, da bananeira e do mamoeiro, relatam que apresentam influência em relação a cor, aroma, forma, tamanho, aparência, resistência à penetração, incidência de doenças, desordens fisiológicas, características físico-químicas e vida útil da pós-colheita dos frutos. Vale salientar que a calagem exerce grande influência sobre a fertilidade do solo, a nutrição e a produtividade de frutíferas (Natale et al., 2012), tornando-se uma prática de grande importância econômica para a agricultura brasileira.

A nutrição mineral de plantas desempenha papel fundamental sobre o desenvolvimento, a produção e a qualidade dos frutos do abacaxizeiro. Porém, existem poucas informações sobre o efeito da adubação sobre esta cultura, especialmente em clima tropical (Amorim et al., 2013).

O nutriente mais requerido pela cultura do abacaxizeiro é o potássio e sua deficiência pode reduzir a produção e o crescimento da planta, interferindo inclusive na qualidade dos frutos (Quaggio et al., 2009).

No solo, o potássio está na forma iônica (K^+) e apresenta a característica de competir por sítios de ligação com cátions, como o Ca^{2+} e o Mg^{2+} . Contudo, quando em baixas concentrações cooperam para sua absorção. O elemento não faz parte permanente de nenhum composto orgânico e possui alta mobilidade nas plantas, sendo transportado via xilema e floema (Taiz e Zeiger, 2013).

De acordo com Silva et al., (2012a), o fornecimento de nitrogênio pode aumentar os valores de massa do fruto e de produtividade do abacaxizeiro 'Vitória'. Guarçoni e Ventura, (2011) avaliando o efeito da adubação com N, P e K na qualidade dos frutos do abacaxizeiro Gold (MD-2) relatam que o nitrogênio em doses crescentes causa efeito linear negativo sobre a ATT, e que o incremento tanto de fósforo e de potássio proporciona efeito linear positivo sobre os teores de SST e quadrático sobre a ATT, bem como sobre a relação SST/AAT.

Caetano et al., (2013) descrevem que o aumento da disponibilidade de nitrogênio promove maior produtividade e desenvolvimento dos frutos de abacaxizeiro 'Vitória'. De acordo com os autores, os valores de SST e ATT podem aumentar por meio de maior disponibilidade de potássio, ao passo que a elevação

das doses de nitrogênio causa efeito oposto. Já em relação ao fósforo, relatam que mesmo com a baixa disponibilidade, não houve resposta a este nutriente.

Oliveira et al., (2015) em estudo sobre os efeitos da adubação de nitrogênio e potássio em abacaxizeiro 'Imperial', relatam que esta cultivar demonstra baixa resposta em produção quanto à adubação de potássio. Alegam a não ocorrência de aumento da massa do fruto em resposta à adição deste nutriente, em que pese os teores foliares de potássio terem crescido linearmente com o aumento das doses de K_2O . Por outro lado, Caetano et al., (2013) estudando os efeitos da adubação potássica na qualidade de frutos do abacaxizeiro 'Vitória', relatam que os valores de AT e SST cresceram linearmente em função das doses de K_2O .

Veloso et al., (2001) avaliando o efeito da aplicação de doses de nitrogênio e de potássio, na presença e ausência de calagem (0 e 1 t ha⁻¹) em um Latossolo Amarelo distrófico com cultivo do abacaxizeiro 'Pérola', verificaram que a calagem não aumentou a produção e o teor de potássio nas folhas, contudo elevou os teores de cálcio e magnésio trocáveis no solo, contribuindo para o acréscimo no tecido foliar da planta. Com a aplicação de 1 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, obtiveram-se teores foliares de 11,2 g kg⁻¹ de cálcio e 2,6 g kg⁻¹ de magnésio.

Já Rodrigues et al., (2013), inferiram que a não realização de calagem pode ter contribuído para maior absorção de potássio em relação ao magnésio, aumentando, assim, os valores da relação potássio/magnésio. Quando o nível de cálcio no solo é baixo, aplicações deste nutriente aumentam a absorção de potássio, pelo fato de regular a estrutura e o funcionamento das membranas.

De acordo com Marschner (1995), o fósforo é um elemento que faz parte de processos que envolvem a produção de ATP e ADP, ácidos nucleicos, coenzimas e fosfolipídios. A quantidade que este nutriente é requerido pelo abacaxizeiro é menor quando comparado com o nitrogênio e o potássio (Ramos et al., 2011).

Segundo Malavolta et al. (1979), o cálcio, que é disponibilizado na realização da calagem, juntamente com o magnésio, é um nutriente essencial para a manutenção da integridade estrutural das membranas e das paredes celulares. Este elemento é utilizado na formação das paredes celulares, mais especificamente na formação da lamela média.

De acordo com Paula et al. (1998), o magnésio é constituinte da molécula de clorofila, além de atuar como um ativador das enzimas transferidoras de fosfato. A deficiência deste nutriente pode reduzir a concentração da clorofila nas plantas, reduzindo assim a taxa fotossintética e conseqüentemente o crescimento e desenvolvimento do vegetal. Já o enxofre faz parte da constituição de várias coenzimas e vitaminas essenciais ao metabolismo dos vegetais (Taiz e Zeiger, 2013).

Amorim et al. (2013), avaliando a aplicação de micronutrientes em abacaxizeiro relatam que o boro, cobre, zinco, manganês e ferro aumentaram os teores de SST e a relação SST/ATT na cultivar Vitória, especialmente quando aplicados via foliar, além de promover maior massa e comprimento dos frutos.

3.6. Adubação silicatada

O silício é considerado um elemento agronomicamente benéfico que tem despertado bastante interesse em pesquisadores devido à sua capacidade de minimizar fatores de estresses em plantas (Epstein, 1999).

As principais fontes de silicatos são as escórias da siderurgia de ferro e aço, cuja origem ocorre através da reação do calcário com a sílica (SiO_2), presente no minério de ferro ou no ferro gusa, em altas temperaturas, geralmente acima de 1.400°C (Barbosa et al., 2008).

Segundo Korndorfer et al. (2002), o silício tem sua influência reconhecida na indução de resistência de plantas ao ataque de insetos, nematoides, bactérias e fungos. Seu acúmulo nas paredes celulares é capaz de promover melhorias do estado nutricional, na redução da transpiração e, possivelmente, também na eficiência fotossintética. O silício no solo pode estar adsorvido ou precipitado com óxidos de ferro e alumínio, ou disponível às plantas na forma de H_4SiO_4 (ácido monossilícico).

O silício pode ser adsorvido às superfícies dos óxidos de ferro, como acontece com o fósforo (Obihara e Russel, 1972), ou seja, ocorre competição dos ânions silicatos pelos sítios de adsorção de fosfato. Lima (2011) analisando a disponibilidade de fósforo para a cana-de-açúcar em solo tratado com compostos orgânicos ricos em silício, concluiu que a adubação silicatada contribuiu para a

redução da fixação de fósforo pelo solo, o que possibilitou aumento da absorção deste nutriente pela cultura.

As plantas absorvem silício diretamente da solução do solo. É transportado até as raízes principalmente via fluxo de massa (Dayanadam et al., 1983), sendo o conteúdo acumulado variável de acordo com a espécie (Epstein e Bloom, 2006). Segundo Ma et al. (2001), plantas acumuladoras de silício possuem teores maiores que 1 g kg^{-1} de silício em sua massa seca, como arroz e trigo; plantas intermediárias com 0,5 a 1 g kg^{-1} de silício como soja e cucurbitáceas e as plantas não acumuladoras, com massa seca inferior a $0,5 \text{ g kg}^{-1}$ de silício.

O modo como o silício afeta o desenvolvimento de doenças em plantas é possivelmente consequência da ação deste elemento no tecido do vegetal, proporcionando maior acúmulo de compostos fenólicos e de lignina nestes tecidos, caracterizando assim um impedimento físico (Chérif et al., 1992). A deposição de sílica nas paredes celulares proporciona mudanças anatômicas nos tecidos, tais como a ocorrência de células epidérmicas com a parede celular mais espessa (Blaich e Grundhfer, 1998), favorecendo indiretamente o desenvolvimento de plantas, possibilitando mudanças na arquitetura dos vegetais, evitando o autossombreamento excessivo pelo fato das plantas ficarem mais eretas e até mesmo atrasando a senescência. No entanto, o fornecimento de silício pode proteger as plantas de agentes bióticos e abióticos, uma vez que pode aumentar a rigidez estrutural dos tecidos (Ma e Yamaji, 2008).

O silício destaca-se como um dos mais importantes nutrientes utilizados para o manejo de doenças em diversas culturas. Resultados obtidos em casa de vegetação demonstram que o acúmulo de silício em plantas de sorgo foi, em média, 56,5% maior em plantas submetidas à aplicação de Si no substrato, em comparação às plantas controle, resultando em menor severidade da antracnose (Resende et al., 2009).

A utilização do silício na adubação representa uma tecnologia ambientalmente correta, sustentável, com grande potencial para diminuir a frequência e o uso de inseticidas (Silva et al., 2010). O silício, apesar de atuar como elemento de defesa na planta (Pereira Junior et al., 2010), pode elevar a produtividade de algumas culturas.

Segundo Korndörfer et al. (2004), a aplicação de silicatos de cálcio e magnésio (CaSiO_3 e MgSiO_3) promove benefícios ao solo. Esses silicatos estão associados ao aumento na disponibilidade de silício, à elevação do pH e ao aumento do cálcio e magnésio trocável do solo, indiretamente propiciando incremento na disponibilidade de fósforo e podendo, ainda, atuar na redução da toxicidade de ferro, manganês e alumínio para as plantas (Prado et al., 2002).

Algumas espécies de plantas cultivadas respondem à adubação com silício, dependendo da disponibilidade deste elemento. Segundo Braga et al. (2009), a utilização de silicato de sódio no meio de cultura para micropropagação do morangueiro promoveu aumento da deposição de cera epicuticular e formação de depósito de silício nas células.

Yang et al. (2010) relatam o uso do silício no controle da deterioração de frutos de maçã por *Monilinia fructicola in vitro*, promovendo inibição significativa da germinação dos esporos, alongação do tubo germinativo e o crescimento micelial do fungo.

Barbosa et al. (2008), testando adubação de silicato de cálcio e magnésio na cultura do sorgo, observaram que sua aplicação no sulco de plantio e em área total foi eficiente para o aumento da produtividade de grãos. Segundo os autores, sua aplicação no solo via sulco ou em área total, proporcionou aumento no teor de silício nos grãos, colmos e folhas, além de ter aumentado o pH e o teor de silício do solo.

Oliveira et al. (2012), avaliando o efeito da adubação de silicato de cálcio e magnésio sobre a reprodução de *Meloidogyne javanica* em mudas de bananeira Prata-Anã, constataram alterações na reprodução do nematoide, além de proporcionar ganhos na matéria seca dos pseudocaules das plantas.

Existem relatos também em que a adubação silicatada não foi significativa quanto à indução de resistência a patógenos. De acordo com Santa-Cecília et al. (2014), o comportamento alimentar da cochonilha-branca *Planococcus citri* em cafeeiro não foi afetado pelo silício quando aplicado via solo, como silicato de cálcio. Segundo os autores, sua aplicação não proporcionou a formação de uma barreira mecânica responsável por dificultar a penetração dos estiletos da cochonilha-branca no tecido vegetal.

3.7. Brassinosteroide

Os cinco grupos de hormônios vegetais mais conhecidos são as auxinas, citocininas, giberelinas, ácido abscísico e etileno. Porém, as poliaminas e os brassinosteroides (BRs) aparecem como substâncias ativas em regulação de crescimento de plantas (Khripach et al., 2000).

Os brassinosteroides são hormônios que ocorrem naturalmente em plantas e têm a capacidade de promover alongamento e expansão celular, retardar a abscisão das folhas, promover diferenciação do xilema e aumentar o gravitropismo, além de conferir resistência a estresses bióticos e abióticos (Fujioka e Sakurai, 1997).

Segundo Krishna (2003) os brassinosteroides aumentam a resistência ao ataque de pragas e doenças e a tolerância das plantas aos estresses abióticos, sugerindo que essas substâncias possuem uma função na resposta contra diferentes tipos de estresses. Os mecanismos pelos quais os brassinosteroides modulam as respostas a estes estresses não estão compreendidos.

Em estudos relacionados à aplicação de diferentes concentrações de brassinosteroide em mudas micropropagadas de abacaxizeiro “Imperial”, Catunda et al. (2008) relataram que ambos os tratamentos promoveram maior crescimento da parte aérea, evidenciando o efeito benéfico desse fitormônio. Dentre os efeitos mais marcantes dos brassinosteroides está o aumento da resistência das plantas a diferentes situações de estresse (Zullo e Adam, 2002).

De acordo com Altoé et al. (2008), a aplicação do BIOBRAS-16 nas concentrações (0,1; 0,5 e 1,0 mg L⁻¹) em tangerineira “Cleópatra” na fase da semeadura e repicagem, promoveu efeito benéfico sobre o diâmetro do caule das plantas.

Segundo Freitas et al. (2012), a aplicação de análogo de brassinosteroide (2-alfa,3-alfa,6-oxo-5alfa-espirostanodiol) estimula o crescimento de mudas provenientes do seccionamento do caule do abacaxizeiro ‘Smooth Cayenne’ e eleva o teor de nitrogênio na parte aérea das mudas. A dose de 1,0 mg L⁻¹ proporcionou incremento de 11,1% no teor nutricional das mudas de abacaxizeiro quando comparada com a testemunha.

Sharma et al. (2007) verificaram que a aplicação do 28-homobrassinolídeo em sementes de *Brassica juncea* L. proporcionou redução na

absorção de zinco e aumento das atividades das enzimas antioxidativas e da concentração de proteínas nas plantas.

Gomes et al. (2006) analisaram o efeito da aplicação do análogo de brassinosteróide Biobras-16, em plantas de maracujazeiro amarelo, e concluíram que sua aplicação proporcionou o maior número de frutos por planta, maior teor de sólidos solúveis e maior rendimento, quando comparado ao controle. Os autores relataram, ainda, que o Biobras-16 promoveu aumento no rendimento das plantas de maracujazeiro e conteúdo de sólidos solúveis dos frutos.

O amplo espectro de ação dos brassinosteróides, a criação de compostos sintéticos e os resultados positivos alcançados em várias culturas, têm demonstrado a grande importância deste hormônio para os estudos agrônômicos, sendo uma possibilidade a aplicação em cultivos agrícolas comerciais (Cortes et al., 2003), o que ainda é dificultado pelo alto custo de aquisição.

4. TRABALHOS

4.1. Crescimento, nutrição e produção de compostos fenólicos de abacaxizeiro 'Pérola' sob aplicação de brassinosteróide

Resumo – Os brassinosteróides são hormônios vegetais capazes de promover desenvolvimento e aumento da tolerância de plantas frente aos fenômenos de estresses bióticos e abióticos. O objetivo deste trabalho foi verificar o crescimento, a composição mineral e a produção de compostos fenólicos de diferentes tipos de mudas de abacaxizeiro 'Pérola' em função da aplicação de um análogo de brassinosteróide. Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial 3x2, sendo três tipos de muda (filhote, rebento e coroa) e duas concentrações de um análogo de brassinosteróide (0,0 e 0,75 g dm⁻³), com quatro repetições e uma planta por vaso. Foram realizadas cinco aplicações de 30 mL muda⁻¹, iniciando-se aos 30 dias após o plantio, com intervalos de um mês. Aos 330 dias, foram analisadas as variáveis biométricas, nutricionais e a produção de compostos fenólicos. A aplicação do análogo de brassinosteróide não exerce influência no crescimento e na nutrição das mudas de abacaxizeiro 'Pérola'. No entanto, promove acréscimo de mais de 14% nos teores de compostos fenólicos foliares.

Palavras-chave: *Ananas comosus*, hormônio vegetal, polifenóis.

Growth, nutrition and phenolic compounds production of pineapple 'Pérola' under application of brassinosteroids

Abstract - The brassinosteroids are vegetal hormones capable of promoting the development and increase of plant tolerance to the phenomena of biotic and abiotic stresses. The aim of this work was to verify the growth, the mineral composition and phenolic compounds production of different types of seedlings pineapple 'Pérola' in function of presence or absence of application of brassinosteroid analogue. Was adopted the randomized block design in 3 x 2 factorial, being three types seedlings (slip, ground shoot and crown) and two concentrations of brassinosteroid analogue (0.0 and 0.75 g dm⁻³), with four replications and one plant per pot. Were accomplished five applications of 30 mL per seedling, initiated to 30 days after the transplanting, with interval of one month. As surfactant agent was added the Tween 20 at 0.1%. At 330 days, were analyzed the biometric variables, nutritional and phenolic compounds. The application of brassinosteroid analogue has no influence in growth and nutrition of seedlings pineapple 'Pérola'. However, further increase of over 14% in content of phenolic compounds in leaf.

Keywords: *Ananas comosus*, vegetal hormone, phenolic compounds.

Introdução

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.) Merrill) é cultivado em vários estados brasileiros, sendo que a cultivar Pérola é a mais plantada e mais aceita no mercado interno de frutas *in natura* (Miguel et al., 2007). Um grande problema relacionado a esta cultura é a falta de mudas de qualidade (Santos et al., 2011), que venham a se desenvolver satisfatoriamente, de modo a gerar plantas vigorosas e produtivas (Freitas et al., 2012).

Em 2015 o Brasil produziu 1.801.415 toneladas de frutos de abacaxi em uma área colhida de 69.165 ha. A região sudeste produziu 494.353 toneladas de frutos, sendo o estado do Rio de Janeiro responsável por aproximadamente 20% dessa produção. A região Norte Fluminense participou com cerca de 99% de toda a área plantada no estado, com produção de 92.914 toneladas de frutos.

Aproximadamente 80% dessa produção é oriunda do município de São Francisco do Itabapoana (IBGE, 2016).

Várias substâncias podem ser aplicadas em vegetais tendo por objetivo promover seu maior desenvolvimento, entre elas os hormônios vegetais. Segundo Khripach et al. (2000), os cinco grupos de hormônios vegetais mais estudados são as auxinas, as citocininas, as giberelinas, o ácido abscísico e o etileno. Porém, estudos mostram que as poliaminas e os brassinosteroides (BRs) aparecem como substâncias ativas na regulação do crescimento de plantas (Colli, 2008; Fridman e Savaldi, 2013).

Os brassinosteroides são hormônios que ocorrem naturalmente em plantas e têm a capacidade de promover alongamento e expansão celular, retardar a abscisão das folhas, promover diferenciação do xilema e aumentar o gravitropismo, além de conferir resistência a estresses pela produção de compostos de defesa (Fujioka e Sakurai, 1997). De acordo com Gomes (2011), este hormônio tem efeito biológico em baixas concentrações, podendo ser sintetizado em diversos órgãos das plantas, afetando em vários processos durante o crescimento e o desenvolvimento das mesmas.

Existem vários análogos de brassinosteroides que vêm sendo utilizados na promoção do crescimento vegetal, incluindo o Biobras 16[®], cuja formulação comercial contém uma substância ativa de espirostano polihidroxilado de fórmula $C_{27}H_{42}O_5$. Esse produto pode ser aplicado via aspersão ou adicionado ao meio de cultura (Borcioni e Negrelle, 2012).

Este trabalho teve por objetivo verificar o crescimento, a composição mineral e a produção de compostos fenólicos em diferentes tipos de mudas de abacaxizeiro 'Pérola' em função da aplicação de um análogo de brassinosteróide.

Material e Métodos

O experimento foi instalado em maio de 2014 e conduzido em casa de vegetação revestida com telado antiofídico nas laterais e na parte superior com sombrite da cor preta (50%) sob plástico transparente de 150 micras, no campus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), em Campos dos Goytacazes/RJ. Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial 3x2, sendo três tipos de muda (filhote, rebento

e coroa) e duas concentrações do análogo de brassinosteroide BIOBRAS-16[®] (0,0 e 0,75 g dm⁻³), com quatro repetições e uma planta por vaso, compondo a unidade experimental.

As mudas de abacaxizeiro 'Pérola' foram adquiridas em lavouras comerciais da região de São Francisco do Itabapoana/RJ. Para efeito de padronização, todos os tipos de muda foram plantados com aproximadamente 25 a 35 centímetros e massa variando de 200 a 300 gramas. As mudas do tipo rebento tiveram suas folhas cortadas pela metade, prática cultural da região.

Os vasos com capacidade de 5 dm³ foram preenchidos com areia de rio lavada, adubada com 30 gramas/vaso de Osmocote[®] (adubo de liberação lenta) na formulação 14-14-14. Aos 30 dias após o plantio, as mudas foram adubadas com 150 mL da solução nutritiva completa empregada por Ramos et al., (2013), que apresentava a seguinte composição, em mg L⁻¹: N (NO₃⁻) = 112; N(NH₄⁺) = 3,5; P = 7,74; K = 156,4; Ca = 80; Mg = 24,3; S = 32,0; Cl = 1,77; Mn = 0,55; Zn = 0,13; Cu = 0,03; Mo = 0,05; B = 0,27; Fe = 2,23 com pH = 5,5, o que foi repetido a cada 30 dias.

Para manter a planta hidratada e o substrato próximo a capacidade de campo, foi utilizado um sistema de irrigação com aplicação por gotejamento duas vezes ao dia, às 7 e às 19 horas, de modo que cada planta recebesse a quantidade diária de 70 mL de água. As médias de temperatura diária, máxima e mínima durante o período de realização do experimento foram de 29,8; 37,5 e 22,4°C, respectivamente.

Foram realizadas cinco aplicações do análogo de brassinosteroide BIOBRAS-16[®], sempre após as 16 horas, iniciando-se aos 30 dias após o plantio das mudas, com intervalos de um mês. Como agente surfactante, foi adicionado o Tween 20 a 0,1%, tendo sido pulverizado 30 mL da solução em toda a planta, utilizando-se pulverizadores manuais. Os tratamentos que não receberam o brassinosteroide foram pulverizados com água desionizada contendo Tween 20 a 0,1%.

Aos 330 dias após o plantio avaliou-se a altura das plantas, por meio de régua graduada em milímetros (as mudas tiveram suas folhas agrupadas para cima, sendo medidas da base até a extremidade da folha maior); o número de folhas, o qual foi obtido por meio da contagem de todas as folhas visíveis; a área foliar, determinada com um medidor de bancada modelo LI-3100 LICOR (Lincoln,

NE, USA) e, por último, com o auxílio de balança de precisão, foram avaliadas as massas secas do caule, foliar e de raiz. A determinação da massa seca do material vegetal foi realizada após secagem em estufa de ventilação forçada a 48°C por 14 dias.

Posteriormente à secagem das amostras foliares (folha "D"), estas foram trituradas em moinho tipo Wiley com peneira de 20 *mesh* e foram armazenadas em frascos hermeticamente fechados. As amostras de cada tratamento foram submetidas às análises químicas para determinação do estado nutricional no setor de nutrição mineral de plantas do Laboratório de Fitotecnia da UENF.

Para a determinação do teor de Nitrogênio, 100 mg de massa seca foi submetida à digestão sulfúrica baseada no método Nessler (Jackson, 1965). Para os teores de Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio, Enxofre, Boro, Cobre, Zinco, Ferro, Manganês, Molibdênio e Níquel, 200 mg de massa seca foi submetida ao sistema de digestão aberta com HNO_3 e H_2O_2 (Peters, 2005), utilizando-se o plasma (ICPE-9000) da marca Shimadzu®.

Em seguida, foi realizada a extração dos compostos fenólicos na parte aérea, separando-se 5,0 g do material vegetal e adicionando-se 20 mL de metanol, o qual foi mantido em agitador magnético durante uma hora. Posteriormente foi acrescentado 5 mL de metanol e agitado por mais 30 minutos. Após filtragem do homogeneizado, este foi clarificado com 5 mL de solução de hidróxido de bário 0,3 M e 5 mL de solução de sulfato de zinco 5%. A determinação de compostos fenólicos foi realizada de acordo com metodologia descrita por Badiale-Furlong et al., (2003).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias submetidas ao teste de Tukey em 5% de probabilidade de erro.

Resultados e Discussão

As variáveis área foliar, número de folhas, massa seca foliar, massa seca do caule e raiz foram significativas em relação aos tipos de muda. Já a aplicação do análogo de brassinosteroide não afetou significativamente as variáveis biométricas (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância da altura, área foliar, número de folhas, massa seca foliar, massa seca do caule e massa seca da raiz de três tipos de muda de abacaxizeiro 'Pérola' submetidos à aplicação ou não de brassinosteróide aos 330 dias após o plantio.

Causas de Variação	Valores de F					
	Altura	Área foliar	Número de folhas	Massa seca foliar	Massa seca do caule	Massa seca da raiz
Mudas	0,1874 ^{ns}	33,9254 ^{**}	87,3301 ^{**}	22,2868 ^{**}	8,4106 ^{**}	4,1872 [*]
BRs	0,0273 ^{ns}	0,2866 ^{ns}	0,9668 ^{ns}	0,6382 ^{ns}	0,3620 ^{ns}	0,0012 ^{ns}
Mudas x BRs	0,3975 ^{ns}	1,6478 ^{ns}	1,1367 ^{ns}	0,7650 ^{ns}	0,0633 ^{ns}	0,5143 ^{ns}
Média	74,7 cm	7395 cm ²	45,9	184,2 g	30,3 g	77,4 g
CV (%)	6,11	10,86	7,23	11,72	23,03	28,19

^{ns} (não significativo em 5% de probabilidade de erro pelo teste F); * significativo em 5% de probabilidade e ** significativo em 1% de probabilidade.

Os pequenos efeitos da ação do análogo de brassinosteróide no crescimento e na nutrição das mudas de abacaxizeiro 'Pérola' podem estar relacionados com as quantidades significativas de reservas contidas nas mudas e ao fornecimento de nutrientes.

Catunda et al. (2008) relataram efeito positivo da aplicação do análogo de brassinosteróide - BIOBRAS-16 sobre o crescimento de mudas micropropagadas do abacaxizeiro 'Imperial', de modo que as concentrações mais efetivas no crescimento, foram 0,5 e 0,1 mg L⁻¹. Freitas et al. (2012) estudaram a aplicação de brassinosteróide no crescimento de mudas de abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' a partir de seccionamento de caule em conjunto com a adubação nitrogenada, verificaram que a ação do brassinosteróide estimulou o crescimento das mudas em todas as variáveis (comprimento, número de folhas e área foliar) nas concentrações de 0,79, 0,64 e 0,75 mg.L⁻¹, respectivamente.

Os parâmetros biométricos analisados por Santos et al., (2014) corroboram com os deste trabalho. Os autores avaliaram o crescimento e estado nutricional de rebentos oriundos de coroas de abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' tratados com brassinosteróide. Relataram que este tratamento não proporcionou incremento na área foliar, no diâmetro, no número de folhas, no volume radicular, na matéria seca da parte aérea e tampouco nas raízes das mudas. Além disso, sua aplicação reduziu o teor de potássio na matéria seca da parte aérea.

As mudas do tipo coroa apresentaram médias superiores em todas as características biométricas avaliadas. Já as do tipo filhote obtiveram quase todos os resultados estatisticamente iguais às mudas do tipo coroa, com exceção para o

número de folhas (Tabela 2). Estudos sobre a qualidade e sanidade das mudas a serem selecionadas para produção de novas lavouras são extremamente importantes, principalmente quando se trata de padrão morfológico e doenças em abacaxizeiro (Coelho et al., 2009).

Tabela 2. Área foliar, número de folhas, massa seca foliar, massa seca do caule e massa seca de raiz em diferentes tipos de muda de abacaxizeiro 'Pérola' aos 330 dias após o plantio.

Tipo de Muda	Área Foliar (cm ²)	Número de folhas	Massa seca foliar (g)	Massa seca do caule (g)	Massa seca da raiz (g)
Coroa	8813,43 a	57,37 a	207,12 a	35,74 a	89,82 a
Filhote	7794,10 a	44,87 b	202,77 a	32,99 a	82,79 ab
Rebento	5577,55 b	35,50 c	142,65 b	22,20 b	59,64 b
CV (%)	10,86	7,23	11,72	23,03	28,19

Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey em 5%.

As mudas do tipo rebento obtiveram resultados inferiores em todas as variáveis analisadas (Tabela 2). Os resultados podem ter sido menores pelo fato desse tipo de muda ter tido suas folhas cortadas pela metade. Além disso, todas as mudas possuíam massas semelhantes, o que proporcionou melhor comparação entre as mesmas.

Em relação à nutrição mineral das mudas, os teores de cálcio e magnésio foram influenciados somente pelos tipos de muda utilizados. (Tabela 3). Não houve interação entre os fatores mudas e brassinosteroides em relação aos teores de matéria seca das plantas, mostrando a importância de estudos sobre a ação deste hormônio em abacaxizeiro 'Pérola', uma vez que este regulador vegetal apresenta essencialidade para o crescimento de plantas (Kerbaui, 2008; Larré et al., 2014).

Com relação aos teores de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre, estes não foram influenciados significativamente em ambos os fatores analisados (Tabela 3). Em trabalhos realizados por Freitas et al., (2012) a aplicação do análogo de brassinosteróide estimulou o crescimento e elevou o teor de nitrogênio na parte aérea das mudas.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para os teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, manganês, ferro, zinco, cobre, boro e compostos fenólicos em três tipos de muda de abacaxizeiro 'Pérola' submetidos à aplicação ou não de brassinosteróide aos 330 dias após o plantio.

Causas de Variação	Valores de F					
	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
Mudas	0,028 ^{ns}	0,358 ^{ns}	2,031 ^{ns}	6,601 ^{**}	6,842 ^{**}	0,594 ^{ns}
BRs	1,296 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,214 ^{ns}	0,915 ^{ns}	0,923 ^{ns}
Mudas x BRs	0,277 ^{ns}	0,926 ^{ns}	0,713 ^{ns}	0,511 ^{ns}	1,087 ^{ns}	0,101 ^{ns}
Média(g kg ⁻¹)	6,48	2,05	7,47	1,48	0,48	1,01
CV (%)	14,74	15,88	16,16	9,48	12,31	14,92
Causas de Variação	Manganês	Ferro	Zinco	Cobre	Boro	Compostos fenólicos
	Mudas	6,849 ^{**}	0,878 ^{ns}	0,135 ^{ns}	2,467 ^{ns}	0,519 ^{ns}
BRs	0,808 ^{ns}	1,166 ^{ns}	1,109 ^{ns}	1,976 ^{ns}	1,871 ^{ns}	18,595 ^{**}
Mudas x BRs	0,121 ^{ns}	0,338 ^{ns}	0,082 ^{ns}	0,299 ^{ns}	0,791 ^{ns}	0,196 ^{ns}
Média(mg kg ⁻¹)	319,4	95,9	8,9	1,9	10,6	7,6
CV (%)	24,22	42,42	14,69	18,91	26,45	8,01

^{ns} não significativo em 5% de probabilidade de erro pelo teste F); *significativo em 5% de probabilidade e **significativo em 1% de probabilidade.

Sabe-se que os brassinosteróides são usados para promover o crescimento de tecidos vegetativos de diversas espécies de plantas, em baixas concentrações (Vieira et al., 2010). Assim, é possível considerar que neste experimento a dose de brassinosteróide empregada, combinada com o número de aplicações, não tenha proporcionado uma concentração necessária deste hormônio, podendo ter minimizado seus efeitos. Freitas et al. (2012) obtiveram resultados mais satisfatórios em relação a biometria de plantas de abacaxizeiro – na mesma dose empregada neste experimento – porém com um número menor de aplicações (apenas três).

Apesar da escassez de trabalhos mais aprofundados sobre a inativação deste hormônio (Zeny et al., 2016), de acordo com Abreu (1991), existe ainda a possibilidade de incorporação de brassinosteróides nos tecidos vegetais por meio de uma rápida metabolização em substâncias polares, sugerindo que a aplicação desta substância na agricultura requer o desenvolvimento de métodos que impeçam ou retardem sua desativação por conjugação com a glucose, tornando assim, o efeito destes compostos mais durável.

Observou-se que o único fator que exerceu influência significativa sobre os teores de macronutrientes na matéria seca foram os tipos de muda, acarretando em diferenças apenas nos teores de cálcio e magnésio (Tabela 3). Estes resultados diferem dos encontrados por Freitas et al., (2014), os quais verificaram alterações nos teores de cálcio em função da aplicação do mesmo

análogo de brassinosteróide. De acordo com os autores, as mudas que receberam a dose de $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ apresentaram maior média ($6,39 \text{ g kg}^{-1}$), enquanto a menor média foi encontrada nas mudas que não receberam o brassinosteróide ($4,87 \text{ g kg}^{-1}$).

Geralmente, as maiores quantidades dos nutrientes absorvidos e acumulados são encontradas nas folhas e as menores nas raízes. De acordo com Paula et al., (1985), na extração nutrientes do solo pela cultura do abacaxizeiro, há maior acúmulo de cálcio em comparação com o enxofre, situando-se o magnésio em uma posição intermediária dentre esses. As quantidades de nutrientes exportados pelo abacaxizeiro são relativamente altas e referem-se, principalmente, aos nutrientes que são imobilizados pelos frutos e órgãos propagativos, como as coroas e as mudas dos tipos filhote, filhote rebentão e rebentões (Malézieux e Bartholomew, 2003).

Os fatores analisados para a absorção dos micronutrientes foram semelhantes aos dos macronutrientes, apresentando diferença significativa somente para o manganês, isto é, os teores de micronutrientes na matéria seca de abacaxizeiro foram influenciados apenas pelo fator 'tipo de muda'. A aplicação do análogo de brassinosteróide não exerceu influência sobre as demais variáveis (Tabela 3).

Nesse aspecto, o sucesso da cultura do abacaxizeiro depende, sobretudo, da qualidade de suas mudas, a qual pode ser agregada, mormente pela nutrição das plantas durante o cultivo. Segundo Paula et al., (1985), o acúmulo de micronutrientes nos tecidos vegetais da cultura do abacaxizeiro, como o ferro e manganês, é bem maior que o de zinco, boro e cobre, resultado também observado neste experimento. De acordo com Kirkby e Römheld (2007), o aumento no teor desses micronutrientes na parte vegetativa da planta – principalmente de manganês, zinco e molibdênio – pode estar relacionado com o aumento da resistência a estresses bióticos e abióticos.

Embora neste experimento o análogo de brassinosteróide não tenha influenciado significativamente nos teores de nutrientes nas plantas, é possível considerar a existência de uma relação entre este hormônio vegetal e o manganês (Burneel, 1988), o que pode influenciar na produção de compostos fenólicos. Isso se deve ao fato deste nutriente atuar como um cofator importante de várias enzimas chave na biossíntese de metabólitos secundários, associado à

via do ácido chiquímico, incluindo a produção de aminoácidos aromáticos fenólicos, ligninas e flavonoides. Este nutriente assemelha-se ao magnésio nas funções bioquímicas das plantas, além de ser um ativador de reações enzimáticas e atuar nos níveis hormonais das plantas (Burneel, 1988).

É considerável a capacidade antioxidante presente em *Ananas comosus* (abacaxizeiro), bem como em *Citrus sinensis* (laranja) e *Mangifera indica* (manga) (Lako et al., 2007). Neste trabalho foi observado o efeito significativo quanto à aplicação do análogo de brassinosteróide em relação ao teor de compostos fenólicos (Tabela 3).

Os compostos fenólicos presentes em frutíferas são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante, o que evidencia a importância de seus estudos para a prevenção de enfermidades na saúde humana (Reis et al., 2015). A parte aérea do abacaxizeiro é rica em diversas substâncias como carboidratos, proteínas, lipídios, enzimas proteolíticas (bromelinas) e fibras, além de produzirem compostos secundários de natureza fenólica (Santos et al., 2001).

De acordo com Silva et al. (2010), os metabólitos secundários estão intimamente relacionados à estratégias de defesa das plantas, de modo que o incremento no teor de compostos fenólicos pode fazer com que as mudas de abacaxizeiros sejam mais tolerantes aos estresses proporcionados pelo ambiente.

O incremento na produção de compostos fenólicos pela aplicação do brassinosteróide (Tabela 4) desempenha um papel importante na produção de enzimas. A bromelina é a principal enzima da cultura e está presente em altas concentrações, sobretudo nos caules do abacaxizeiro. A determinação de compostos fenólicos em frutíferas é essencial na classificação dos alimentos-fontes de compostos bioativos, singularmente relacionados à sua capacidade anti-inflamatória, além da ação contra radicais livres presentes no organismo (Silva et al., 2010).

Tabela 4. Teores foliares de compostos fenólicos em plantas de abacaxizeiro 'Pérola' submetidas à aplicação ou não de brassinosteróide aos 330 dias após o plantio.

Brassinosteróide (g dm ⁻³)	Compostos fenólicos (mg 100g ⁻¹)
0,75	0,81 a
0,00	0,71 b
CV (%)	8,010

Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste tukey em 5%.

De acordo com Aquije et al. (2010), plantas de abacaxizeiro resistentes à fusariose, causada pelo fungo *Fusarium guttiforme*, apresentam lignificação das paredes celulares, como mecanismo de defesa, provavelmente relacionados aos altos teores de compostos fenólicos ligados à parede celular, encontrados constitutivamente na cultivar Vitória. Relatam ainda que folhas da cultivar Vitória (resistente) apresentam naturalmente uma resposta mais rápida e efetiva à inoculação com o patógeno quando comparada às cultivares Smooth Cayenne e Pérola (suscetíveis).

Correlacionando os tipos de muda e a concentração de cálcio, magnésio e manganês, observa-se que as mudas do tipo coroa tiveram menor acúmulo quando comparado com as do tipo rebento. As mudas do tipo filhote se mostraram intermediárias quanto aos teores de cálcio e manganês, no entanto, inferiores em relação ao teor de magnésio, juntamente com as do tipo coroa (Tabela 5). A taxa transpiratória de tecidos em crescimento, como brotações, flores e frutos jovens, é relativamente baixa, sendo a transpiração um fator importante, já que a água é absorvida e transportada juntamente com os nutrientes essenciais ao crescimento de plantas.

Tabela 5. Teores foliares de cálcio, magnésio e manganês em plantas provenientes de diferentes tipos de muda de abacaxizeiro 'Pérola' aos 330 dias após o plantio.

Tipo de Muda	Cálcio	Magnésio	Manganês
	-----(g kg^{-1})-----		(mg kg^{-1})
Rebento	1,62 a	0,54 a	392,54 a
Filhote	1,45 ab	0,45 b	316,20 ab
Coroa	1,37 b	0,45 b	249,45 b
CV (%)	9,48	12,31	24,22

Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey em 5%.

O transporte desses nutrientes nas raízes é realizado pelo xilema, sendo conduzidos pela corrente transpiratória ou pela pressão radicular. É sabido que alguns nutrientes se translocam mais facilmente na planta, enquanto outros como o cálcio, são relativamente imóveis na planta (Taiz e Zeiger, 2013). Os íons de Ca^{+2} tendem a ser sequestrados pelo espaçoso vacúolo de células maduras e se translocam em maior quantidade para as folhas, que são órgãos de maior transpiração da planta, onde ficam incorporados (Maathuis, 2009).

O magnésio, quando não está fixado às moléculas de clorofila e nas paredes celulares, é móvel no sistema vascular do xilema e floema. O manganês ao ser incorporado ou imobilizado nas folhas, mesmo sob o processo de senescência induzida, não pode ser retranslocado (Kirkby e Römheld, 2007). Embora as mudas jovens apresentem alguma atividade fotossintética, seu crescimento depende especialmente de suas reservas e do seu sistema radicular.

O presente trabalho buscou analisar a utilização de uma dosagem de brassinosteróide que proporcionasse incrementos agrônômicos para a cultura do abacaxizeiro, porém, com período entre as aplicações e as avaliações diferentes quando comparado aos trabalhos até aqui citados. Este método pode ter interferido nos resultados, indicando a necessidade deste planejamento na execução de futuros experimentos, atrelando a quantidade de brassinosteróide e o número de aplicações ao tempo necessário até a realização das avaliações, além do estágio de desenvolvimento do vegetal.

Outro fator extremamente relevante aos estudos com brassinosteróide é o alto custo para sua aquisição, combinado com os tímidos efeitos encontrados até o momento, tornado sua aplicabilidade prática ainda muito limitada.

Conclusões

A aplicação do análogo de brassinosteróide não exerce influência no crescimento e na nutrição das mudas do abacaxizeiro 'Pérola';

A aplicação do análogo de brassinosteróide promove acréscimo nos teores de compostos fenólicos foliares do abacaxizeiro 'Pérola';

Mudas de abacaxizeiro 'Pérola' do tipo rebento, que recebem corte de suas folhas, apresentam crescimento inferior quando comparado com outros tipos de muda de igual massa. Apesar disto, este tipo de muda obteve os maiores teores de cálcio, magnésio e manganês.

Referências Bibliográficas

- Abreu, P. (1991) Brassinosteróide: um novo grupo de fito-hormonas. *Revista Química Nova*, 14 (1): 44-48.
- Aquije, G. M. D. F. V., Zorzal, P. B., Buss, D. S., Ventura, J. A., Fernandes, P. M. B., Fernandes, A. A. R. (2010). Cell wall alterations in the leaves of fusariosis-resistant and susceptible pineapple cultivars. *Plant cell reports*, 29 (10): 1109-1117.
- Badiale-Furlong, E., Colla, E., Bortolato, D. S., Baisch, A. L. M. (2003) Avaliação do potencial de compostos fenólicos em tecidos vegetais. *Vetor*, 13: 105-114.
- Borcioni, E., Negrelle, R. R. B. (2012) Aplicação de análogo de brassinosteróide (Biobras 16[®]) sobre a germinação e crescimento *in vitro* de embriões zigóticos e aclimatização de plântulas de bocaiuva. *Ciência Rural*, Santa Maria, 42 (2): 270-275.
- Burnell, J. N. (1988) The biochemistry of manganese in plants. In: Graham, R.D., Hannam, R. J., Uren, N. C. Manganese in soils and plants. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 125-137.
- Catunda, P. H. A., Marinho, C.S., Gomes, M. M. A., Carvalho, A. J. C. de. (2008) Brassinosteróide e substratos na aclimatização do abacaxizeiro 'Imperial'. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, 30 (3): 345-352.
- Coelho, R. I., Carvalho, A. C. J. de, Thiebaut, J. T. L., Lopes, J. C. (2009) Brotação de gemas em secções de caule de abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' tratadas com reguladores de crescimento. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 31 (1): 203-209.
- Colli, S. (2008) Outros reguladores: Brassinoesteróides, poliaminas, ácidos jasmônico e salicílico. In: Kerbauy G B. *Fisiologia Vegetal*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. p. 297-302.

- Fujioka, S., Sakurai, A. (1997) Biosynthesis and metabolism of brassinosteroids. *Physiologia Plantarum*, 100 (3): 710-715.
- Freitas, S. de J., Santos, P. C. dos; Carvalho, A. J. C. de; Berilli, S. da S., Gomes, M. de M. de A. (2012) Brassinosteroide e adubação nitrogenada no crescimento e estado nutricional de mudas de abacaxizeiro provenientes do seccionamento de caule. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, 34 (2): 612-618.
- Freitas, S. de J., Santos, P. C., Berilli, S. da S., Lopes, L. C., Carvalho, A. J. C. (2014) Brotação, desenvolvimento e composição nutricional de mudas de abacaxizeiro provenientes de gemas axilares submetidas ao brassinosteroide. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 9 (1): 19-24.
- Fridman, Y., Savaldi-Goldstein, S. (2013) Brassinosteroids in growth control: how, when and where. *Plant science*, 209: 24-31.
- Gomes, M.M.A. (2011) Physiological effects related to brassinosteroide application in plants. In: HAYAT, S., AHMAD, A. Brassinosteroids: a class of plant hormone. New York: Springer, p.119-142.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2016) Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=t&o=11&i=P>. Acesso em 04/10/2016.
- Kerbaui, G. B.. (2008) *Fisiologia Vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2ª Ed, 431p.
- Khripach, V., Zhabinskii, V., de Groot, A. (2000) Twenty years of brassinosteroids: steroidal plant hormones warrant better crops for the XXI century. *Annals of Botany*, 86 (3): 441-447.

- Kirkby, E. A., Römheld, V. (2007) *Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade*. Internacional Plant Nutrition Institute, Encartetécnico, (Informações agronômicas Nº 118).
- Lako, J., Trener, V. C., Wahlqvist, M., Wattanapenpaiboon, N., Sotheeswaran, S., Premier, R. (2007) Phyto chemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods. *Food Chemistry*, 101 (4): 1727–1741.
- Maathuis, F. J. M. (2009) Physiological functions of mineral macronutrients. *Current Opinion in Plant Biology*, 12: 250–258.
- Malézieux, E., Bartholomew, D. P. (2003) Plant nutrition. In: Bartholomew, D.P., Paul, R.E., Rohrbach, K.G. (Ed.). *The pineapple: botany, production and uses*. Honolulu: CAB, p.143-165.
- Miguel, A. C. A., Spoto, M. H. F., Abrahão, C., Silva, P. P. M. (2007) Aplicação do método QFD na avaliação do perfil do consumidor de abacaxi pérola. *Ciência Agrotécnica*, 31 (2): 563-569.
- Paula, M. B. de; Carvalho, J. G. de, Nogueira, F. D., Silva, C. R. de R. (1985) Exigências nutricionais do abacaxizeiro. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 11 (130): 27-32.
- Ramos, M. J. M., Monnerat, P. H., Pinho, L. G. R. (2013) Leitura SPAD em abacaxizeiro imperial cultivado em deficiência de macronutrientes e de boro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 35 (1): 277-281.
- Reis, R.C., Viana, E. de S., Jesus, J. L. de; Lima, L. F., Neves, T. T. das; Conceição, E. A. da. (2005) Compostos bioativos e atividade antioxidante de variedades melhoradas de mamão. *Revista Ciência Rural*, Santa Maria, 45 (11): 2076-2081.

- Hänsch, R., Mendel, R. R. (2009) Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). *Current Opinion in Plant Biology*, 12: 259–266.
- Santos, M. A. T. dos; Nepomuceno, I. A. dos S., Abreu, C. M. P. de; Carvalho, V. D. de. (2001) Teores de policompostos fenólicos totais de caule e folha de quatro cultivares de abacaxizeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, 23 (2): 274-276.
- Santos, P. C., Da Silva, M. P., Freitas, S. D. J., Berilli, S. D. S., Altoé, J. A., Silva, A. D. A., Carvalho, A. J. C. (2014) Ácidos húmicos e brassinosteróide no crescimento e estado nutricional de rebentos de coroas de abacaxi. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 9 (4): 532-537.
- Silva, M. L. C., Costa, R. S., Santana, A. dos S., Koblitz, M. G. B. (2010) Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 31 (3): 669-682.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2013) *Fisiologia Vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 954p.
- Zeny, B., Trojan, D. G. (2016) Hormônios de plantas: uma prospecção sobre suas descobertas e aplicações. *Revista TechnoEng*. 1 (11): 1-48.

4.2. Estrutura foliar e produção de compostos fenólicos de abacaxizeiro 'Pérola' adubado com Agrosilício

Resumo - O ataque de pragas e doenças na cultura do abacaxizeiro culmina na utilização de grandes quantidades de agrotóxicos nas lavouras, podendo causar sérios malefícios ao homem e ao ambiente. O desenvolvimento de estudos sobre a utilização de substâncias capazes de induzir resistência em vegetais pode contribuir para um manejo mais ecológico da cultura. O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise dos aspectos biométricos, estruturais e da produção de compostos fenólicos em folhas de diferentes tipos de muda de abacaxizeiro 'Pérola' em função da adubação com Agrosilício. Para isso, foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial 4x3, sendo quatro doses de silicato de cálcio e magnésio – Agrosilício Plus[®] (0; 10; 20 e 30 g dm⁻³) e três tipos de muda (coroa, filhote e rebento), com quatro repetições e uma planta por vaso. A aplicação foi realizada 30 dias após o plantio em forma de cobertura e incorporada ao substrato. Aos 210 dias após o plantio foi retirada uma folha "D" de cada tratamento para avaliação dos aspectos estruturais. Aos 330 dias após o plantio avaliou-se a altura das plantas, o número de folhas, a massa seca foliar e a produção dos compostos fenólicos na parte aérea. Os maiores incrementos biométricos são obtidos nas mudas do tipo coroa. Com relação às características estruturais da folha, observa-se que os três tipos de muda respondem de forma distinta às diferentes doses de Agrosilício.

Palavras-chave: Anatomia foliar, mudas, adubação silicatada, *Ananas comosus*.

Structure leaf and phenolic compounds production of pineapple 'Pérola' Agrosilício fertilization

Abstract - The attack of insect pests and diseases in pineapple culture culminates in the use of large quantities of pesticides in crops and can cause serious harm to man and the environment. The development of studies about the use of substances capable to induce resistance in plants can contribute to a more ecological management of the crop. The aim of this work was to perform analysis of the biometric structural and production of phenolic compounds in leaves of different types of changes pineapple 'Pérola' due to fertilization with Agrosilício. For this, it adopted the experimental randomized block design in a factorial 4x3, with four doses of calcium and magnesium silicate - Agrosilício Plus® (0; 10; 20 and 30 g dm⁻³) and three seedlings types (crown, cub and shoot), with four replications and one plant per pot. The application was made 30 days after planting in the form of coverage and incorporated into the substrate. At 210 days after planting was a leaf "D" taken from each treatment to assess the structural aspects. At 330 days after planting was evaluated the plant height, leaf number, leaf dry weight and the production of phenolic compounds in the shoot. The highest biometric increments values are assigned the seedlings crown type. With regard to the structural characteristics of the leaf, it is observed that the three types of changes respond differently to different dosages of Agrosilício.

Keywords: Leaf anatomy, seedlings, silicate fertilization, *Ananas comosus*.

Introdução

O cultivo do abacaxizeiro (*Ananas comosus* L., Merrill) enfrenta grandes problemas devido à sua suscetibilidade ao ataque de pragas e doenças, o que fragiliza o processo produtivo e culmina em grandes perdas para o produtor. Para Bedor et al., (2009), a ampla utilização de agrotóxicos na tentativa de minimização desses entraves do sistema produtivo rural pode gerar consequências negativas.

O ataque de agentes patogênicos nessa cultura pode reduzir consideravelmente a produção e a qualidade do fruto, sendo a utilização de agrotóxicos o método de controle mais utilizado (Nogueira et al., 2014). Contudo, o uso intensivo desses produtos pode provocar resistência dos patógenos e

causar efeitos negativos ao ambiente (Chapola et al., 2014), em razão de possíveis contaminações do solo, da água e do ar.

Além desses fatores, o uso de agrotóxico tem um efeito danoso sobre a saúde humana, podendo ocasionar quadros severos de intoxicação a quem os aplica e os ingere (Guimarães, 2014). Nesse sentido, mostra-se extremamente importante o estudo e a utilização de métodos alternativos ao controle químico de pragas e doenças (Vieira et al., 2006). Dentre essas alternativas, destaca-se a aplicação de fontes de silício nas plantas, pelo fato de beneficiar muitas espécies vegetais (Goussain et al., 2005), além de favorecer o ambiente, já que configura uma forma de reaproveitamento dos resíduos de silicato produzidos pelas siderúrgicas durante o processamento do aço e do ferro (Barbosa et al., 2008).

Pesquisas com resistência induzida estão sendo desenvolvidas com a aplicação de fontes de silício, principalmente em gramíneas, o que tem proporcionado um aumento no grau de resistência das plantas, seja pelo seu acúmulo nas células epidérmicas, tornando os tecidos mais rígidos, ou pela produção de compostos de defesa, que são deletérios para doenças e insetos praga (Gomes et al., 2005). De acordo com Botelho et al., (2005), adubações que fornecem silício podem promover o acúmulo deste nutriente nas paredes celulares, proporcionando seu espessamento e funcionando como uma barreira física contra a penetração de fitopatógenos e insetos.

Segundo Pozza et al. (2004), este efeito pode estar relacionado, também, à indução de uma série de reações metabólicas que atuam na defesa natural das plantas, tais como a formação de compostos fenólicos, fitoalexinas e ligninas. Silva et al., (2010) ainda afirmam que o incremento no teor de substâncias fenólicas em mudas de abacaxizeiro está intimamente relacionado à estratégia de defesa das plantas, o que pode interferir de forma positiva para o sucesso em meio às condições adversas do sistema produtivo.

Além dos benefícios supracitados, foi constatada a relação do silício com a redução do estresse hídrico (Gao et al., 2006) e na manutenção de folhas mais eretas, melhorando a interceptação de radiações fotossintéticas (Vicentini et al., 2009), além de conferir resistência à salinidade e à toxidez provocada por excesso de alumínio, manganês e ferro (Fischer et al., 1990; Ma et al., 1997). É crescente a utilização de silicatos na agricultura e dentre eles o Agrosilício, um silicato de cálcio e magnésio.

Outro nutriente capaz de influenciar a anatomia foliar é o cálcio (Melo et al., 2004), elemento estrutural constituinte da parede celular (Grant et al., 1973) e conhecido como um mensageiro secundário em resposta às diferentes condições de estresse em plantas (Hepler e Wayne, 1985). Os tecidos deficientes em cálcio apresentam aspecto gelatinoso nas pontas das folhas e nas regiões de crescimento, isso ocorre devido à falta de pectato de cálcio na formação da parede celular (Novais et al., 2007).

A relação existente entre a absorção de cálcio e magnésio é bastante conhecida para a agricultura. Além de atuar como ativador enzimático, o magnésio ocupa a posição central na molécula da clorofila, servindo como uma ponte entre o ATP e compostos orgânicos, sendo, portanto, importantíssimo para o metabolismo celular (Novais et al., 2007).

Acredita-se que a adubação com Agrosilício em abacaxizeiro pode tornar os tecidos vegetais mais rígidos e/ou menos acessíveis, dificultando, assim, o ataque de agentes patogênicos que venham causar danos à cultura. De acordo com Silva et al., (2012b), a realização de estudos anatômicos em tecidos de abacaxizeiro é essencial para o aprimoramento do processo de produção de mudas.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi realizar uma análise dos aspectos biométricos, estruturais da lâmina foliar e da produção de compostos fenólicos em diferentes tipos de muda de abacaxizeiro 'Pérola' em função da adubação com Agrosilício.

Material e Métodos

O experimento foi instalado em maio de 2014 e conduzido no campus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), em Campos dos Goytacazes/RJ, em casa de vegetação revestida com telado antiafídeo nas laterais e na parte superior com sombrite da cor preta (50%) sob plástico transparente de 150 micras. Foram utilizadas mudas de abacaxizeiro 'Pérola' provenientes de lavouras comerciais da região de São Francisco do Itabapoana/RJ.

Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial 4x3, sendo quatro doses de silicato de cálcio e magnésio –

Agrosilício Plus[®] (0; 10; 20 e 30 g dm⁻³) e três tipos de muda (coroa, filhote e rebento), com quatro repetições. A unidade experimental foi composta por uma muda em cada vaso. As garantias nutricionais do Agrosilício Plus[®] de acordo com o fabricante são 25% de cálcio, 6,0% de magnésio e 10,5% de silício, com poder relativo de neutralização total de 85%.

Para efeito de padronização das mudas, todos os tipos utilizados foram transferidos para o vaso com aproximadamente 25 a 35 centímetros de comprimento e massa variando de 200 a 300 gramas. As mudas do tipo rebento tiveram suas folhas cortadas pela metade, prática cultural da região.

Os vasos com capacidade de 5 dm³ foram preenchidos com areia de rio lavada, adubada com 30 gramas/vaso de Osmocote[®] (adubo de liberação lenta) na formulação 14-14-14. Aos 30 dias após o plantio, as mudas foram adubadas com 150 mL da solução nutritiva completa empregada por Ramos et al., (2013), que apresentava a seguinte composição, em mg L⁻¹: N (NO₃⁻) = 112; N(NH₄⁺) = 3,5; P = 7,74; K = 156,4; Ca = 80; Mg = 24,3; S = 32;0; Cl = 1,77; Mn = 0,55; Zn = 0,13; Cu = 0,03; Mo = 0,05; B = 0,3; Fe = 2,2 e pH = 5,5, o que foi repetido a cada 30 dias.

Para manter a planta hidratada e o substrato próximo à capacidade de campo, foi utilizado um sistema de irrigação por gotejamento duas vezes ao dia, às 7 e às 19 horas, de modo que cada planta recebesse a quantidade média diária de 70 mL de água. As médias de temperatura diária, máxima e mínima durante o período de realização do experimento foram de 29,8; 37,5 e 22,4 °C, respectivamente. A aplicação do Agrosilício foi realizada 30 dias após o plantio das mudas em forma de cobertura e incorporado ao substrato. Aos 210 dias após o plantio foi retirada uma folha “D” de cada tratamento para avaliação dos aspectos estruturais da folha.

O material foi preparado para microscopia óptica utilizando-se fragmentos do terço mediano da lâmina foliar, que foram fixados à temperatura ambiente em uma solução aquosa contendo glutaraldeído 2,5%, paraformaldeído 4,0% e tampão cacodilato de sódio a 0,05 M em pH 7,2 (Cunha et al., 2000). Posteriormente, as amostras foram lavadas em tampão cacodilato de sódio a 0,05 M, e pós-fixadas em tetróxido de ósmio 1% e tampão cacodilato de sódio 0,05M. Subsequentemente, o material foi desidratado em uma série alcoólica crescente, infiltrado e embebido em resina Unicryl[®]. Secções semifinas de aproximadamente

70 nm foram obtidas em ultramicrotomo (Reichert Ultracuts Leica Instruments[®]) utilizando faca de diamante (Diatome[®]). Os cortes obtidos foram então corados com azul de toluidina 1% e tampão Borax 1% (Johansen, 1940), sendo após observados em microscópio de campo claro (Axioplan, Zeiss, Munich, Germany).

Para as análises das características estruturais da folha foram feitas medidas de epiderme e cutícula adaxial e abaxial, tendo como amostragem quatro folhas para cada tratamento e 30 campos para cada tipo foliar analisado. As imagens obtidas através de microscópio óptico, acoplado com câmera Cannon Power Shot A640, foram processadas e analisadas, utilizando sistema digital de processamento de imagens ImagePro-Plus.

Aos 330 dias após o plantio avaliou-se a altura das plantas, por meio de uma régua graduada em milímetros (as mudas tiveram suas folhas agrupadas para cima, sendo medidas da base até a extremidade da folha maior); o número de folhas, o qual foi obtido por meio da contagem de todas as folhas visíveis, e por último, com o auxílio de balança de precisão, foi avaliada a massa seca foliar. A determinação da massa seca do material vegetal foi realizada após secagem em estufa de ventilação forçada a 48°C por 14 dias.

Posteriormente à secagem das amostras foliares, estas foram trituradas em moinho tipo Wiley com peneira de 20 *mesh* e foram armazenadas em frascos hermeticamente fechados. Foi separado 5,0 g do material vegetal e, em seguida, foram adicionados 20 mL de metanol, o qual foi mantido em agitador magnético durante uma hora. Após, foi adicionado 5mL de metanol e agitado por mais 30 minutos. Com a filtragem do homogeneizado, este foi clarificado com 5mL de solução de hidróxido de bário 0,3M e 5 mL de solução de sulfato de zinco 5%. A determinação de compostos fenólicos foi realizada de acordo com metodologia descrita por Badiale-Furlong et al., (2003).

Os dados foram submetidos a análises de variância pelo teste F, e os dados qualitativos foram submetidas ao teste de Tukey em 5% de probabilidade de erro. Para os dados quantitativos foi realizada a análise de regressão.

Resultados e Discussão

Houve interação significativa entre os fatores doses de Agrosilício e tipos de muda (Tabela 1). As características biométricas, altura, número de folhas e massa seca foliar apresentaram variações entre os tipos de muda.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para altura, número de folhas, massa seca foliar e compostos fenólicos em três tipos de muda de abacaxizeiro 'Pérola', adubadas com Agrosilício aos 330 dias após o plantio.

Causas de Variação	Valores de F			
	Altura	Número de folhas	Massa seca foliar	Compostos fenólicos
Doses de Agrosilício	1,0319 ^{ns}	1,2925 ^{ns}	2,7233 ^{ns}	8,688 ^{**}
Tipos de Muda	5,4393 [*]	60,9736 ^{**}	12,7332 ^{**}	0,353 ^{ns}
Agrosilício x T. de Muda	1,2525 ^{ns}	1,9788 ^{ns}	0,9644 ^{ns}	28,373 ^{**}
Média	77,18	45,92	242,44	0,81
CV (%)	7,24	10,36	13,86	5,06

^{ns}. (não significativo em 5% de probabilidade de erro pelo teste F); * significativo em 5% de probabilidade e ** significativo em 1% de probabilidade.

Por meio da análise comparativa das características biométricas apenas para os tipos de muda, observou-se que o tipo coroa possui os maiores valores biométricos, seguido pelo tipo filhote. A muda do tipo coroa foi a que apresentou os maiores valores para os parâmetros analisados (Tabela 2).

Tabela 2. Análise comparativa das características biométricas para os diferentes tipos de muda de abacaxizeiro 'Pérola' aos 330 dias após o plantio.

Tipo de Muda	Altura (cm)	Número de folhas	Massa seca foliar (g)
Filhote	77,9 ab	45,4 b	245,7 b
Coroa	79,3 a	55,8 a	276,1 a
Rebento	74,2 b	36,5 c	205,5 c
CV (%)	5,86	10,79	9,21

Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey em 5%.

Muitos pesquisadores procuram alternativas que promovam, dentre outros, ganhos biométricos para o sistema de produção de mudas de abacaxizeiro, tais como aplicação de ácidos húmicos e bactérias endofíticas (Baldotto et al., 2010), inoculação de fungos micorrízicos (Santos et al., 2011), aplicação foliar de nutrientes (Bregonci et al., 2008) e utilização de diferentes

substratos (Catunda, 2008). Neste sentido, o silício pode inclusive ser empregado como substrato, visando o aumento da produção de alguns vegetais.

Apesar de o silício atuar como elemento que auxilia no sistema de defesa na planta (Pereira Junior et al., 2010), também pode ser empregado como substrato visando elevar a produtividade de algumas culturas. Porém, ainda são escassos os trabalhos sobre a avaliação das características biométricas de espécies frutíferas em resposta a adubação silicatada, principalmente se tratando da cultura do abacaxizeiro.

Braga et al., (2009), avaliando diferentes fontes de silício em mudas de morangueiro micropropagadas, relataram aumento da massa fresca e seca, incremento no número de brotações e folhas com maior densidade estomática. Segundo os mesmos autores, esses dados demonstram os benefícios do uso de uma fonte de silício na micropropagação do morangueiro.

Adicionalmente, Ferreira (2009) mensurou os efeitos de diferentes doses de silício, utilizando o silicato de cálcio incorporado ao solo em plantas de melão. Os resultados revelaram que a altura da planta aumentou de forma linear com as doses crescentes de SiO_2 . Pulz et al., (2008) também mostraram resultados semelhantes com batatas quando tratadas com silicato de cálcio e magnésio, relacionando tal característica ao maior alongamento celular induzido pelo silicato.

O fato das mudas do tipo coroa terem alcançado resultados positivos é interessante, pois propõe a utilização de um tipo de muda que, na maioria das vezes, possui grau sanitário mais adequado. Os valores inferiores dos parâmetros biométricos nas mudas do tipo rebento podem estar relacionados ao fato das suas folhas terem sido cortadas pela metade. Além disso, todas as mudas possuíam massas semelhantes, o que proporcionou melhor comparação das variáveis entre as mesmas.

Para a produção de compostos fenólicos, as mudas do tipo coroa apresentaram comportamento polinomial positivo nas doses de Agrosilício (Figura 1), especificamente na dose estimada de $16,37 \text{ g dm}^{-3}$, que proporcionou a produção máxima ($0,87 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$). Lado outro, a aplicação crescente de doses do Agrosilício proporcionou redução na produção de compostos fenólicos nos demais tipos de muda utilizados.

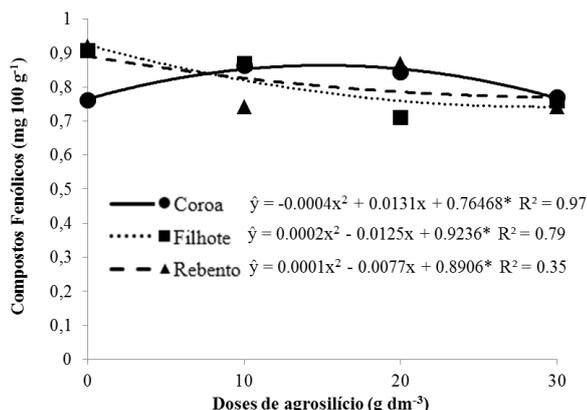


Figura 1. Produção de compostos fenólicos de folhas de abacaxizeiros 'Pérola' em função de diferentes tipos de muda submetidos a doses de Agrosilício aos 210 dias após o plantio. * Significativo em 5% de probabilidade pelo teste F.

Verifica-se, portanto, que este padrão de resposta mostra maior funcionalidade das mudas do tipo coroa quando submetidas à aplicação com Agrosilício. O aumento da quantidade de fenóis em plantas adubadas com compostos silicatados também já foi observado por outros autores (Chérif et al., 1994; Fawe et al., 1998; Ghanmi et al., 2004; Rodrigues et al., 2004). No entanto, cabe ressaltar que ainda é desconhecida a interação do silicato com as vias bioquímicas de síntese desses compostos em plantas (Fauteux et al., 2005).

O aumento de compostos fenólicos induzidos por silicatos pode culminar em diferentes benefícios para as plantas. Kidd et al., (2001) mostraram que plantas de milho tratadas com silício produziram mais compostos fenólicos, o que as tornaram mais resistentes à toxicidade com alumínio. Fauteux et al., (2005) relatam que a produção dessas substâncias por intermédio de silicato também atua na proteção contra agentes patogênicos. Fawe et al., (1998) revelaram que plantas de abóbora tratadas com silicato eram mais resistentes ao ataque de fungos devido à maior produção de flavonoides.

Gomes et al. (2005) relatam, ainda, que a produção de compostos fenólicos pode atuar na proteção contra insetos fitófagos. Isto estaria relacionado à produção de substâncias fenólicas, como a lignina, que cria barreiras limitando o ataque de insetos a planta (Chérif et al., 1992b; Stein et al., 1993).

Para as variáveis anatômicas analisadas, nota-se que as doses de Agrosilício influenciaram na espessura da epiderme adaxial, epiderme abaxial e da cutícula adaxial das folhas de abacaxizeiro 'Pérola'. Os tipos de muda utilizados não influenciaram nas variáveis anatômicas de forma isolada. Porém,

quando é estabelecida a interação estatística entre os tipos de muda e doses de silicato empregados observa-se significância nos dados (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância para as espessuras da lâmina foliar, em relação aos fatores dose de agrosilício e tipos de muda aos 210 dias após o plantio.

Causas de Variação	Epiderme adaxial	Epiderme abaxial	Cutícula adaxial	Cutícula abaxial
Agrosilício	8,0518**	14,4333**	11,9180**	2,5730 ^{ns}
Muda	2,7411 ^{ns}	0,3458 ^{ns}	1,9852 ^{ns}	0,1992 ^{ns}
Agrosilício x Muda	3,3522*	5,9612**	2,5965*	2,9820*
Média	30,86	17,88	12,80	9,77
CV (%)	7,68	7,24	6,70	7,93

^{ns} não significativo em 5% de probabilidade de erro pelo teste F; *significativo em 5% de probabilidade e ** significativo em 1% de probabilidade.

As doses de Agrosilício promoveram aumento da espessura da epiderme adaxial nas mudas do tipo filhote e rebento, enquanto na epiderme abaxial foi constatado o aumento de sua espessura nos três tipos de muda (Figura 2). Observou-se que a dose estimada de 15,82 g dm⁻³ de silicato foi a que induziu um maior espessamento da epiderme adaxial nas mudas do tipo filhote (33,40 µm) e 18,46 g dm⁻³ nas do tipo rebento (33,59 µm).

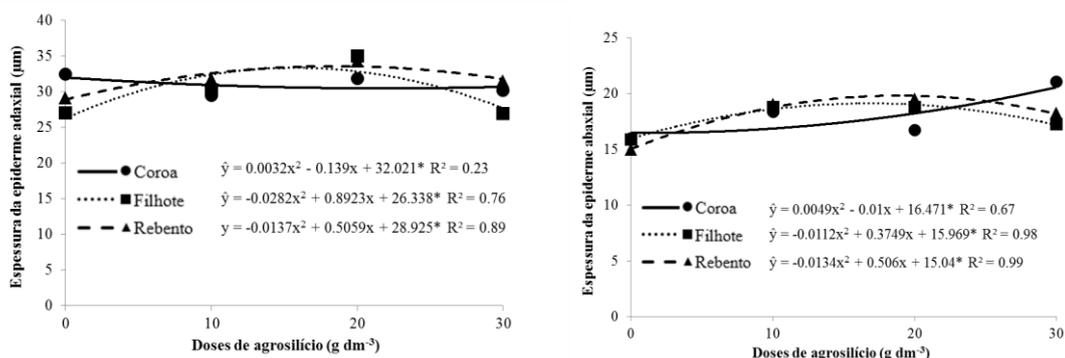


Figura 2. Espessura da epiderme adaxial e abaxial de abacaxizeiro 'Pérola' em função de diferentes tipos de muda submetidos a doses de Agrosilício aos 210 dias após o plantio. *Significativo em 5% de probabilidade pelo teste F.

Foi observado que os maiores espessamentos na face abaxial das epidermes das mudas do tipo filhote e rebento, foram de 19,11 e 19,92 µm nas doses estimadas de 16,74 e 18,88 g dm⁻³, respectivamente. Entretanto, maiores quantidades de silício disponíveis promoveram diminuição de seu espessamento (Figura 2), o que pode indicar uma possível saturação deste elemento no tecido.

Já nas mudas do tipo coroa, a dose de 30 g dm⁻³ proporcionou uma espessura estimada de 20,58 µm (Figura 2).

Quanto ao aumento da espessura da cutícula, observa-se que cada tipo de muda na face abaxial apresentou incrementos em diferentes doses (Figura 3). Na face adaxial todas as mudas tiveram comportamento similar às doses de Agrosilício, com tendência a sua redução em doses superiores a 20 g dm⁻³.

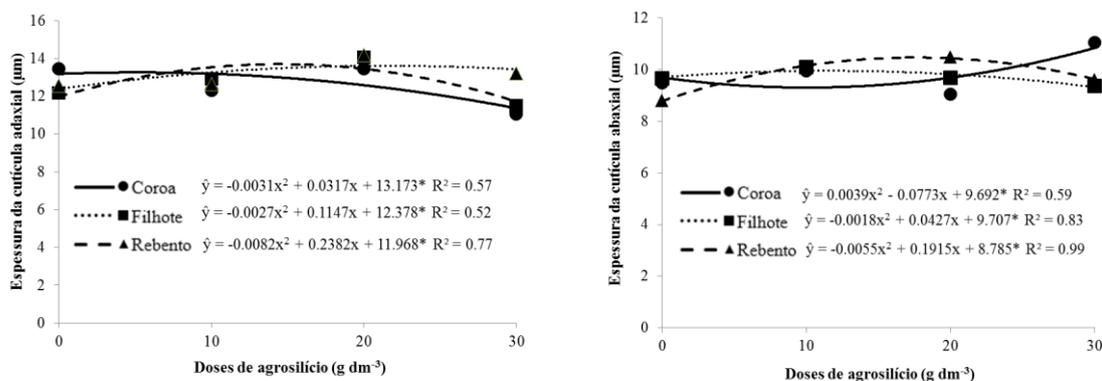


Figura 3. Espessura da cutícula adaxial e abaxial de abacaxizeiro 'Pérola' em função de diferentes tipos de muda submetidos a doses de Agrosilício aos 210 dias após o plantio. *Significativo em 5% de probabilidade pelo teste F.

As maiores médias em relação ao espessamento da cutícula na face adaxial das mudas dos tipos coroa, filhote e rebento foram de 13,25; 13,6 e 13,69 µm nas doses estimadas de 5,11; 21,14 e 14,52 g dm⁻³, respectivamente. Esses resultados mostram o quanto esta estrutura e os tipos de muda respondem de forma distinta ao fornecimento do Agrosilício (Figura 3).

Na face abaxial da folha de mudas do tipo rebento, observa-se o maior incremento na espessura dessa cutícula na dose de 17,41 g dm⁻³ (10,45 µm). Para as mudas do tipo filhote, o maior valor (9,96 µm) foi obtido com a dose estimada de 11,86 g dm⁻³. Já nas mudas do tipo coroa, a dose de 30 g dm⁻³ proporcionou uma espessura da cutícula abaxial estimada de 10,88 µm (Figura 3).

O maior espessamento das epidermes e cutículas em plantas tratadas com silício está intimamente relacionado ao acúmulo desse elemento nestes tecidos (Kim et al., 2002). O transporte e a deposição de silicato em plantas tendem a seguir o fluxo transpiratório (Yoshida et al., 1962), o que facilita a interação com componentes da parede das células epidérmicas (Kim et al., 2002). O silício se deposita especificamente na região entre a cutícula e a parede celular,

estabelecendo a formação de uma camada dupla de cutícula-sílica (Yoshida et al., 1962).

Os benefícios do espessamento tecidual, acarretado pela deposição de silício, podem culminar em resistência a diferentes tipos de estresse biótico e abiótico (Ma et al., 2004). Tem sido relatado o papel protetor do silício na inibição do desenvolvimento de fungos patogênicos em arroz, pepino, melão e folhas de uva (Bowen et al., 1992; Menzies et al., 1992; Seebold et al., 2001). Além disso, já é descrito o papel do silício na indução de síntese de lignina. Gomes et al., (2008) mostraram que plantas de batata adubadas com silício aumentam o teor desse composto. O aumento de lignina na planta torna as paredes celulares mais resistentes ao ataque de enzimas hidrolíticas, à difusão de toxinas e estabelece barreiras mecânicas contra insetos fitófagos (Ride 1978; Starck 1997).

De acordo com Aquije et al., (2010), a cultivar de abacaxizeiro Vitória, que é resistente ao fungo *Fusarium guttiforme*, apresenta lignificação das paredes celulares, o que funciona como mecanismo de defesa, provavelmente relacionado aos altos teores de compostos fenólicos ligados à constituição da parede celular.

Além dos fatores supracitados, o espessamento da epiderme, em especial das cutículas, pode favorecer uma resistência à perda de água. O acúmulo de silício na epiderme das células guarda dos estômatos pode reduzir as taxas transpiratórias das plantas, minimizando dessa forma os efeitos do estresse hídrico (Ma et al., 2004) e tornando mais eficiente o uso da água (Kim et al., 2002).

A aplicação de silício também pode ser uma boa estratégia na proteção contra altas temperaturas, a qual pode atuar na contenção da perda de eletrólitos (Agarie et al., 1998) e na estabilização das membranas lipídicas (Ma et al., 2004). Os processos fotossintéticos também podem ser otimizados pela adubação com silício. O acúmulo deste elemento nas paredes celulares torna as folhas mais eretas e, conseqüentemente, repercute no aumento do dossel fotossintético, favorecendo dessa forma maior interceptação da luz (Savant et al., 1997; Kim et al., 2002).

Nesse sentido, a descoberta dos efeitos de adubações sobre a espessura de tecidos vegetais propicia novos direcionamentos em relação ao manejo das culturas, seja proporcionando alternativas ao controle de enfermidades ou mesmo promovendo incrementos agronômicos.

Conclusões

Os maiores incrementos biométricos são obtidos nas mudas do tipo coroa, enquanto as mudas do tipo rebento, que têm suas folhas cortadas pela metade, crescem menos.

A adubação com Agrosilício proporciona redução na produção de compostos fenólicos de mudas dos tipos filhote e rebento. Já em mudas do tipo coroa, o uso do silicato aumenta os teores de compostos fenólicos foliares.

A adubação com Agrosilício exerce influência sobre as espessuras da epiderme e cutícula abaxiais e adaxiais do abacaxizeiro 'Pérola'.

Referências Bibliográficas

- Aquije, G. M. D. F. V., Zorzal, P. B., Buss, D. S., Ventura, J. A., Fernandes, P. M. B., Fernandes, A. A. R. (2010). Cell wall alterations in the leaves of fusariosis-resistant and susceptible pineapple cultivars. *Plant cell reports*, 29(10):1109-1117.
- Asmar, S. A., Pasqual, M., de Araujo, A. G., Silva, R. A. L., Rodrigues, F. A., Pio, L. A. S. (2013). Características morfofisiológicas de bananeiras 'Grande Naine' aclimatizadas em resposta a utilização de silício *in vitro*. *Semina: Ciências Agrárias*, 34(1): 73-82.
- Baldotto, L.E.B., Baldotto, M.A., Canellas, L.P., Bressan-Smith, R., Olivares, F.L. (2010) Growth promotion of pineapple 'Vitória' by humic acid sand *Burkholderia* spp. During acclimatization. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34 (5): 1593-1600.
- Barbosa, N. C., Venâncio, R., Assis, M. H. S., de Brito Paiva, J., Carneiro, M. A. C., Pereira, H. S. (2008). Formas de aplicação de silicato de cálcio e magnésio na cultura do sorgo em Neossolo Quartzarênico de Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 38(4): 290-296.

- Bedor, C. N. G., Ramos, L. O., Pereira, P. J., Rêgo, M. A. V., Pavão, A. C., Augusto, L. G. D. S. (2009). Vulnerabilidades e situações de riscos relacionados ao uso de agrotóxicos na fruticultura irrigada. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 12(1): 39-49.
- Botelho, D. M. S., Pozza, E. A., Pozza, A. A., Carvalho, J. D., Botelho, C. E., Souza, P. D. (2005). Intensidade da cercosporiose em mudas de cafeeiro em função de fontes e doses de silício. *Fitopatologia Brasileira*, 30 (6): 582-588.
- Braga, F. T., Nunes, C. F., Favero, A. C., Pasqual, M., Carvalho, J. D., Castro, E. D. (2009). Características anatômicas de mudas de morangueiro micropropagadas com diferentes fontes de silício. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44 (2): 128-132.
- Bregonci, I. dos S., Schmildt, E. R., Coelho, R. I., Reis, E. F. dos; Brum, V.J. Santos, J.G. dos. (2008). Adubação foliar com macro e micronutrientes no crescimento de mudas micropropagadas do abacaxizeiro cv. Gold [*Ananas comosus* (L.) Merrill] em diferentes recipientes. *Ciência Agrotecnologia*, Lavras, 32 (3): 705-711.
- Catunda, P. H. A., Marinho, C. L., Gomes, M. M. de A., Carvalho, A. J. C. de (2008) Brassinosteroides e substratos na aclimatização de abacaxizeiro 'Imperial'. *Acta Scientiarum: Agronomy*, Maringá, 30 (3): 345-352.
- Chapola, R. G., Ogasawara, G. A., Jans, B., Junior, M., Sidnei, N. (2014) Controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar por meio da pulverização de fungicidas em rebolos no sulco de plantio. *Ciência Rural*, 44 (2) 197-202.
- Cunha M., Gomes V. M., Xavier Filho J., Attias, M., Souza W., Miguens F. C. (2000) Laticifer system of *Chamaescye thymifolia*. A closed host environment for Trypanosoma tides. *Biocell*, 24: 123-132.
- Dayanadam, P., Kaufman, P.B., Franklin, C.L. (1983) Detection of silica in plants. *American Journal of Botany*, 70 (7): 1079-1084.

- Epstein, E. (1999) Silicon. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. *Plant Biology*, 50: 641-664.
- Ferreira, H. A. (2009). *Silício no controle da mancha-aquosa em meloeiro (Cucumis melo L.)*. (Mestrado em Fitopatologia) – Recife/PE, Universidade Federal Rural de Pernambuco. 82p.
- Fischer, R., Elmori, I., Milan, P. A., Bissani, C. A. (1990). Efeito do calcário e fontes de silício sobre a toxidez de ferro em arroz irrigado. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, 43 (390): 6-10.
- Gao, X., Zou, C., Wang, L., Zhang, F. (2006) Silicon decreases transpiration rate and conductance from stomata of maize plants. *Journal of Plant Nutrition*, 29: 1637–1647.
- Gomes F.B., Moraes J.C., Santos C. D. dos, Goussain M. M. (2005) Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. *Scientia Agricola*, 62 (6): 547–551.
- Goussain, M.M., Prado, E., Moraes, J.C. (2005) Effect of silicon applied to head plants on the biology and probing behavior of the greenbug *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology*, 34 (5): 807-813.
- Grant, G. T., Morris, D. A., Rees, P. J. P., Smith, K. A. (1973). Biological interaction between polysaccharides and divalent cations: The eggbox model. *FEBS Letters*, Amsterdam, 32 (1): 195-198.
- Guimarães, A. R. (2014) O uso de agrotóxicos e suas implicações nas lavouras de abacaxi no Município de Monte Alegre de Minas (MG). *Espaço em Revista*, 15 (2): 2014.
- Guntzer, F., Keller, C., Meunier, J. (2012) Benefits of plant silicon for crops: a review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2 (1): 201-213.

- Hepler, P. K., Wayne, R. O. (1985) Calcium and plant development. *Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, Palo Alto, 36: 397-439.
- Hunt, J.W., Dean, A.P., Webster, R.E., Johnson, G.N., Ennos, A.R. (2008) A novel mechanism by which silica defends grasses against herbivory. *Annals of Botany* 102 (4): 653–656.
- Johansen, D. A. (1940) *Plant microtechnique*. New York, Mc. Graw-Hill Book Co. Inc., pp 523.
- Ma, J. F., Sasaki M., and Matsumoto (1997) Al-induced inhibition of root elongation in corn, Zea mays L. is overcome by Si addition. *Plant Soil*, 188: 171-176.
- Oliveira, L. A., Abreu Junior, C.H., Carneiro, J. M. T., Bendassolli, J.A. (2010) Mecanismos de absorção do silício pelas plantas. In: Rodrigues, F.A., Silício na agricultura. Anais do V Simpósio Brasileiro sobre Silício na Agricultura, Viçosa, p.61-88.
- Nogueira, Sônia R., Lima, Fábila S. O., Rocha, Edivan M., Araújo, Diego H. M. (2014) Fungicidas em fusariosis de melão: controle em estado de Tocantins, Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, Lisboa, 37 (4): 447-455.
- Pereira Junior, P., Rezende, P.M., Malfitano, S.C., Lima, R.K., Corrêa, L.V.T., Carvalho, E.R. (2010) Efeito de doses de silício sobre a produtividade e características agrônômicas da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 34 (4): 908-913.
- Pozza, A. A. A., Alves, E., Pozza, E. A., Carvalho, J. G. de, Montanari, M., Guimarães, P. T. G. Santos, D.M. (2004) Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de café. *Fitopatologia Brasileira*, 29: 185-188.

- Ramos, M. J. M., Monnerat, P. H., Pinho, L. G. R. (2013) Leitura SPAD em abacaxizeiro imperial cultivado em deficiência de macronutrientes e de boro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 35 (1): 277-281.
- Resende, R.S., Rodrigues, F.A., Soares, J.M., Casela, C.R. (2009) Influence of silicon on some components of resistance to anthracnose in susceptible and resistant *Sorghum lines*. *European Journal of Plant Pathology*, 124 (3): 533-541.
- Santos, P. C. dos, Freitas, M. S. M., Freitas, S. D. J., Silva, M. D., Berilli, S. D. S. (2011) Fungos micorrízicos no crescimento e nutrição de rebentos oriundos de coroa de abacaxi. *Revista Brasileira Fruticultura*, Volume Especial: 658-665.
- Silva, A. B., Pasqual, M., de Araujo, A. G., Braga, F. T., de Castro, E. M., de Barros Albert, L. H. (2012) Morfofisiologia e anatomia foliar de mudas micropropagadas e aclimatizadas de abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne em diferentes substratos. *Revista Ceres*, 59 (5): 580-586.
- Silva, V.F., Moraes, J.C., Melo, B.A. (2010) Influence of silicon on the development, productivity and infestation by insect pests in potato crops. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 34 (6): 1465-1469.
- Sujatha, K. B., Babu, S. M., Ranganathan, S., Rao, D. N., Ravichandran, S., Voleti, S. R. (2012). Silicon Accumulation and its Influence on some of the Leaf Characteristics, Membrane Stability and Yield in Rice Hybrids and Varieties Grown under Aerobic Conditions. *Journal of Plant Nutrition*. 36 (6): 963-975.
- Vicentini, V.B., Almeida, G. D. de, Zucoloto, M. (2009) Silicato de cálcio e benziotiazole na proteção do mamão contra antracnose em pós-colheita. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas, Terapêutica*, 35 (1): 131-137.
- Vichiato, M., Vichiato, M. R. de. M., Castro, D.M. de., Marchiori Júnior, W., Lima, C.D.F., Carvalho, J.G. de. (2007) Silício e fósforo no desenvolvimento e anatomia foliar de mudas de mamoeiro 'Improved Sunrise Solo 72/12'. In:

Martins, D. dos. S., Costa, A.N., Costa, A. de. F. S. da. (eds.). Papaya Brasil: Manejo, Qualidade e Mercado do Mamão, *Anais...* Vitória, p. 399-401.

Vieira, M. R., Sacramento, L. V. S., Furlan, L. O., Figueira, J. C., Rocha, A. B. O. (2006) Efeito acaricida de extratos vegetais sobre fêmeas de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 8 (4): 210-217.

4.3. Crescimento e nutrição de cultivares de abacaxizeiro submetidas à calagem

Resumo - O Brasil é um país com grandes possibilidades de aumento na produtividade agrícola, incluindo a cultura do abacaxizeiro, na qual a verificação da necessidade de calagem é altamente recomendável. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e a nutrição mineral de diferentes cultivares de abacaxizeiro submetidas à calagem. O experimento sob condições de campo foi instalado no Município de Marataízes/ES. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 3x3, sendo três níveis de calagem: 0; 1,23 e 2,12 toneladas por hectare, três cultivares de abacaxizeiro ('Imperial', 'Vitória' e 'Pérola') com quatro repetições. Aos 450 dias após o plantio procedeu-se as análises biométricas na planta inteira e nutricionais na folha "D". Aos 540 dias procedeu-se a colheita dos frutos, os quais foram utilizados para estimar a produtividade. A calagem proporciona ganhos biométricos para a cultura do abacaxizeiro. A cultivar Vitória responde muito bem a esta prática, seja por meio das características biométricas ou nutricionais. O abacaxizeiro 'Pérola' obteve a maior produtividade e os maiores teores foliares de nitrogênio, manganês, cobre e boro, independente da calagem. O porte do abacaxizeiro 'Imperial' é 25% menor quando comparado com as demais cultivares.

Palavras-chave: *Ananas comosus*, calcário, 'Imperial', 'Vitória', 'Pérola'.

Growth and nutrition of cultivars pineapple submitted to liming

Abstract - Brazil is a country with great possibilities increasing in agricultural productivity, including the pineapple culture, which the verification of the need for liming is highly recommended. The aim of this work was to evaluate the growth and mineral nutrition of different cultivars of pineapple submitted to liming. The experiment under field levels was installed in Marataízes/ES. Was adopted experimental randomized blocks design 3 x 3 factorial, and three levels of liming: 0; 1.23 and 2.12 tons per hectare, three cultivars of pineapple 'Imperial', 'Vitória' and 'Pérola', with four replications. At 450 days after plantation was carried biometric analysis in the whole plant and nutritional analysis in "D" leaf. At 540 days, proceeded the fruit harvest, which were used to estimate productivity. Liming provides biometric earnings for pineapple culture. The 'Vitória' cultivar presents good response to this practice, either by biometric or nutritional features. The 'Pérola' pineapple had obtained the highest productivity and the highest content nitrogen, manganese, copper and boron of leaves, independent of liming. The 'Imperial' pineapple size is 25% smaller compared to the other cultivars.

Keywords: *Ananas comosus*, 'Imperial', 'Vitória', 'Pérola'.

Introdução

O abacaxizeiro 'Pérola' lidera o mercado brasileiro, detendo 80% da produção nacional, principalmente devido ao seu sabor exótico e ao alto teor nutricional do fruto (Matos e Reinhardt, 2009). Contudo, por apresentar alta susceptibilidade à fusariose, vem-se buscando alternativas como o emprego de variedades resistentes, tais como a 'Imperial' (Cabral e Matos, 2009) e 'Vitória' (Ventura et al., 2009).

A fusariose é a principal doença da cultura no Brasil e é causada pelo fungo *Fusarium guttiforme*, responsável por perdas que variam entre 30 e 40% nos frutos, além de prejuízos provocados em cerca de 20% das mudas (Ventura et al., 2009). O surgimento de variedades de abacaxizeiro que apresentem resistência a patógenos ('Vitória', 'Imperial', 'IAC Fantástico' e 'Ajubá') e o manejo adequado da adubação podem ser considerados tecnologias de cultivo capazes

de proporcionar aumento da produtividade (Cardoso et al., 2013), como também a verificação da necessidade da calagem.

A produtividade na cultura do abacaxizeiro é uma questão bastante complexa. Isso se deve ao fato de estar relacionada com múltiplos fatores, destacando-se a cultivar e as condições ambientais. Segundo Coelho et al., (2007), esses dois fatores se tornam fundamentais, sendo necessária a associação de práticas culturais adequadas, as quais possibilitam o aumento das perspectivas de sucesso da cultura.

A prática da calagem é a mais utilizada para diminuir a acidez do solo. A técnica de aplicar calcário tem a capacidade de aumentar o pH do solo, reduzir a concentração de alumínio e manganês, propiciar o aumento da disponibilidade de nutrientes, além de aumentar a atividade microbiana do solo, proporcionando o crescimento das plantas com maior rapidez e aumentando o índice de estabelecimento das mudas no campo (Roque et al., 2004; Silva et al., 2007).

É recomendável que a incorporação do calcário seja feita antes do plantio, além de não coincidir com o momento da adubação fosfatada, devendo ser realizada de forma profunda e homogênea ao solo (Natale et al., 2014). Porém, em situações que a cultura já esteja implantada indica-se uma leve incorporação do calcário (Natale et al., 2012), método ainda pouco explorado por pesquisas com espécies frutíferas.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e a nutrição mineral de diferentes cultivares de abacaxizeiro em função da aplicação da calagem.

Material e Métodos

O experimento sob condições de campo foi instalado em Marataízes/ES, município tradicional no cultivo de abacaxizeiro. A propriedade encontra-se localizada a cerca de 19 metros de altitude, 21° 02' 36" de latitude e 40° 49' 28" de longitude.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 3x3, sendo três níveis de calagem: 0; 1,23 e 2,12 toneladas (calcário dolomítico, PRNT 80%) por hectare e três cultivares de abacaxizeiro ('Imperial', 'Vitória' e 'Pérola') com quatro repetições. As doses de calagem empregadas correspondem à elevação da saturação de bases para 40 e 60%. A

parcela foi formada por uma linha dupla com quatro metros de comprimento, em um total de dez mudas por parcela, plantadas em espaçamento de 0,90 x 0,40 x 0,40. A bordadura foi composta por duas fileiras duplas do abacaxizeiro 'Pérola'.

A análise de solo da área experimental apresentou os seguintes teores: areia = 630 g dm^{-3} , argila = 330 g dm^{-3} , silte = 40 g dm^{-3} , CE = $0,250 \text{ dS m}^{-1}$, densidade partícula = $2,59 \text{ g cm}^{-3}$, densidade solo = $1,38 \text{ g cm}^{-3}$, pH H_2O = 3,4, S- So_4 = 57 mg dm^{-3} , P = 19 mg dm^{-3} , K = $0,9 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, Ca = $2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, Mg = $0,7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, Al = $9,1 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, H+Al = $31,1 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, Na = $0,6 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, C = $9,3 \text{ g dm}^{-3}$, MO = $16,03 \text{ g dm}^{-3}$, CTC = $35,3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, SB = $4,2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, ISNa = 2%, Fe = $58,8 \text{ mg dm}^{-3}$, Cu = $0,1 \text{ mg dm}^{-3}$, Zn = $0,33 \text{ mg dm}^{-3}$, Mn = $2,68 \text{ mg dm}^{-3}$, B = $0,3 \text{ mg dm}^{-3}$.

O plantio das diferentes variedades de abacaxizeiros foi realizado em maio de 2014. As mudas do tipo rebento foram plantadas com aproximadamente 25 e 35 centímetros de altura e massa variando de 300 a 400 gramas. A adubação de plantio foi feita com 500 kg ha^{-1} de superfosfato simples. Aos 60 dias após o plantio, procedeu-se a calagem por cobertura, a qual teve sua dose reduzida pela metade e incorporada a dez centímetros de profundidade. A adubação de cobertura foi realizada aos 90, 180, 330 e 420 dias após o plantio, totalizando 1900 kg ha^{-1} do formulado 20-00-20, conforme o pacote tecnológico empregado comumente pelos abacaxicultores da região.

Os dados climatológicos registrados durante a realização do experimento foram fornecidos pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER, referente à unidade de coleta mais próxima (40 km) – município de Presidente Kennedy/ES. As médias de temperatura diária, máxima e mínima foram de 22,9; 28,3 e $19,5^\circ\text{C}$, respectivamente. As precipitações médias mensais em milímetros foram de 6,7 em maio, 78,0 em junho, 47,7 em julho, 27,8 em agosto, 17,0 em setembro, 34,5 em outubro, 50,7 em novembro, 60,5 em dezembro e 0,0 em dezembro de 2014. No ano de 2015 choveu 51,0 em janeiro, 22,3 em fevereiro, 51,3 em março, 93,2 em maio, 103,4 em junho, 34,2 em julho, 20,4 em agosto, 11,8 em setembro, 23,5 em outubro e 108,7 em novembro, somando 842,7 milímetros de chuva.

Aos 450 dias após o plantio avaliou-se a altura das plantas, por meio de régua graduada em milímetros (as mudas tiveram suas folhas agrupadas para cima, sendo medidas da base até a extremidade da folha maior); o número de

folhas, o qual foi obtido por meio da contagem de todas as folhas visíveis; a área foliar, determinada com um medidor de bancada modelo LI-3100 LICOR (Lincoln, NE, USA) e, por último, com o auxílio de balança de precisão, foram avaliadas as massas secas do caule, foliar e de raiz. A determinação da massa seca do material vegetal foi realizada após secagem em estufa a 60°C por 7 dias.

Posteriormente à secagem das amostras foliares, estas foram trituradas em moinho tipo Wiley com peneira de 20 *mesh* e armazenadas em frascos hermeticamente fechados para posterior determinação do estado nutricional.

As amostras de cada tratamento foram submetidas às análises químicas para determinação da composição mineral, no setor de nutrição mineral de plantas do Laboratório de Fitotecnia da UENF. Para a determinação do teor de nitrogênio, 100 mg de massa seca foi submetida à digestão sulfúrica baseada no método Nessler (Jackson, 1965). Para os teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, zinco, ferro, manganês, molibdênio e níquel, 200 mg de massa seca foi submetida ao sistema de digestão aberta com HNO^{-3} e H_2O_2 (Peters, 2005), utilizando-se o plasma (ICPE-9000) da marca Shimadzu®.

Cerca de 540 dias após o plantio procedeu-se a colheita dos frutos, os quais juntamente com suas coroas, tiveram suas massas aferidas por meio de balança manual de gancho, cujos valores foram utilizados para estimar da produtividade.

Os dados foram submetidos a análises de variância pelo teste F e as médias ao teste de Tukey em 5% de probabilidade de erro.

Resultados e Discussão

Os fatores calagem e cultivares proporcionaram interações significativas entre as variáveis nutricionais e biométricas analisadas: o número de folhas e os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, manganês, boro e cobre (Tabela 1).

Observa-se que todas as variáveis biométricas analisadas foram influenciadas de alguma forma pelos tratamentos, seja cada um de forma isolada (altura, área foliar e massa seca foliar) ou mesmo pela interação Calagem x Cultivares (número de folhas) (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para os teores na matéria seca de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, boro, zinco, cobre, altura de planta, produtividade, número de folhas, área foliar, massa seca foliar e massa seca do caule de cultivares de abacaxizeiro, submetidas a diferentes níveis de calagem, aos 450 dias após o plantio em Marataízes/ES.

Causas de Variação	Valores de F					
	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
Calagem (CG)	5,313*	1,774 ^{ns}	8,927*	1,041 ^{ns}	0,249 ^{ns}	6,146*
Cultivar (CT)	35,398**	7,094**	0,384 ^{ns}	2,032 ^{ns}	4,710*	12,554**
CG x CT	4,063*	3,211*	4,082*	1,784 ^{ns}	0,633 ^{ns}	2,841 ^{ns}
Média (g kg ⁻¹)	17,603	0,902	19,262	1,282	1,165	1,395
CV (%)	9,61	16,15	16,33	21,84	25,40	12,03

Causas de Variação	Valores de F					
	Ferro	Manganês	Boro	Zinco	Cobre	
Calagem (CG)	0,504 ^{ns}	1,689 ^{ns}	19,757**	3,415 ^{ns}	13,709**	
Cultivar (CT)	0,416 ^{ns}	62,641**	26,714**	16,045**	67,146**	
CG x CT	0,440 ^{ns}	5,115**	4,565*	0,611 ^{ns}	3,707*	
Média (mg kg ⁻¹)	185,24	143,28	12,85	11,28	4,28	
CV (%)	35,78	25,41	18,17	19,55	19,37	

Causas de Variação	Valores de F					
	Altura	Produtividade	Número de folhas	Área foliar	Massa seca foliar	Massa seca do caule
Calagem (CG)	16,579**	42,152**	1,268 ^{ns}	62,617**	12,9879**	9,269*
Cultivar (CT)	117,260**	251,35**	26,343**	4,0443*	1,911 ^{ns}	7,059**
CG x CT	2,756 ^{ns}	2,401 ^{ns}	4,577*	2,751 ^{ns}	1,534 ^{ns}	1,124 ^{ns}
Média	68,3 cm	41 t ha ⁻¹	36,1	5047 cm ²	138,7 g	24,7 g
CV (%)	4,92	5,63	23,85	16,75	29,82	31,78

^{ns} não significativo; *significativo em 5% de probabilidade e **significativo em 1% de probabilidade pelo teste F.

Quanto à altura das plantas, observa-se que a cultivar Imperial mostrou-se mais baixa (55,58 cm) em relação às demais, que ultrapassaram os 74 cm. Apesar disso, as cultivares analisadas obtiveram áreas foliares estatisticamente iguais, além da 'Imperial' obter a maior massa seca do caule (28,9 g) (Tabela 2). De acordo com Caetano et al., (2015), esta cultivar produz frutos com importantes características de qualidade, como o elevado teor de sólidos solúveis, o que a torna interessante para mercados que apreciem tais atributos, mas também produziu frutos pequenos quando comparado a outros genótipos resistentes à fusariose.

Relacionando-se a produtividade estimada em massa de frutos por hectare, observa-se que os maiores valores são oriundos do abacaxizeiro 'Pérola', ultrapassando as 52,2 toneladas, seguido pelo 'Vitória' (38 toneladas). Já

o abacaxizeiro 'Imperial' obteve a menor produtividade com 32,9 toneladas, valor atribuído pela menor massa dos frutos desta cultivar (Tabela 2).

Tabela 2. Produtividade, altura, área foliar e massa seca do caule de diferentes cultivares de abacaxizeiro, aos 450 dias após o plantio em Marataízes/ES.

Cultivar	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Altura (cm)	Área foliar (cm ²)	Massa seca do caule (g)
Imperial	32969 c	55,58 b	5386 a	28,91 a
Vitória	38016 b	74,08 a	5360 a	25,91 ab
Pérola	52212 a	75,39 a	4397 a	19,52 b
CV (%)	5,31	5,19	19,24	25,21

Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey em 5%.

A aplicação do calcário promoveu incremento na área foliar, na massa seca do caule e no teor de enxofre de abacaxizeiros. Esta prática incrementou, também, independente da dose, a altura da planta (70,2 cm com a aplicação de 1,23 t ha⁻¹) e a massa seca foliar, que chegou a 169,43 g com a aplicação de 2,12 t ha⁻¹. A dose de 1,23 t ha⁻¹ promoveu aumento de oito toneladas do fruto por hectare (Tabela 3).

Tabela 3. Altura, produtividade, área foliar, massa seca foliar, massa seca do caule e teor de enxofre de abacaxizeiros submetidos a diferentes níveis de calagem no município de Marataízes/ES.

Calagem (t ha ⁻¹)	Altura (cm)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Área foliar (cm ²)	Massa seca foliar (g)	Massa seca do caule (g)	Enxofre (g kg ⁻¹)
0	64,06 b	35783 b	3250,65 c	89,40 b	16,05 b	1,27 b
1,23	70,20 a	43830 a	5414,67 b	157,30 a	25,58 ab	1,42 ab
2,12	70,79 a	43584 a	6478,19 a	169,43 a	32,71 a	1,48 a
CV (%)	4,64	5,95	14,26	29,89	38,36	10,77

Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey em 5%.

Os ganhos biométricos e em produtividade proporcionados pela correção do pH do solo se devem à sua capacidade de disponibilizar maiores quantidades de nutrientes às plantas, possibilitando o aumento dos ganhos financeiros por parte dos agricultores e tornando-se, inclusive, um fator determinante para viabilidade do processo produtivo.

Existem também relatos de benefícios da calagem para outras culturas, como o caso da aceroleira. Oliveira et al., (2002), avaliando o efeito de doses de

calcário de fruteiras em Latossolo Amarelo, verificaram que em aceroleiras, a calagem promoveu efeitos na produção de matéria seca do caule e da parte aérea. Para a matéria seca do caule, a dose de 1,18 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, propiciou uma produção máxima de 35,96 g planta⁻¹. Já em relação à matéria seca da parte aérea, a dose máxima obtida foi de 1,12 t ha⁻¹ de calcário, que correspondeu à máxima produção de 56,7 g planta⁻¹.

De acordo com Souza et al., (2009), a aplicação de calcário tem a capacidade de proporcionar incrementos no diâmetro do tronco, na altura e no volume da copa na cultura da goiabeira. De acordo com os autores, a calagem promove melhorias do ambiente radicular e do estado nutricional das plantas, e em consequência, nas variáveis biométricas.

Independente da realização da calagem, a cultivar Pérola obteve menores números de folhas. Em contrapartida, a aplicação da calagem (1,23 t ha⁻¹) foi capaz de incrementar em 71,8% o número de folhas do abacaxizeiro 'Vitória', evidenciando, assim, a importância dos estudos desta prática, principalmente para os ganhos agronômicos da referida cultivar, já que as demais não tiveram esses valores alterados (Tabela 4).

Tabela 4. Número de folhas de cultivares de abacaxizeiro, submetidas a diferentes níveis de calagem, aos 450 dias após o plantio em Marataízes/ES.

Calagem (t ha ⁻¹)	Número de Folhas		
	Imperial	Vitória	Pérola
0	40,50 aA	29,25 bAB	27,00 aB
1,23	41,00 aA	50,25 aA	22,25 aB
2,12	42,75 aA	48,00 aA	24,50 aB
CV (%)	23,85		

Médias seguidas por letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey em 5%.

O abacaxizeiro 'Pérola' obteve os maiores teores foliares de nitrogênio, independente da prática da calagem (Tabela 5). Esses dados sugerem a possibilidade de esta cultivar possuir alguma característica genética capaz de conferir uma maior absorção do referido nutriente. Por outro lado, a calagem não promoveu diferenciação dos teores de fósforo. Em relação ao potássio, observa-se que a aplicação de 2,12 t ha⁻¹ de calcário promoveu um teor de 16,8 g kg⁻¹, valor inferior em relação à aplicação de 1,23 t ha⁻¹, que gerou 23,6 g kg⁻¹. Este

fato pode estar relacionado com a competição existente entre o potássio e os íons de magnésio e cálcio (Tabela 5).

Tabela 5. Teores de nitrogênio, fósforo e potássio em folhas de cultivares de abacaxizeiro, submetidas a diferentes níveis de calagem, aos 450 dias após o plantio em Marataízes/ES.

Calagem (t ha ⁻¹)	Nitrogênio (g kg ⁻¹)		
	Imperial	Vitória	Pérola
0	15,47 aB	12,85 bB	20,75 aA
1,23	15,16 aB	18,33 aAB	21,36 aA
2,12	17,86 aB	15,48 abB	21,12 aA
CV (%)	9,61		
Calagem (t ha ⁻¹)	Fósforo (g kg ⁻¹)		
	Imperial	Vitória	Pérola
0	0,87 aAB	0,68 bB	0,98 aA
1,23	0,69 aB	1,06 aA	1,08 aA
2,12	0,76 aA	0,94 abA	1,02 aA
CV (%)	16,15		
Calagem (t ha ⁻¹)	Potássio (g kg ⁻¹)		
	Imperial	Vitória	Pérola
0	19,01 aA	13,03 bA	19,17 abA
1,23	18,23 aA	23,38 aA	23,56 aA
2,12	18,48 aA	21,63 aA	16,81 bA
CV (%)	16,33		

Médias seguidas por letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey em 5%.

Para o abacaxizeiro 'Vitória', a prática da calagem proporcionou incremento nos teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio, independente da quantidade aplicada – mostrando a importância desta prática para a nutrição da aludida cultivar. O contrário aconteceu com as cultivares Imperial e Pérola, que não tiveram os teores desses nutrientes significativamente alterados pela aplicação do calcário (Tabela 5).

Oliveira et al., (2015) em estudo sobre os efeitos da adubação de nitrogênio e potássio em abacaxizeiro 'Imperial', relatam que esta cultivar demonstra baixa resposta em produção quanto à adubação de potássio. Alegam a não ocorrência de aumento da massa do fruto em resposta à adição deste nutriente, em que pese os teores foliares de potássio terem crescido linearmente com o aumento das doses de K₂O. Por outro lado, Caetano et al., (2013) estudando os efeitos da adubação potássica na qualidade de frutos do abacaxizeiro 'Vitória', relatam que os valores de AT e SST cresceram linearmente em função das doses de K₂O.

Veloso et al., (2001) avaliando o efeito da aplicação de doses de nitrogênio e de potássio, na presença e ausência de calagem (0 e 1 t ha⁻¹) em um Latossolo Amarelo distrófico com cultivo do abacaxizeiro 'Pérola', verificaram que a calagem não aumentou a produção e o teor de potássio nas folhas, contudo elevou os teores de cálcio e magnésio trocáveis no solo, contribuindo para o acréscimo no tecido foliar da planta. Com a aplicação de 1 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, obtiveram-se teores foliares de 11,2 g kg⁻¹ de cálcio e 2,6 g kg⁻¹ de magnésio.

Rodrigues et al., (2013), inferiram que a não realização de calagem pode ter contribuído para maior absorção de potássio em relação ao magnésio, aumentado, com isto, os valores da relação potássio/magnésio. Quando o nível de cálcio no solo é baixo, aplicações deste nutriente aumentam a absorção de potássio, pelo fato de regular a estrutura e o funcionamento das membranas.

Apesar do abacaxizeiro 'Pérola' ser o mais aceito pelo mercado brasileiro e apresentar características de sabor, coloração e aroma muito atrativos, existe a necessidade de diversificação do material vegetal, de modo que permita conquistar novos mercados consumidores e minimizar os efeitos causados pelas pragas/doenças que acometem a esta cultivar – solução que seria encontrada com a utilização de materiais vegetais com resistência comprovada.

O abacaxizeiro 'Pérola' se destaca pelo maior teor de zinco (Tabela 6), o que pode estar relacionado à reserva contida nas mudas desta cultivar, ou mesmo por maior capacidade de absorção destes nutrientes.

Tabela 6. Teores de magnésio, enxofre e zinco de diferentes cultivares de abacaxizeiro, aos 450 dias após o plantio em Marataízes/ES.

Cultivar	Magnésio (g kg ⁻¹)	Enxofre (g kg ⁻¹)	Zinco (mg kg ⁻¹)
Imperial	1,04 b	1,50 a	8,76 b
Vitória	1,33 a	1,17 b	10,47 b
Pérola	1,12 ab	1,50 a	14,60 a
CV (%)	20,29	13,30	22,98

Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey em 5%.

Os maiores teores foliares de boro são encontrados na cultivar Pérola. Entretanto, a realização da calagem proporcionou aumento nos teores foliares de todas as cultivares analisadas – 48,8% para a 'Imperial', 80,9% para a 'Pérola'

aplicando-se 2,12 t ha⁻¹ e 79,9% para a 'Vitória', com a aplicação de 1,23 t (Tabela 7).

Tabela 7. Teor foliar de boro de cultivares de abacaxizeiro, submetidas a diferentes níveis de calagem, aos 450 dias após o plantio em Marataízes/ES.

Calagem (t ha ⁻¹)	Boro (mg kg ⁻¹)		
	Imperial	Vitória	Pérola
0	9,93 bAB	7,15 bB	11,33 bA
1,23	9,49 bB	12,87 aB	18,31 aA
2,12	14,78 aB	11,26 aB	20,50 aA
CV (%)	18,17		

Médias seguidas por letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey em 5%.

Os teores foliares de cobre das cultivares Vitória e Pérola foram elevados pela aplicação do calcário, independente da quantidade empregada, o que não foi observado com a cultivar Imperial. Independente da realização da calagem, o abacaxizeiro 'Pérola' obteve os maiores teores de manganês e cobre, quando comparado com as demais cultivares (Tabela 8). Este abacaxizeiro se mostra apto a se desenvolver e absorver nutrientes mesmo que em solos bastante ácidos, sugerindo a existência de algum mecanismo de adaptação relacionado a esta cultivar.

Tabela 8. Teores de manganês e cobre em folhas de cultivares de abacaxizeiro, submetidas a diferentes níveis de calagem, aos 450 dias após o plantio em Marataízes/ES.

Calagem (t ha ⁻¹)	Manganês (mg kg ⁻¹)		
	Imperial	Vitória	Pérola
0	88,65 aB	83,20 aB	293,00 aA
1,23	88,37 aB	77,10 aB	216,66 bA
2,12	118,37 aB	128,50 aB	195,66 bA
CV (%)	25,41		
Calagem (t ha ⁻¹)	Cobre (mg kg ⁻¹)		
	Imperial	Vitória	Pérola
0	2,55 aB	2,46 bB	4,67 bA
1,23	2,41 aC	4,71 aB	6,98 aA
2,12	2,89 aC	4,45 aB	7,38 aA
CV (%)	19,37		

Médias seguidas por letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey em 5%.

Vale salientar que a calagem exerce grande influência sobre a fertilidade do solo, a nutrição e a produtividade de frutíferas (Natale et al., 2012) tornando-se uma prática de grande importância econômica para a agricultura brasileira. Aular e Natale (2013) avaliando os efeitos da nutrição mineral na qualidade dos frutos da goiabeira, da mangueira, da bananeira e do mamoeiro, relatam que apresentam influência em relação a cor, aroma, forma, tamanho, aparência, resistência à penetração, incidência de doenças, desordens fisiológicas, características físico-químicas e vida útil da pós-colheita dos frutos.

O melhoramento genético da cultura do abacaxizeiro busca a identificação de acessos resistentes à fusariose, com folhas sem espinhos nos bordos ('Imperial' e 'Vitória'), produção precoce de rebentões e teores de sólidos solúveis totais acima de 15°Brix, além de acidez moderada (Vieira et al., 2010). O principal desafio desta linha de pesquisa é a missão de reunir todas essas características, que são altamente importantes, em um fruto que seja amplamente comercializado e aceito pelo mercado consumidor.

A concretização desta estratégia, combinada com a adoção de práticas culturais de baixo custo e alta eficiência, como é o caso da calagem, possibilitaria maior lucratividade para o setor – fomentando o investimento, a expansão, o retorno econômico e o desenvolvimento das regiões produtoras.

Conclusões

A aplicação do calcário promove incrementos na altura, produtividade, área foliar, massa seca foliar e massa seca do caule de abacaxizeiro;

A prática da calagem promove incremento nos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cobre e boro em plantas de abacaxizeiro 'Vitória'.

Independente da calagem, o abacaxizeiro 'Pérola' obteve a maior produtividade e os maiores teores foliares de nitrogênio, manganês, cobre, boro e o menor número de folhas em comparação com as cultivares Imperial e Vitória.

O abacaxizeiro 'Imperial' apresenta altura 25% menor em comparação com as cultivares Vitória e Pérola.

Referências Bibliográficas

- Aular, J., Natale, W. (2013) Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35 (4): 1214-1231.
- Caetano, L. C. S., Ventura, J. A., Balbino, J. de S. M. (2015) Comportamento de genótipos de abacaxizeiro resistentes à fusariose em comparação a cultivares comerciais suscetíveis. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37 (2): 404-409.
- Caetano, L. C. S., Ventura, J. A., Costa, A. F. S., Guarçoni, R. C. (2013) Efeito da adubação com Nitrogênio, Fósforo e Potássio no desenvolvimento, na produção e na qualidade de frutos do abacaxi 'Vitória'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35 (3): 883-890.
- Cardoso, M. M., Pegoraro, R. F., Maia, V. M., Kondo, M. K., Fernandes, L. A. (2013) Crescimento do abacaxizeiro 'Vitória' irrigado sob diferentes densidades populacionais, fontes e doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35 (3): 769-781.
- Coelho, R. I., Lopes, J. C., Carvalho, A. D., Amaral, J. D., Matta, F. D. P. (2007) Estado nutricional e características de crescimento do abacaxizeiro 'Jupi' cultivado em Latossolo Amarelo Distrófico em função da adubação com NPK. *Ciência e Agrotecnologia*, 31 (6): 1696-1701.
- Rozane, D. E., Natale, W. (2014) Calagem, adubação e nutrição mineral de Anonáceas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36 (edição especial): 166-175.
- Natale, W., Rozane, D. E., Parent, L. E., Parent, S. E. (2012) Acidez do solo com calagem em pomares de frutíferas tropicais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 34 (4): 1294-1306.

- Oliveira, A., Gomes, M., Natale, W., Rosa, R. C. C., Junghans, D. T. (2015) NK fertilization in 'BRS Imperial' pineapple-II-variable of plant production. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37(3): 764-772.
- Oliveira, R. F. De; Viégas, I. de J. M., Frazão, D. A. C., Cruz, E. De S., Botelho, S. M., Thomaz, M. A. A. (2002) Efeito de doses de calcário no desenvolvimento de plantas jovens de gravioleira e de aceroleira em Latossolo Amarelo Barro Argilo-arenoso. In: Congresso Brasileiro De Fruticultura, 17., 2002, Belém, PA. *Anais...* Belém, PA: SBF, 2002.
- Rodrigues, A. A., Mendonça, R. M. N., Silva, A.P., Silva, S. M. (2013) Nutrição mineral e produção de abacaxizeiro 'Pérola', em função das relações K/N na adubação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, 35 (2): 625-633.
- Roque, C. G., Prado, R. M., Natale, W., Beutler, A. N., Centurion, J. F. (2004) Estado nutricional e produtividade da seringueira em solo com calcário aplicado superficialmente. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39 (5): 485-490.
- Silva, W, G, da., Tucci, C, A, F., Hara, F, A, Dos, S., Santos, R, A, C, dos. (2007) Efeito de micronutrientes sobre o crescimento de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King) em Latossolo Amarelo. *Revista Acta Amazônica*, 37 (3): 371-376.
- Souza, H. A. de, Natale, W., de Mello Prado, R., Rozane, D. E., Romualdo, L. M., Hernandez, A. (2009) Efeito da Calagem sobre o crescimento de goiabeiras. *Revista Ceres*, 56 (3): 336-341.
- Veloso, C. A. C., Oeiras, A. H. L., Carvalho, E. J. M., Souza, F. R. S. (2001) Resposta do abacaxizeiro à adição de nitrogênio, potássio e calcário em Latossolo Amarelo do nordeste paranaense. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 23 (2): 396-402.

Vieira, L. J., Santos, L. R., Castelen, M. S., Junghans, D. T. (2010) Caracterização morfológica de acessos de abacaxizeiro. *CeD- Revista Eletrônica da Fainor*, Vitória da Conquista, 3 (1): 68-77.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.), Merrill) é cultivado em vários estados brasileiros, sendo que a cultivar Pérola lidera o mercado interno. Apesar de tolerar moderada acidez do solo, tem-se como altamente indicada a verificação da necessidade de calagem e adubação. Trata-se de uma planta exigente em tratamentos culturais, que enfrenta problemas relacionados a pragas, doenças, nutrição e outros. O principal método de controle das enfermidades que acometem a cultura é a aplicação de agrotóxicos, que podem causar danos ao ambiente, a quem os aplica e os consome. Acredita-se que a utilização de substâncias capazes de induzir resistência em vegetais e os estudos da nutrição de cultivares resistentes possam contribuir para um manejo mais ecológico da cultura, uma vez que podem contribuir para a diminuição da necessidade de aplicação de agrotóxicos nas lavouras, minimizando, assim, os malefícios causados por esta prática. Para tanto, foram realizados três experimentos. No primeiro experimento investigou-se os efeitos da aplicação de duas concentrações de um análogo de brassinosteróide (0,0 e 0,75 g dm⁻³) no crescimento, na composição mineral e na produção de compostos fenólicos de três tipos de muda de abacaxizeiro 'Pérola' (filhote, rebento e coroa). A aplicação do análogo de brassinosteróide tem pouca influência no crescimento e na nutrição das mudas de abacaxizeiro 'Pérola'. Porém, promove acréscimo de mais de 14% nos teores de compostos fenólicos foliares. Observou-se ainda, que as mudas de abacaxizeiro 'Pérola' do tipo rebento, que recebem corte de suas folhas, apresentam crescimento inferior

quando comparado com outros tipos de muda de igual massa. Apesar disto, as mudas do tipo rebento obtiveram os maiores teores foliares de cálcio, magnésio e manganês. No segundo experimento avaliou-se os efeitos da adubação com Agrosilício (0; 10; 20 e 30 g dm⁻³) sobre os aspectos biométricos, estruturais e da produção de compostos fenólicos foliares em três tipos de muda (coroa, filhote e rebento) de abacaxizeiro 'Pérola'. Aos 210 dias após o plantio das mudas, foi retirada uma folha "D" de cada tratamento para avaliação dos aspectos estruturais foliares. Aos 330 dias após o plantio avaliou-se a altura das plantas, o número de folhas, a massa seca foliar e a produção dos compostos fenólicos na parte aérea. Concluiu-se que os maiores incrementos biométricos são obtidos nas mudas do tipo coroa, enquanto as mudas do tipo rebento, que têm suas folhas cortadas pela metade, crescem menos. A adubação com Agrosilício proporciona redução na produção de compostos fenólicos de mudas dos tipos filhote e rebento. Já nas mudas do tipo coroa, a dose estimada de 16,37 g dm⁻³ do silicato aumenta sua produção em 13,8%. A adubação de Agrosilício promove aumento das espessuras da epiderme e cutículas abaxiais e adaxiais de mudas de abacaxizeiro 'Pérola'. No terceiro experimento avaliou-se o efeito da aplicação de três níveis de calagem: 0; 1,23 e 2,12 t ha⁻¹, sobre o crescimento e a nutrição mineral de diferentes cultivares de abacaxizeiro ('Imperial', 'Vitória' e 'Pérola'). O experimento sob condições de campo foi instalado em Marataízes/ES, município tradicional no cultivo do fruto. Concluiu-se que a prática da calagem proporciona ganhos em altura, área foliar, massa seca foliar e massa seca do caule de abacaxizeiros cultivados sob condições de campo. Os ganhos relacionados ao número de folhas da cultivar 'Vitória' ultrapassam os 70% com a aplicação de 1,23 ton⁻¹ de calcário. A calagem promove incremento nos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cobre e boro em plantas de abacaxizeiro 'Vitória'. Independente da calagem, o abacaxizeiro 'Pérola' obteve os maiores teores foliares de nitrogênio, manganês, cobre, boro e o menor número de folhas em comparação com as cultivares Imperial e Vitória. O abacaxizeiro 'Imperial' apresenta altura 25% menor em comparação com as cultivares Vitória e Pérola.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, P. (1991) Brassinosteroides: um novo grupo de fito-hormonas. *Revista Química Nova*, 14 (1): 44-48.
- Agrofit – Sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Cochonilha –do - abacaxi (*Dysmicoccus brevipes*). Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em 08 de out. de 2016.
- Altoé, J. A., Marinho, C. S., de A. Muniz, R., Rodrigues, L. A., Gomes, M. M. (2008). Tangerineira ‘Cleópatra’ submetida a micorrização e a um análogo de brassinosteroides. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, 30 (1): 13-17.
- Amorim, A., Garruti, D.; Lacerda, C.; Moura, C.; Gomes-Filho, E. (2013) Postharvest and sensory quality of pineapples grown under micronutrients doses and two types of mulching. *African Journal of Agricultural Research*, Lagos, 8 (19): 2240-2248.
- Angelo, P. M., Jorge, N. (2007). Compostos fenólicos em alimentos-uma breve revisão. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 66 (1): 01-09.
- Aquije, G. M. D. F. V., Zorzal, P. B., Buss, D. S., Ventura, J. A., Fernandes, P. M. B., Fernandes, A. A. R. (2010). Cell wall alterations in the leaves of fusariosis-

resistant and susceptible pineapple cultivars. *Plant cell reports*, 29 (10): 1109-1117.

Asmar, S. A., Pasqual, M., de Araujo, A. G., Silva, R. A. L., Rodrigues, F. A., Pio, L. A. S. (2013). Características morfofisiológicas de bananeiras 'Grande Naine' aclimatizadas em resposta a utilização de silício *in vitro*. *Semina, Ciências Agrárias*, 34(1): 73-82.

Aular, J., Natale, W. (2013) Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35 (4): 1214-1231.

Aular, J., Casares, M., Natale, W. (2014) Nutrição mineral e qualidade do fruto do abacaxizeiro e do maracujazeiro. *Revista Brasileira De Fruticultura*, 36 (4): 1046-1054.

Badiale-Furlong, E., Colla, E., Bortolato, D.S., Baisch, A.L.M., Souza-Soares, L.A. (2003) Avaliação do potencial de compostos fenólicos em tecidos vegetais. *Vetor*, 13: 105-114.

Baldotto, L.E.B., Baldotto, M.A., Canellas, L.P., Bressan-Smith, R., Olivares, F.L. (2010) Growth promotion of pineapple 'Vitória' by humic acid sand *Burkholderia* spp. during acclimatization. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa-MG, 34 (5): 1593-1600.

Barbosa, N. C., Venâncio, R., Assis, M. H. S., de Brito Paiva, J., Carneiro, M. A. C., Pereira, H. S. (2008). Formas de aplicação de silicato de cálcio e magnésio na cultura do sorgo em Neossolo Quartzarênico de Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 38 (4): 290-296.

Bedor, C. N. G., Ramos, L. O., Pereira, P. J., Rêgo, M. A. V., Pavão, A. C., Augusto, L. G. D. S. (2009). Vulnerabilidades e situações de riscos relacionados ao uso de agrotóxicos na fruticultura irrigada. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 12(1): 39-49.

- Blaich, R., Grundhöfer, H. (1998) Silicate incrusts induced by powdery mildew in cell walls of different plant species. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 105: 114-120.
- Borcioni, E., Negrelle, R. R. B. (2012) Aplicação de análogo de brassinosteroide (Biobras 16[®]) sobre a germinação e crescimento *in vitro* de embriões zigóticos e aclimatização de plântulas de bocaiuva. *Ciência Rural*, Santa Maria, 42 (2): 270-275.
- Botelho, D. M. S., Pozza, E. A., Pozza, A. A., Carvalho, J. D., Botelho, C. E., Souza, P. D. (2005). Intensidade da cercosporiose em mudas de cafeeiro em função de fontes e doses de silício. *Fitopatologia Brasileira*, 30 (6): 582-588.
- Braga, F. T., Nunes, C. F., Favero, A. C., Pasqual, M., Carvalho, J. D., Castro, E. D. (2009). Características anatômicas de mudas de morangueiro micropropagadas com diferentes fontes de silício. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44 (2): 128-132.
- Braga, F.T. (2009) *Silício, luz e substrato na micropropagação de abacaxizeiro [Ananas comosus (L.) Merr 'Gomo de Mel']*. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Lavras-MG, Universidade Federal de Lavras, UFLA. 95p.
- Bregonci, I. dos S., Schimdt, E. R., Coelho, R. I., Reis, E. F. dos; Brum, V.J. Santos, J.G. dos. (2008). Adubação foliar com macro e micronutrientes no crescimento de mudas micropropagadas do abacaxizeiro cv. Gold [Ananas comosus (L.) Merrill] em diferentes recipientes. *Ciência Agrotecnologia*, Lavras/MG, 32 (3): 705-711.
- Briedis, C., Sá, J. C. M., Caires, E. F., Navarro, J. F., Inagaki, T. M., Ferreira, A. O. (2012) Carbono do solo e atributos de fertilidade em resposta à calagem superficial em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 47 (7): 1009-1016.

- Burnell, J. N. (1988) The biochemistry of manganese in plants. In: Graham, R.D., Hannam, R. J., Uren, N. C. Manganese in soils and plants. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 125-137.
- Cabral, J.R.S., Matos, A.P. de. (2005) *Imperial, nova cultivar de abacaxi*. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 4p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Comunicado Técnico, 114).
- Caetano, L. C. S., Ventura, J. A., Balbino, J. de S. M. (2015) Comportamento de genótipos de abacaxizeiro resistentes à fusariose em comparação a cultivares comerciais suscetíveis. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37 (2): 404-409.
- Caetano, L. C. S., Ventura, J. A., Costa, A. F. S., Guarçoni, R. C. (2013) Efeito da adubação com Nitrogênio, Fósforo e Potássio no desenvolvimento, na produção e na qualidade de frutos do abacaxi 'Vitória'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35 (3): 883-890.
- Caires, E.F., Garbuio, F.J., Churka, S., Barth, G., Corrêa, J.C.L. (2008) Effects of soil acidity amelioration by surface liming on no-till corn, soybean, and wheat root growth and yield. *European Journal of Agronomy*, 28: 57-64.
- Cardoso, M. M., Pegoraro, R. F., Maia, V. M., Kondo, M. K., Fernandes, L. A. (2013) Crescimento do abacaxizeiro 'Vitória' irrigado sob diferentes densidades populacionais, fontes e doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35 (3): 769-781.
- Catunda, P. H. A., Marinho, C.S., Gomes, M. M. A., Carvalho, A. J. C. de. (2008) Brassinosteroide e substratos na aclimatização do abacaxizeiro 'Imperial'. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, 30 (3): 345-352.
- Chapola, R. G., Ogasawara, G. A., Jans, B., Junior, M., Sidnei, N. (2014) Controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar por meio da pulverização de fungicidas em rebolos no sulco de plantio. *Ciência Rural*, 44 (2) 197-202.

- Chérif, M., Menzies, J.G., Benhamou, N., Bélanger, R.R. (1992) Studies of silicon distribution in wounded and *Pythium ultimum* infected cucumber plants. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 41: 371-385.
- Coelho, R. I., Carvalho, A. C. J. de, Thiebaut, J. T. L., Lopes, J. C. (2009) Brotação de gemas em secções de caule de abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' tratadas com reguladores de crescimento. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 31 (1): 203-209.
- Coelho, R. I., Lopes, J. C., Carvalho, A. D., Amaral, J. D., Matta, F. D. P. (2007) Estado nutricional e características de crescimento do abacaxizeiro 'Jupi' cultivado em Latossolo Amarelo Distrófico em função da adubação com NPK. *Ciência e Agrotecnologia*, 31 (6): 1696-1701.
- Colli, S. (2008) Outros reguladores: Brassinoesteroides, poliaminas, ácidos jasmônico e salicílico. In: Kerbauy G B. *Fisiologia Vegetal*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. p. 297-302.
- Coppens D'eeckenbrugge, G., Leal, F. (2003) Morphology, anatomy and taxonomy. In: Bartholomew, D.P. *The pineapple - botany, production and uses*. Oxon: CABI, p.13-32.
- Cortes, P.A., Terrazasa, T., Leónb, T. C., Larqué-Saavedra, A. (2003). Brassinosteroid effects on the precocity and yield of cladodes of cactus pear (*Opuntia ficus indica* (L.) Mill.). *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, 97 (1): 65-73.
- Costa, D. C., Sanches, N. F. Santos, J. M. (1998) Levantamento de fitonematoides associados ao abacaxizeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 20 (3): p. 392-396.
- Cunha, G. A. P., Cabral, J. R. S. (1999). Taxonomia, espécies, cultivares e morfologia. In: Cunha, G. A. P., Cabral, J. R. S., Souza, L. F. S. (Orgs.). *O abacaxizeiro, cultivo, agroindústria e economia*. Brasília: Comunicação para transferência de tecnologia, p. 17-51.

- Cunha M. da, Gomes V. M., Xavier Filho J., Attias, M., Souza W., Miguens F. C. (2000) Laticifer system of *Chamaescye thymifolia*. A closed host environment for Trypanosoma tides. *Biocell* 24: 123-132.
- Dayanadam, P., Kaufman, P.B., Franklin, C.L. (1983) Detection of silica in plants. *American Journal of Botany*, 70 (7): 1079-1084.
- Dias-Arieira, C. R., Furlanetto, C., Santana, S. D. M., Barizão, D. A. O., Ribeiro, R., Formentini, H. M. (2010). Fitonematoides associados a frutíferas na região Noroeste do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32: 1064-1071.
- Dias-Arieira, C. R., Molina, R. de O., Costa, A. T. (2008) Nematoides Causadores de Doenças em Frutíferas. *Agro@ambiente On-line*, Boa Vista, 2 (1): 46-56.
- Epstein, E. (1999) Silicon. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. *Plant Biology*, 50 (1): 641-664.
- Epstein, E., Bloom, A. (2006) *Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas*. Planta, Londrina, 403p.
- Ferreira, H. A. (2009). *Silício no controle da mancha-aquosa em meloeiro (Cucumis melo L.)*. (Mestrado em Fitopatologia) – Recife/PE, Universidade Federal Rural de Pernambuco. 82p.
- Fischer, R., Elmori, I., Milan, P. A., Bissani, C. A. (1990). Efeito do calcário e fontes de silício sobre a toxidez de ferro em arroz irrigado. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, 43 (390): 6-10.
- Freitas, S. de J., Santos, P. C. dos; Carvalho, A. J. C. de; Berilli, S. da S., Gomes, M. de M. de A. (2012) Brassinosteróide e adubação nitrogenada no crescimento e estado nutricional de mudas de abacaxizeiro provenientes do seccionamento de caule. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, 34 (2): 612-618.

- Freitas, S. de J., Santos, P. C., Berilli, S. da S., Lopes, L. C., Carvalho, A. J. C. (2014) Brotação, desenvolvimento e composição nutricional de mudas de abacaxizeiro provenientes de gemas axilares submetidas ao brassinosteroide. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 9 (1): 19-24.
- Fridman, Y., Savaldi-Goldstein, S. (2013) Brassinosteroids in growth control: how, when and where. *Plant science*, 209: 24-31.
- Fujioka, S., Sakurai, A. (1997) Biosynthesis and metabolism of brassinosteroids. *Physiologia Plantarum*, 100 (3): 710-715.
- Gao, X., Zou, C., Wang, L., Zhang, F. (2006) Silicon decreases transpiration rate and conductance from stomata of maize plants. *Journal of Plant Nutrition*, 29: 1637–1647.
- Gomes, F. B., Moraes, J. C., Santos, C. D., Goussain, M. M. (2005) Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, 62(6): 547-551.
- Gomes, M. M. A. (2011) Physiological effects related to brassinosteroide application in plants. In: Hayat, s., Ahmad, A. *Brassinosteroids: a class of plant hormone*. New York: Springer, p.119-142.
- Gomes, M. M. de A., Campostrini, E., Leal, N.R., Viana, A.P., Ferraz, T.M., Siqueira, L.do.N., Rosa, R.C.C., Netto, A.T., Vázquez, M.N., Zullo, M.A.T. (2006) Brassinosteroid analogue effects on the yield of yellow passion fruit plants (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). *Scientia Horticulturae*, 110: 235-240.
- Goulart, A. M. C. (2008). Aspectos gerais sobre nematóides-das-lesões-radiculares (gênero *Pratylenchus*). Documentos 219, Embrapa Cerrados, 30p.
- Goussain, M. M., Prado, E., Moraes, J.C. (2005) Effect of silicon applied to wheat plants on the biology and probing behavior of the greenbug *Schizaphis*

graminum (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology*, Londrina, 34 (5): 807-813.

Grant, G. T., Morris, D. A., Rees, P. J. P., Smith, K. A. (1973). Biological interaction between polysaccharides and divalent cations: The eggbox model. *FEBS Letters*, Amsterdam, 32 (1): 195-198.

Guarçoni, A.; Ventura, J. (2011) Adubação N-P-K e o desenvolvimento, produtividade e qualidade dos frutos do abacaxi 'Gold' (MD-2). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 35: 1367-1376.

Guimarães, A. R. (2014) O uso de agrotóxicos e suas implicações nas lavouras de abacaxi no Município de Monte Alegre de Minas (MG). *Espaço em Revista*, 15 (2): 2014.

Gunasinghe, U. B., German, T. L. (1989) Purification and partial characterization of a virus from pineapple. *Phytopathology*, Saint Paul, 79 (12): 1337-1341.

Guntzer, F., Keller, C., Meunier, J. (2012) Benefits of plant silicon for crops: a review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2 (1): 201-213.

Hänsch, R. Mendel, R. R. (2009) Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). *Current Opinion in Plant Biology*, 12: 259–266.

Harborne, J. B., Baxter, H., Moss G. P. (1999) *Phytochemical dictionary: handbook of bioactive compounds from plants*. 2nd ed. London: Taylor e Francis, 976 p.

Hepler, P. K., Wayne, R. O. (1985) Calcium and plant development. *Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, Palo Alto, 36: 397-439.

Hunt J.W., Dean A.P., Webster R.E., Johnson G.N., Ennos A.R. (2008) A novel mechanism by which silica defends grasses against herbivory. *Annals of Botany* 102 (4): 653–656.

- IBGE (2016). Dados de safra de abacaxi no Brasil. ><http://www.sidra.ibge.gov.br><
Acesso em 04 de mar. 2016.
- Incaper. (2006) 'Vitória': nova cultivar de abacaxi resistente à fusariose. Vitória, ES: DCM - Incaper, 4p. (DCM - Incaper. Documento, 148).
- Jackson, M.L. (1965) *Soil Chemical Analysis*. New Jersey, Prentice Hall, 498 p.
- Johansen D. A. (1940) Plant microtechnique. New York, Mc. Graw-Hill Book Co. Inc., p.523.
- Kerbaui, G. B. (2008) *Fisiologia Vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2ª Ed, 431p.
- Khripach, V., Zhabinskii, V., Groot, A. (2000). Twenty years of brassinosteroids: steroidal plant hormones warrant better crops for the XXI century. *Annals of Botany*, 86(3): 441-447.
- King, A., Young, G. (1999) Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. *Journal American Diet Assoc*, 50 (2): 213-8.
- Kirkby, E. A., Römheld, V. (2007). *Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade*. Internacional Plant Nutrition Institute, Encarte técnico, (Informações agronômicas Nº 118).
- Koenning, S. R., Wrathner, J. A., Kirkpatrick, T. L., Walker, N. R., Starr, J. L., Mueller, J. D. (2004). Plant-parasitic nematodes attacking cotton in the United States: Old and emerging production challenges. *Plant disease*, 88(2): 100-113.
- Korndörfer, G. H., Pereira, H. S., Camargo, M. S. (2002) *Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura*. Uberlândia: UFU/ICIAG, 23 p. (Boletim técnico, 01)
- Korndörfer, G. H., Pereira, H. S., Camargo, M. S. (2004) *Silicato de cálcio e magnésio na agricultura*. Uberlândia: UFU/ICIAG, 23p. (Boletim técnico, 1).

- Korndörfer, G.H. (2006) Elementos básicos. In: Fernandes, M.S. *Nutrição Mineral de Plantas. Ciência do Solo*, p.355-374.
- Krishna, P. (2003) Brassinosteroid - mediated stress responses. *Journal Plant Growth Regulation, Heidelberg*, 22(4): 289-297.
- Laing, M.D., Gatarayih, M.C., Adandonon, A. (2006) Silicon use for pest control in agriculture: a review. *Proceedings South African Sugar Technologists Association*, 80: 278-286.
- Lako, J., Trenerry, V. C., Wahlqvist, M., Wattanapenpaiboon, N., Sotheeswaran, S., Premier, R. (2007) Phyto chemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods. *Food Chemistry*, 101 (4): 1727–1741.
- Lima, C. C. (2011) Disponibilidade de fósforo para a cana-de-açúcar em solo tratado com compostos orgânicos ricos em silício. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15: 1222-1227.
- Ma, J. F., Sasaki M., and Matsumoto (1997) Al-induced inhibition of root elongation in corn, *Zea mays* L. is overcome by Si addition. *Plant Soil*, 188: 171-176.
- Ma, J. F., Yamaji, N. (2008) Functions and transport of silicon in plants. *Cel. Molec. Life Sci.*, 65:3049-3057.
- Ma, J. F., Miyake, Y., Takahashi, E. (2001) Silicon as a beneficial element for crop plants. In: Datnoff, L.E., Snyder, G.H., Korndörfer, G.H. *Silicon in agriculture*. Amsterdam: Elsevier, p.17-39.
- Maathuis, F. J. M. (2009) Physiological functions of mineral macronutrients. *Current Opinion in Plant Biology*, 12: 250–258.

- Malavolta, E. (1979) *ABC da adubação*. São Paulo: Ceres, p. 256.
- Malézieux, E., Bartholomew, D. P. (2003) Plant nutrition. In: Bartholomew, D.P., Paul, R.E., Rohrbach, K.G. (Ed.). *The pineapple: botany, production and uses*. Honolulu: CAB, p.143-165.
- Marin, J. O. B., Carvalho, S. D., Prado, L. D. A., Pereira, J. M. (2008) Panorama general da produção de abacaxi e comportamento sazonal dos preços do Abacaxi “Pérola” comercializados em Goiás. In Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (Vol. 16).
- Marschner, H. (1995) *Mineral nutrition of higher plants*. 2^o ed. Academic Press, 889p.
- Miguel, A. C. A., Spoto, M. H. F., Abrahão, C., Silva, P. P. M. (2007) Aplicação do método QFD na avaliação do perfil do consumidor de abacaxi pérola. *Ciência Agrotécnica*, 31 (2): 563-569.
- Mijangos, I., Albizu, I., Epelde, L., Amezaga, I., Mendarte, S., Garbisu, C. (2010) Effects of liming on soil properties and plant performance of temperate mountainous grasslands. *Journal of Environmental Management*, 91: 2066-2074.
- Naczki, M., Shahidi, F. (2004) Extraction and analysis of phenolics in food. *J Chromatogr A*, 1054 (1/2): 95-111.
- Nascente, A.S, Costa, R. S. C. da, Costa, J. N. M. (2005) Cultivo do abacaxi em Rondônia. Porto Velho, Disponível em: > <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Abacaxi/CultivodoAbacaxiRO/index.htm>< Acesso em: 02 de mar. 2016.
- Rozane, D. E., Natale, W. (2014) Calagem, adubação e nutrição mineral de Anonáceas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36 (edição especial): 166-175.

- Natale, W., Rozane, D. E., Parent, L. E., Parent, S. E. (2012) Acidez do solo com calagem em pomares de frutíferas tropicais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 34 (4): 1294-1306.
- Nogueira, Sônia R., Lima, Fábria S. O., Rocha, Edivan M., Araújo, Diego H. M. (2014) Fungicidas in fusariosis pineapple control in the state of Tocantins, Brazil. *Revista de Ciências Agrárias*, Lisboa , 37 (4): 447-455.
- Oliveira, A., Gomes, M., Natale, W., Rosa, R. C. C., Junghans, D. T. (2015) NK fertilization in 'BRS Imperial' pineapple-II—variable of plant production. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37(3): 764-772.
- Oliveira, L. A., Abreu Junior, C.H., Carneiro, J. M. T., Bendassolli, J.A. (2010) Mecanismos de absorção do silício pelas plantas. In: Rodrigues, F.A., Silício na agricultura. *Anais do V Simpósio Brasileiro sobre Silício na Agricultura*, Viçosa, p.61-88.
- Oliveira, M.D. de M., Nascimento, L. C. do, Leite, R. P. (2011) Incidência de fusariose e avaliação de métodos de inoculação de *Fusarium gutiforme* em folhas de abacaxizeiro. *Revista Caatinga*, 24 (1): 137-142.
- Oliveira, R. F. de; Viégas, I. de J. M., Frazão, D. A. C., Cruz, E. de S., Botelho, S. M., Thomaz, M. A. A. (2002) Efeito de doses de calcário no desenvolvimento de plantas jovens de gravioleira e de aceroleira em Latossolo Amarelo Barro Argilo-arenoso. *Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura*, Belém, PA. SBF, 2002.
- Oliveira, R. M., Ribeiro, R. C. F., Xavier, A. A., Pimenta, L., Korndorfer, G. H. (2012) Efeito do silicato de cálcio e magnésio sobre a reprodução de *Meloidogyne javanica* e desenvolvimento de mudas de bananeira prata-anã, *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 34(2), 409-415.
- Oostenbrink, M. 1966. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. *Meded. Landbouwhogeschool Wageningen* 66:1-46.

- Oszmianski, J., Wojdylo, A., Lamer-Zarawska, E., Swiader, K. (2007) Antioxidant tannins from Rosaceae plant roots. *Food Chem*, 100 (2): 579-83.
- Paula, M. B. de; Carvalho, J. G. De; Nogueira, F. D., Silva, C. R. De R. (1985) Exigências nutricionais do abacaxizeiro. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 11 (130): 27-32.
- Pereira Junior, P., Rezende, P.M., Malfitano, S.C., Lima, R.K., Corrêa, L.V.T., Carvalho, E.R. (2010) Efeito de doses de silício sobre a produtividade e características agronômicas da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 34(4): 908-913.
- Peters, J.B. (2005) *Wisconsin Procedures for Soil Testing, Plant Analysis and Feed & Forage Analysis: Plant Analysis*. Department of Soil Science, College of Agriculture and Life Sciences, University of Wisconsin-Extension, Madison, WI.
- Pozza, A. A. A., Alves, E., Pozza, E. A., Carvalho, J. G. de, Montanari, M., Guimarães, P.T.G., Santos, D.M. (2004) Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira*, 29: 185-188.
- Prado, R. de M. Coutinho, E. L. M., Roque, C. G., Villar, M. L. P. (2002) Avaliação da escória de siderurgia e de calcários como corretivos da acidez do solo no cultivo da alface. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 37 (4):539-546.
- Quaggio, J.; Teixeira, L.; Cantarella, H.; Mellis, E.; Sigris, J. (2009) Post-harvest behaviour of pineapple affected by sources and rates of potassium. *Acta Horticulturae*, The Hague, 82: 277-284.
- Ramalho, A.R., Junior, J.R.V., Fernandes, C.F., Rocha, R.B., Marcolan, A.L., Cassaro, J.D. (2009) Características das cultivares de abacaxizeiros cultivadas no estado de Rondônia. Embrapa, Comunicado Técnico.

- Ramos, M. J. M., Monnerat, P. H., Pinho, L. G. R. (2013) Leitura SPAD em abacaxizeiro imperial cultivado em deficiência de macronutrientes e de boro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 35 (1): 277-281.
- Reinhardt, D.H., Cabral, J.R.S., Souza, L.F.S., Sanches, N.F., Matos, A.P. (2002) 'Pérola' and 'Smooth Cayenne' pineapple cultivars in the state of Bahia, Brazil: growth, flowering, pests and diseases, yield and fruit quality aspects. *Fruits*, 57: 43-53.
- Reis, L. L. dos, Tarsitano, M. A. A., Hiraki, S. S., Bardivieso, D. M. (2012). Custo de produção e rentabilidade de abacaxizeiro cv. pérola em Cassilândia (MS), sob diferentes doses de potássio. *Biosci. Journal*, Uberlândia, 28 (5): 725-733.
- Reis, R.C., Viana, E. de S., Jesus, J. L. de; Lima, L. F., Neves, T. T. das; Conceição, E. A. da. (2005) Compostos bioativos e atividade antioxidante de variedades melhoradas de mamão. *Revista Ciência Rural*, Santa Maria, 45 (11): 2076-2081.
- Resende, R.S., Rodrigues, F.A., Soares, J.M., Casela, C.R. (2009) Influence of silicon on some components of resistance to anthracnose in susceptible and resistant sorghum lines. *Eur Journal Plant Pathol*, 124:533–541.
- Rodrigues, A. A., Mendonça, R. M. N., Silva, A.P., Silva, S. M. (2013) Nutrição mineral e produção de abacaxizeiro 'Pérola', em função das relações K/N na adubação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, 35 (2): 625-633.
- Roque, C. G., Prado, R. M., Natale, W., Beutler, A. N., Centurion, J. F. (2004) Estado nutricional e produtividade da seringueira em solo com calcário aplicado superficialmente. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39 (5): 485-490.
- Rosa, R. C. T., Moura, R. M., Pedrosa, E. M. R. (2003) Efeito do uso de *Crotalaria juncea* e carbofuram observados na colheita de cana planta. *Nematologia Brasileira*, 27 (2): 167-171.

- Sanches, N. F. (2005) Manejo integrado da cochonilha do abacaxi. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Boletim Técnico.
- Santa-Cecília, L. V. C., Chalfoun, S. M. (1998) Pragas e doenças que afetam o abacaxizeiro. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 19 (195): 40-47.
- Santa-Cecília, L. V. C., Prado, E., de Moraes, J. C. (2014). Avaliação do silício no comportamento alimentar da cochonilha-branca [*Planococcus citri* (Risso) (Pseudococcidae)] em cafeeiro. *Coffee Science*, Lavras, 9 (1): 10-13.
- Santos, M. A. T. dos; Nepomuceno, I. A. dos S., Abreu, C. M. P. de; Carvalho, V. D. de. (2001) Teores de policompostos fenólicos totais de caule e folha de quatro cultivares de abacaxizeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, 23 (2): 274-276.
- Santos, P. C., Da Silva, M. P., Freitas, S. D. J., Berilli, S. D. S., Altoé, J. A., Silva, A. D. A., Carvalho, A. J. C. (2014) Ácidos húmicos e brassinosteróide no crescimento e estado nutricional de rebentos de coroas de abacaxi. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 9 (4): 532-537.
- Santos, P. C. dos, Freitas, M. S. M., Freitas, S. D. J., Silva, M. D., Berilli, S. D. S. (2011) Fungos micorrízicos no crescimento e nutrição de rebentos oriundos de coroa de abacaxi. *Revista Brasileira Fruticultura*, Volume Especial: 658-665.
- Severino, J. J., Dias-Arieira, C. R., Tessmann, D. J. (2010). Nematodes associated with sugarcane in sandy soils in Paraná, Brazil. *Nematropica* 40: 111-119.
- Shahidi, F., Janitha, P. K., Wanasundara, P. D. (1992) Phenolic antioxidants. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 32 (1): 67-103.
- Sharma, P., Bhardwaj, R., Arora, N., Arora, H. K. (2007). Effect of 28-homobrassinolide on growth, zinc metal uptake and antioxidative enzyme

activities in *Brassica juncea* L. seedlings. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(3): 203-210.

Silva, A., Silva, A., Souza, A., Santos, D., Silva, S., Silva, V. (2012a) Resposta do abacaxizeiro 'Vitória' a doses de nitrogênio em solos de tabuleiros costeiros da Paraíba. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 36 (2): 447-456.

Silva, A. B., Pasqual, M., de Araújo, A. G., Braga, F. T., Castro, E. M., Barros Albert, L. H. (2012b) Morfofisiologia e anatomia foliar de mudas micropropagadas e aclimatizadas de abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne em diferentes substratos. *Revista Ceres*, 59 (5): 580-586.

Silva, M. L. C., Costa, R. S., Santana, A. dos S., Koblitz, M. G. B. (2010) Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 31 (3): 669-682.

Silva, S.E.L., Souza, A.G.C., Berni, R.F., Souza, M.G. (2004) *A Cultura do Abacaxizeiro no Amazonas*. Circular técnica nº 21. Manaus, AM. ISSN 1517-2449. 6p.

Silva, V. F. da, Moraes, J. C., Melo, B. A. (2010) Influence of silicon on the development, productivity and infestation by insect pests in potato crops. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 34 (6): 1465-1469.

Silva, W. G. da, Tucci, C. A. F., Hara, F. A. dos S., Santos, R. A. C. dos. (2007) Efeito de micronutrientes sobre o crescimento de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King) em Latossolo Amarelo. *Revista Acta Amazônica*, 37 (3): 371-376.

Soares, S. E. (2002) Ácidos fenólicos como antioxidantes. *Revista Nutrição*, 15 (1): 71-81.

- Souza, H. A. de, Natale, W., de Mello Prado, R., Rozane, D. E., Romualdo, L. M., Hernandez, A. (2009) Efeito da Calagem sobre o crescimento de goiabeiras. *Revista Ceres*, 56 (3): 336-341.
- Spironello, A., Siqueira, W.J., Usberti Filho, J.A., Teófilo Sobrinho, J., Carvalho, C.R.L., Bettioli Neto, J.E., Sigrist, J.M.M., Ferrari, J.T., Louzeiro, I.M., Martins, A.L.M. (2010) Cultivar de abacaxizeiro IAC Fantástico. Instituto Agronômico, Campinas, SP, "Folder", 6p.
- Sujatha, K. B., Babu, S. M., Ranganathan, S., Rao, D. N., Ravichandran, S., Voleti, S. R. (2012). Silicon Accumulation and its Influence on some of the Leaf Characteristics, Membrane Stability and Yield in Rice Hybrids and Varieties Grown under Aerobic Conditions. *Journal of Plant Nutrition*. 36 (6): 963-975.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2013) *Fisiologia vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 954p.
- Veloso, C. A. C., Oeiras, A. H. L., Carvalho, E. J. M., Souza, F. R. S. (2001) Resposta do abacaxizeiro à adição de nitrogênio, potássio e cálcio em Latossolo Amarelo do nordeste paranaense. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 23 (2): 396-402.
- Ventura, J. A., Cabral, J.R.S., Matos, A. P. (2009) 'Vitória': new pineapple cultivar resistant to fusariosis. *Acta Horticulturae*, The Hague, 822: 51-55.
- Vermeire, M. L., Kablan, L., Dorel, M., Delvaux, B., Risède, J. M., Legrève, A. (2011) Protective role of silicon in the banana-Cylindrocladium spathiphyllipatho system. *Eur J Plant Pathol*, 131: 621-630.
- Viana, E. S., Reis, R. C., Jesus, J. L., Junghans, D. T., Souza, F. V. D. (2013) Caracterização físico-química de novos híbridos de abacaxi resistentes à fusariose. *Ciência Rural*, 43 (7): 1155-1161.

- Vicentini, V.B., Almeida, G. D. de., Zucoloto, M. (2009) Silicato de cálcio e benzotiadiazole na proteção do mamão contra antracnose em pós-colheita. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas, Terapêutica*, 35 (1): 131-137.
- Vichiato, M., Vichiato, M. R. de M., Castro, D. M. de., Marchiori Júnior, W., Lima, C.D.F., Carvalho, J.G.de. (2007) Silício e fósforo no desenvolvimento e anatomia foliar de mudas de mamoeiro 'Improved Sunrise Solo 72/12'. In: Martins, D. dos. S., Costa, A.N., Costa, A. de. F. S. da. (eds.). *Papaya Brasil: Manejo, Qualidade e Mercado do Mamão, Anais...* Vitória, p. 399-401.
- Vieira, L. J., Santos, L. R., Castelen, M. S., Junghans, D. T. (2010) Caracterização morfológica de acessos de abacaxizeiro. *C&D- Revista Eletrônica da Fainor, Vitória da Conquista*, 3 (1): 68-77.
- Vieira, M.R. (2006) Efeito acaricida de extratos vegetais sobre fêmeas de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 8 (4): 210-217.
- Yang, L., Zhao, P., Wang, L., Filippus, I., Meng, X. (2010) Synergistic effect of oligochitosan and silicon on inhibition of *Monilinia fructicola* infections. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90: 630-634.
- Zeny, B., Trojan, D. G. (2016) Hormônios de plantas: uma prospecção sobre suas descobertas e aplicações. *Revista Techno Eng.* 1 (11): 1-48.
- Zullo, M. A. T., Adam, G. (2002) Brassinosteroid phytohormones: estrutura, bioactivity and applications. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, Londrina, 14(3): 83-121.

APÉNDICE

APÊNDICE A

Fotos dos experimentos realizados em casa de vegetação



Figura 1A – Experimentos instalados em casa de vegetação equipada com sistema de gotejamento da unidade de apoio à pesquisa da UENF.



Figura 2A – Conjunto motobomba de irrigação automática com temporizador integrado.

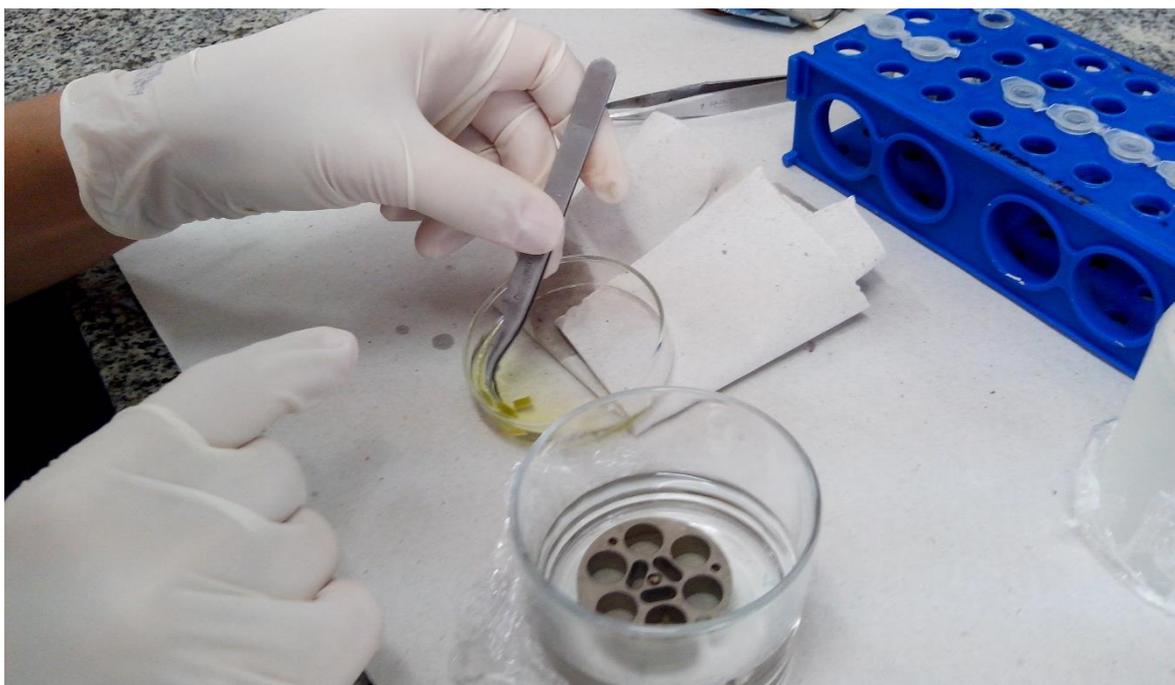


Figura 3A – Preparo das amostras foliares para as análises anatômicas.



Figura 4A – Preparo das amostras foliares para as análises biométricas.

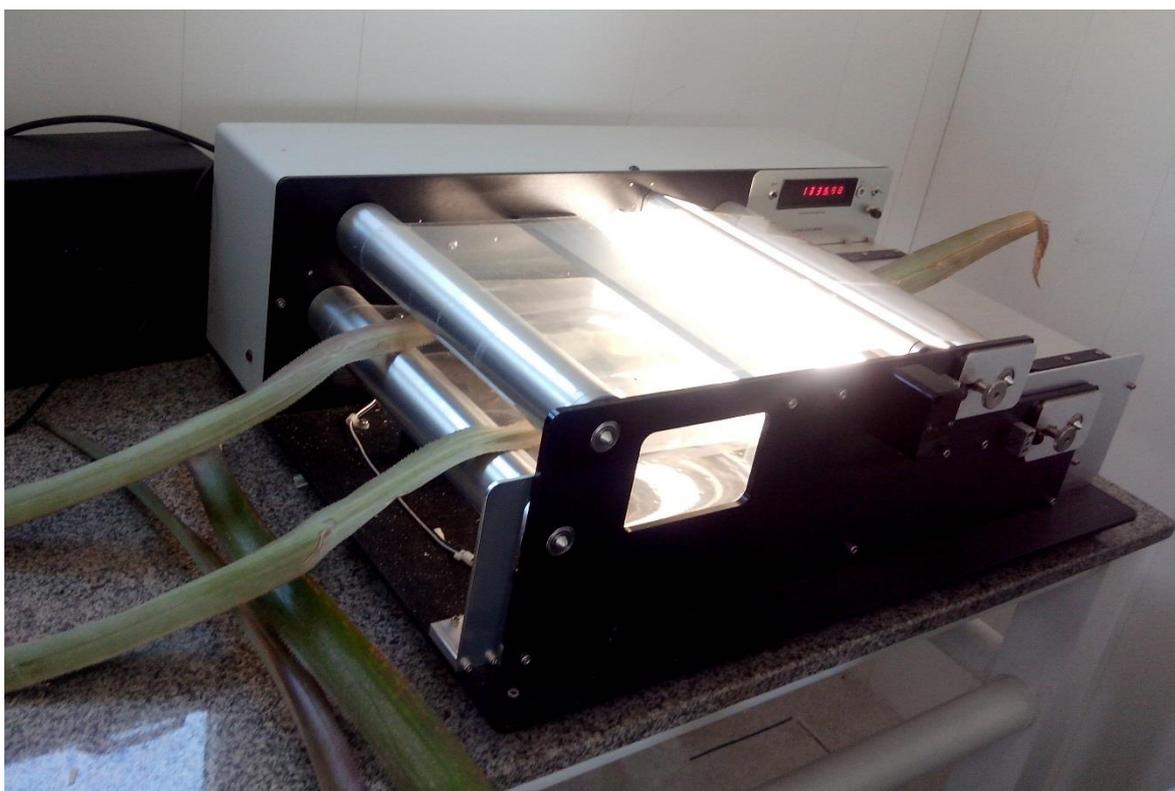


Figura 5A – Realização de análises no medidor de área foliar da unidade de apoio à pesquisa da UENF.

APÊNDICE B

Fotos do experimento realizado em Marataízes/ES.



Figura 1B – Visão geral do experimento instalado no município de Marataízes/ES.

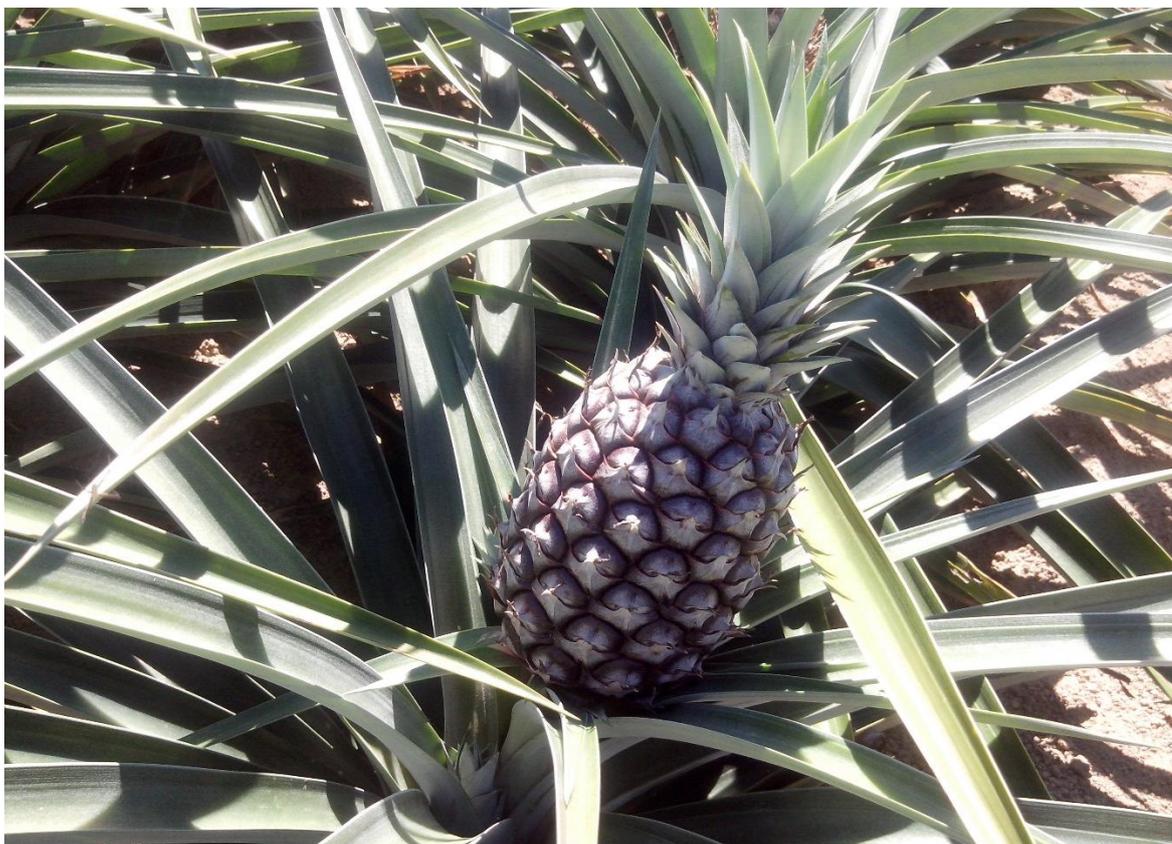


Figura 2B – Fruto de abacaxizeiro ‘Vitória’ da área experimental em Marataízes/ES.



Figura 3B – Fruto de abacaxizeiro ‘Imperial’ da área experimental em Marataízes/ES.



Figura 4B – Realização das análises biométricas na área experimental em Marataízes/ES.