

ÁCIDOS HÚMICOS, BRASSINOSTEROIDE E FUNGOS  
MICORRÍZICOS ARBUSCULARES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE  
ABACAXIZEIRO

**PAULO CESAR DOS SANTOS**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY  
RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
MARÇO – 2012

ÁCIDOS HÚMICOS, BRASSINOSTEROIDE E FUNGOS  
MICORRÍZICOS ARBUSCULARES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE  
ABACAXIZEIRO

**PAULO CESAR DOS SANTOS**

“Dissertação 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 Mestre em Produção Vegetal”.

Orientador: Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
MARÇO – 2012

## FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCTA / UENF 032/2012

Santos, Paulo Cesar dos

Ácidos húmicos, brassinosteroide e fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de abacaxizeiro / Paulo Cesar dos Santos. – 2012.

66 f. : il.

Orientador: Almy Junior Cordeiro de Carvalho

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2012.

Bibliografia: f. 52 - 59.

1. *Ananas comosus* 2. Húmus 3. Micorriza 4. Fitormônio  
5. Coroas de abacaxi 6. Fusariose 7. Propagação I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD – 634.774

ÁCIDOS HÚMICOS, BRASSINOSTEROIDE E FUNGOS  
MICORRÍZICOS ARBUSCULARES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE  
ABACAXIZEIRO

**PAULO CESAR DOS SANTOS**

“Dissertação 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 Mestre em Produção Vegetal”.

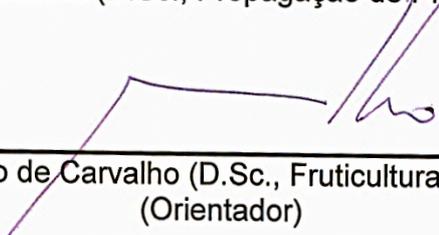
Aprovada em 12 de março de 2012.

Comissão Examinadora:

  
Prof.<sup>a</sup> Cláudia Sales Marinho (D.Sc., Fruticultura Subtropical) – UENF

  
Pesq. Luiz Carlos Santos Caetano (D.Sc., Fruticultura) – INCAPER

  
Prof.<sup>a</sup> Virginia Silva Carvalho (D.Sc., Propagação de Plantas) – UENF

  
Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho (D.Sc., Fruticultura Tropical) – UENF  
(Orientador)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus.

Aos meus pais, minha irmã pelo apoio e confiança.

Ao Seu Júlio e Dona Tereza pelo apoio durante todos esses anos.

A minha família.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) pela oportunidade e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa.

Ao meu orientador Prof. Almy pelos ensinamentos, oportunidades e apoio durante esses sete anos.

Aos meus amigos de graduação e pós-graduação que conquistei durante essa jornada, especialmente a Liliane, Natália, Pedro, Priscila e Zelita pelo companheirismo e alegria que me proporcionaram durante a graduação.

Aos amigos e colegas do laboratório de fitotecnia que ajudaram na condução e avaliação dos experimentos, especialmente a Aurilena, Flavia, Felipe, Liliane, Luciano, Mírian, Paulo, Patrícia, Tarcísio, Sílvio e Rodrigo.

Aos companheiros de república Fortunato (Anjo), Ligia e Silvio (Gordinho).

Aos técnicos do Laboratório de Fitotecnia Detony José C. Petri e ao Senhor José Acácio pela cooperação das análises de nutrientes.

Às Professoras Cláudia Sales, Janie Jasmim, Virginia e em especial ao Professor Sílvio pela colaboração e elaboração desse trabalho.

À Professora Mara Gomes pelo fornecimento do brassinosteróide.  
À Empresa Agrolatino Ind. e Com. de Adubos e Fertilizantes Ltda pelo  
fornecimento do Condicionador Orgânico de Solo  
Ao Dr. Gean Carlos Silva Matias pela colaboração.  
A todos que, direta e indiretamente, colaboraram neste trabalho.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVO.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
3.1. Abacaxizeiro e suas cultivares .....	4
3.2. Propagação.....	5
3.3. Brassinosteroides .....	7
3.4. Ácidos húmicos.....	9
3.5. Fungos micorrízicos arbusculares .....	10
4.1. Trabalho 1: Ácidos húmicos e brassinosteroides no crescimento e estado nutricional de rebentos oriundos de coroas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' ..	13
4.2. Trabalho 2: Fungos micorrízicos no crescimento e nutrição de rebentos oriundos de coroa de abacaxi .....	35
RESUMO E CONCLUSÕES .....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
APÊNDICE.....	61

## RESUMO

Santos, Paulo Cesar dos. Eng. Agrônomo, M.Sc.. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Março de 2012. Ácidos húmicos, brassinosteróide e fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de abacaxizeiro. Orientador: Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho. Co-orientador: Prof. Sílvio de Jesus Freitas

Com o objetivo de promover o aumento da produção de mudas de abacaxizeiro em quantidade e em qualidade, foram realizados dois experimentos para avaliar as respostas de mudas do tipo rebento, provenientes da técnica de eliminação do meristema apical de coroas de abacaxi, a aplicações de ácidos húmicos, brassinosteróide e a inoculação a fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) quanto ao seu crescimento e estado nutricional. No primeiro experimento avaliou-se o efeito de ácidos húmicos e brassinosteróide no crescimento e estado nutricional dos rebentos. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, em um esquema fatorial 5x2, sendo cinco doses do brassinosteróide (0; 0,50; 0,75; 1,0 e 1,25 mg L<sup>-1</sup>), na presença e ausência de ácidos húmicos, com cinco repetições para cada tratamento. Como fonte de brassinosteróide foi utilizado o BIOBRAS-16<sup>®</sup> (análogo espirostânico da castasterona - (25R)-2 $\alpha$ ,3 $\alpha$ -diidroxí-5 $\alpha$ -espirostan-6-ona), para fonte de ácidos húmicos foi utilizado o condicionador orgânico de solo Agrolmin<sup>®</sup>. Após o transplante dos rebentos, foram determinados, em quatro épocas (0; 40; 80 e 170 dias), a altura da planta, o

diâmetro do caule e o número de folhas. Na última época foram avaliados, ainda, a área foliar, o volume radicular, a matéria seca da parte aérea, a matéria seca da raiz, a matéria seca total da planta e os teores de N, K, Ca e Mg na matéria seca foliar. Verificou-se efeito na altura de plantas de mudas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' oriundas de rebentos de coroa de frutos em função de ácidos húmicos e de brassinosteróide. Os ácidos húmicos e o brassinosteróide não proporcionaram incrementos na área foliar, no diâmetro, no número de folhas, no volume radicular, na matéria seca da parte aérea e raiz das mudas. A aplicação de brassinosteróide reduziu o teor e o conteúdo de potássio matéria seca da parte aérea de mudas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne'. O fornecimento de ácidos húmicos, na ausência de brassinosteróide, elevou o teor e o conteúdo de potássio em mudas do abacaxizeiro. No segundo experimento objetivou-se avaliar a ação de FMAs no crescimento e nos teores de nutrientes de rebentos dos abacaxizeiros 'Smooth Cayenne' e 'Pérola'. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, em um fatorial 2x3, com duas cultivares de abacaxi (Smooth Cayenne e Pérola) e três tratamentos microbiológicos (Sem inoculação, inoculação com *Glomus etunicatum* e inoculação com uma mistura dos fungos *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*), com quatro repetições. Concluiu-se que a inoculação com FMAs não proporcionou redução no tempo de formação das mudas. Na cultivar Pérola, a inoculação com FMAs provocou redução na matéria seca das plantas e nos teores foliares de P e K. Para a cultivar Smooth Cayenne a inoculação com FMAs proporcionou incremento nos teores de P na matéria seca foliar. A inoculação com FMAs na cultivar Smooth Cayenne não promove incrementos na matéria seca da parte aérea e no teor de K. No entanto, para o teor de P é verificado efeito benéfico da colonização micorrízica.

## ABSTRACT

Santos, Paulo Cesar dos. Agronomist, M.Sc.. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. March, 2012. Humic acid, brassinosteroid, and mycorrhizal fungi in plantlets of pineapple. Advisor: Prof Almy Junior Cordeiro de Carvalho. Co-Advisor: Prof. Sílvio de Jesus Freitas

In order to promote increased production of plantlets of pineapple in quantity and quality, two experiments were conducted to evaluate the responses of plantlets of type shoot, by the technical of apical meristem elimination in pineapple crowns, with applications of humic acid, brassinosteroid and inoculation to mycorrhizal fungi (AMF) on the growth and nutritional status. The first experiment evaluated the effect of humic acid and brassinosteroid on growth and nutritional status of the shoots. We used a randomized block design in a 5x2 factorial scheme, with five doses of brassinosteroid (0, 0.50, 0.75, 1.0 and 1.25 mg L<sup>-1</sup>) in presence and absence of humic acid, with five replicates for each treatment. As a source of brassinosteroid was used BIOBRÁS-16<sup>®</sup> (an analogue of espirosterona - (25R)-2 $\alpha$ , 3 $\alpha$ -dihydroxy-5 $\alpha$ -espirostan-6-one), to a source of humic acid was used organic soil conditioner Agrolmin<sup>®</sup>. After transplanting the shoots were determined in four times (0, 40, 80 and 170 days), plant height, stem diameter and leaf number. Last season were evaluated, although the leaf area, root volume, shoot dry matter, root dry matter, total dry matter and N, K, Ca and Mg content in leaf dry matter. There was an effect on plant height of plantlets of pineapple 'Smooth Cayenne' derived from crown buds of fruit as a function of

humic acid and brassinosteroid. The humic acid and brassinosteroid did not provide increased leaf area, diameter, number of leaves, root volume, shoot and root dry matter of plantlets. The application of brassinosteroid reduced potassium content and shoots dry matter content of plantlets of pineapple 'Smooth Cayenne'. The supply of humic acids in the absence of brassinosteroid, elevated the potassium content in plantlets of pineapple. In the second experiment aimed to evaluate the effect of AMF on growth and nutrient content of shoots of 'Smooth Cayenne' and 'Pérola' pineapple. We used a randomized block design in a 2x3 factorial, with two cultivars of pineapple (Smooth Cayenne and Pérola) and three microbiological treatments (no inoculation, inoculation with *Glomus etunicatum* and inoculation with a mixture of *Glomus clarum* and *Gigaspora margarita*) with four replications. It was concluded that inoculation with AMF did not provide a reduction in the seed-plot time of plantlets. In cultivar Pérola, inoculation with AMF caused a reduction in plant dry weight and contents of P and K. For the cultivar Smooth Cayenne the AMF inoculation provided an increase in P concentrations in leaf dry matter. Inoculation with AMF in the Smooth Cayenne cultivar does not promote increases in dry matter of shoots and the content of K. However, for the content of P is observed beneficial effect of mycorrhizal colonization.

## 1. INTRODUÇÃO

O abacaxizeiro é uma das espécies vegetais de grande importância para a agricultura brasileira, ocupando, em 2010, a oitava posição, em volume de produção, entre todas as fruteiras cultivadas no País (IBGE, 2012). No estado do Rio de Janeiro, esta cultura tem elevada importância e vem se destacando nos últimos anos, sendo que a área colhida em 2011 foi de 4.453 ha, com um acréscimo de 35,6% em relação ao ano anterior (Agrianual, 2012). A Região Norte Fluminense participa com cerca de 98% de toda a área plantada no Estado, com plantio de cerca de 175 milhões de mudas, tornando a abacaxicultura uma das principais fontes de renda e emprego nos municípios de São Francisco de Itabapoana, São João da Barra e Quissamã.

No entanto, alguns entraves para o desenvolvimento da abacaxicultura têm sido a falta de qualidade fitotécnica e fitossanitária das mudas utilizadas para implantação de novas lavouras. Na maioria das vezes essas mudas são adquiridas em plantios comerciais e em CEASAs (Freitas, 2010), prejudicando o controle do *Fusarium subglutinans* f. sp. *Ananas*, o agente etiológico de uma das principais doenças, sendo responsável pelo comprometimento da produção de abacaxi no Brasil (Matos et al., 2009).

A oferta de mudas sadias é a principal forma de assegurar o sucesso do cultivo. Entretanto, a produção de mudas de abacaxizeiro, quando executada dentro dos padrões técnicos adequados resulta em elevados custos. Estes são justificados pela longa permanência das mudas no viveiro, até atingir o tamanho

ideal para comercialização, o qual desestimula esta atividade por parte dos viveiristas, dificultando aquisição destas pelos produtores (Coelho, 2005).

Neste contexto, têm sido realizados trabalhos com a propagação do abacaxizeiro que têm visado à redução da fase de enviveiramento e o aumento da produtividade no viveiro. Dentre os métodos de propagação acelerada, Coelho et al. (2007) e Santos et al. (2011a) verificaram elevado potencial na utilização da coroa de abacaxi para produção precoce de rebentos pelo método de destruição do meristema apical.

Aplicações de insumos, como ácidos húmicos, brassinosteroides e fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), aliadas a diferentes métodos de propagação, foi testado por Catunda et al. (2008), Baldotto et al. (2009), Baldotto et al. (2010) e Gutiérrez-Oliva et al. (2009), que citam que estes insumos podem ser utilizados como estratégia para acelerar o crescimento das mudas e reduzir o tempo de sua formação.

Os brassinosteroides induzem efeitos sobre: a divisão (Clouse e Sasse, 1998) e alongamento celular (Azpiroz et al., 1998), o crescimento das plantas (Oriika Ono et al., 2000), mudanças nas atividades enzimáticas, potencial de membranas, na síntese de DNA, RNA e proteínas, na fotossíntese, e desenvolvimento de gemas vegetativas e florais (Khripach et al., 2000), inibição de raízes (Colli, 2004) e participam de processos de tolerância das plantas a estresses, como temperaturas extremas, seca, salinidade e ataque de patógenos (Krishna, 2003).

Ácidos húmicos são substâncias que podem estimular o crescimento e a produtividade das plantas, além de fornecer nutrientes por meio de sua mineralização (Cordeiro et al., 2010). Contudo, não foram encontrados estudos que indiquem efeitos da aplicação de combinações de brassinosteroides e ácidos húmicos em mudas de abacaxizeiro.

Os FMAs são amplamente reconhecidas pelos efeitos positivo que proporcionam no crescimento da planta, pela melhoria na absorção de nutrientes como fósforo (Freitas et al., 2006), nitrogênio e potássio (Gupta et al., 2002). Dessa forma, há o aumento da produtividade do viveiro, a rotatividade na ocupação da infraestrutura e a eficiência de utilização de mão de obra especializada (Siqueira et al., 1996).

## **2. OBJETIVO**

Visando promover o aumento da produção de mudas de qualidade do abacaxizeiro pela redução do período de viveiro, este trabalho teve como objetivo geral verificar aplicações de ácidos húmicos, brassinosteróide e a inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) no crescimento e nutrição de mudas de abacaxizeiro.

### **Objetivos específicos:**

- Analisar o crescimento vegetativo e o estado nutricional de rebentos oriundos de coroas do abacaxi 'Smooth Cayenne' às aplicações de ácidos húmicos e brassinosteróide;
- Verificar a ação de FMAs no crescimento no estado nutricional de rebentos oriundos de coroas dos abacaxis 'Smooth Cayenne' e 'Pérola'.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Abacaxizeiro e suas cultivares

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *comosus*) é extensivamente produzido em todos os países tropicais, aonde as condições de cultivo são adequadas para seu desenvolvimento (Crestani et al., 2010). O fruto é considerado um dos principais produtos da fruticultura nacional sendo apreciado em várias regiões do mundo (Araújo et al., 2009). A produção brasileira estimada em 2011 foi de 3.028.781 toneladas em uma área colhida de 55.765 ha (Agrianual, 2012).

O abacaxizeiro é uma planta herbácea perene (Cunha e Cabral, 1999), pertencente à família Bromeliaceae. Os abacaxis pertencem aos gêneros *Ananas* e *Pseudananas* que se diferenciam dos outros gêneros da família Bromeliaceae pelo fato de produzir uma infrutescência do tipo sincárpico, formada pela coalescência dos frutos individuais (tipo baga), brácteas adjacentes e do eixo da inflorescência. Nos demais gêneros os frutos continuam livres (Collins, 1960; Py, 1969).

No Brasil e em outros países da América do Sul, ocorrem populações silvestres de abacaxizeiros pertencentes a espécie *Ananas comosus*. Alguns desses materiais poderiam ser recomendados como cultivares ou utilizados em trabalhos de melhoramento genético, após serem caracterizados e avaliados, para solucionar problemas atuais e, ou potenciais da cultura (Cunha e Cabral, 1999).

As cultivares de abacaxizeiro mais plantadas no mundo estão reunidas nos grupos Cayenne, Spanish, Queen, Pernambuco e Perolera de acordo com caracteres comuns tais como: número de filhotes, número de rebentões, comprimento das folhas, presença de espinhos, comprimento do pedúnculo, peso médio do fruto, forma e tamanho dos frutinhos, coloração da polpa, teor de açúcar e acidez (Py et al., 1984).

No contexto mundial, a cultivar mais importante é a 'Smooth Cayenne', pertencente ao grupo Cayenne, o mais plantado no mundo, tanto em termos de área quanto de faixa de latitude, possuindo muitos caracteres favoráveis à exploração agrícola. É uma planta de crescimento semiereto, com folhas de até 1,0 m de comprimento e com apenas dois a três pares de espinhos na extremidade, o pedúnculo curto com  $\pm 15$  cm, poucos filhotes. O fruto tem forma cilíndrica, com peso de 1,5 a 2,5 kg, polpa amarela, coloração externa alaranjada, elevado teor de açúcar e média acidez. Entretanto, é susceptível à fusariose e à murcha causada por cochonilhas (Cunha e Cabral, 1999).

A cultivar de abacaxi Pérola ou Pernambuco, "Grupo Pernambuco", plantada quase que exclusivamente no Brasil, apresenta porte médio, crescimento ereto, folhas com  $\pm 65$  cm de comprimento e com espinhos nos bordos, pedúnculo longo em média 30 cm, grande número de filhotes (10-15), susceptível à fusariose, porém, apresenta certa tolerância à murcha causada por cochonilha. O fruto tem forma cônica, coroa grande, peso de 1 a 1,5 kg, polpa branca com muito suco e pouco ácida. Apesar de suas boas características organolépticas, não apresenta características adequadas para a industrialização e exportação *in natura* (Cunha e Cabral, 1999).

### **3.2. Propagação**

No Brasil, o estágio atual do processo de produção de mudas do abacaxizeiro tem sido caracterizado pela ausência de material de qualidade, notadamente no que diz respeito à sanidade, e pela baixa oferta, com deficiência de um sistema de produção profissionalizado e com valor unitário pouco competitivo para esta atividade (Coelho, 2005).

O abacaxizeiro pode ser propagado sexuado e assexuadamente. A propagação sexuada é somente utilizada em trabalhos de melhoramento genético. De uma maneira geral não há formação de sementes nos frutos, devido principalmente à autoesterilidade das flores. No entanto, a sua formação, é possível por meio da polinização cruzada intervarietal (Cunha e Cabral, 1999).

A propagação assexuada é utilizada no estabelecimento da cultura. A formação de mudas de abacaxizeiro ocorre naturalmente em diferentes partes da planta, os tipos mais comuns são conhecidos como: coroa, filhotes e rebentões, perpetuam as características da planta que lhes deu origem, a não ser que ocorram mutações naturais (Py et al., 1984).

As mudas de abacaxizeiro convencionalmente comercializadas para a instalação de novos plantios são as de ocorrência natural, especialmente aquelas do tipo filhote e rebentão, que são oriundas de plantios conduzidos prioritariamente para a produção de frutos. Assim sendo, o sistema de produção empregado não objetiva a produção de mudas, razão pela qual as mesmas podem não apresentar as características ideais para plantio, notadamente quanto aos aspectos fitossanitários (Matos et al., 2009).

A utilização de mudas sadias se constitui na forma mais eficiente de assegurar um bom desenvolvimento das plantas, evitando a introdução acidental de pragas e doenças. No entanto, a propagação do abacaxizeiro é um processo lento, o qual desestimula a atividade dos viveiristas. Por esta razão é imprescindível utilizar outros meios de propagação, que assegurem a produção de grandes quantidades de mudas em curto espaço de tempo.

A obtenção de mudas a partir de coroa de abacaxi pelo método de destruição do meristema apical foi apontada como uma alternativa para produção de mudas, que se pode produzir em um período de 360 dias, 5,2 mudas por coroa de abacaxi com peso igual a 145 g e com comprimento igual a 35,9 cm para a cultivar Smooth Cayenne (Coelho et al., 2007).

Santos et al. (2011b), testando os efeitos de fungos micorrízicos arbusculares em coroas de três cultivares de abacaxi cujo meristema apical foi destruído, indicaram que a coroa dos frutos pode ser utilizada para multiplicação de material propagativo, podendo produzir até 29,2 rebentos com cerca de 10 cm de comprimento em até 420 dias após o plantio desta parte do fruto.

Outra forma de propagação é a vegetativa *in vitro*, pois permite a produção de material genético e fitossanitário de boa qualidade, elevando a produtividade e a qualidade dos materiais assim propagados (Neto, 2009). No entanto, as mudas precisam passar por um processo de aclimatização imediatamente após remoção do ambiente *in vitro*.

A fase de aclimatização consiste em levar as mudas para casas de vegetação ou viveiros para adaptar sua fisiologia mixotrófica para autotrófica. Nesta fase, as mudas são mais sensíveis às condições ambientais como luminosidade e temperatura, assim como aos tratamentos culturais como adubação, irrigações, reguladores de crescimento e substratos (Freitas, 2010).

Apesar das vantagens, a propagação vegetativa *in vitro* do abacaxizeiro ainda tem se demonstrado onerosa, devido, principalmente, ao longo período de aclimatização em casa de vegetação (Barbosa et al., 2006). Este fato, aliado a falta de conhecimento sobre a qualidade de frutos obtidos em plantas oriundas de mudas advindas diretamente da cultura de tecidos, tem sido os principais problemas para que produtores possam utilizar tais mudas nos seus cultivos.

A produção de mudas de abacaxizeiro é um processo dispendioso. Nesse sentido, têm sido realizados estudos que objetivam diminuir o período de produção de mudas, por meio da aceleração do crescimento da muda, como aplicação de reguladores de crescimento (Coelho et al., 2007 e 2009; Catunda et al., 2008; Freitas, 2010) e aplicação de ácidos húmicos (Baldotto et al., 2009; Baldotto et al., 2010).

### **3.3. Brassinosteroide**

O desenvolvimento vegetal é influenciado tanto por fatores externos, como luz, temperatura, gravidade, água, quanto por fatores internos, provenientes de moléculas orgânicas que atuam como mensageiros químicos altamente específicos denominados hormônios (Davies, 1995). O termo hormônio originou-se do grego *horman* que significa estímulo (mensageiro químico) (Raven et al., 2001). Os hormônios vegetais são substâncias orgânicas de ocorrência natural, ativas em quantidades mínimas ( $<1,0 \mu\text{mol L}^{-1}$ ), sintetizadas em determinadas partes do vegetal e transportadas para outras, induzindo efeitos específicos no

crescimento e desenvolvimento das plantas (Ivanchenco et al., 2008). O desenvolvimento vegetal é regulado por seis tipos principais de hormônios: auxina, giberilinas, citocininas, etileno, ácido abscísico e brassinosteroides (Taiz e Zeiger, 2009).

Os brassinosteroides (BRs) são lactonas polihidroxi-esteroidais que ocorrem naturalmente em plantas. Segundo Gomes (2011), estas substâncias são encontradas em gimnospermas, algas, monocotiledôneas e dicotiledôneas, sendo sintetizadas em diferentes órgãos das plantas, tais como folhas, botões florais, sementes, frutos, caules e raízes. As respostas aos brassinosteroides incluem estímulos sobre a divisão de células (Clousee Sasse, 1998), alongamento celular (Azpiroz et al., 1998), crescimento das plantas (Oriki Ono et al., 2000). Desta forma, os BRs poderiam atuar de várias formas na produção de mudas, como no desenvolvimento de gemas vegetativas; no crescimento e desenvolvimento vegetativo, além de atuar como substância antiestressante.

Apesar dos hormônios vegetais ocorrerem de forma natural, seus conteúdos nos tecidos vegetais são bem reduzidos, dificultando seu estudo e suas aplicações em determinados ramos do agronegócio. Devido à necessidade de quantidades relativamente elevadas desses hormônios, iniciaram-se pesquisas envolvidas na descoberta de substâncias análogas (sintéticas), as quais provocassem reações nas plantas semelhantes aos hormônios naturais. A estas substâncias, se dá o nome de fitorreguladores de crescimento. O emprego de fitorreguladores de crescimento como técnica agrônômica para se aperfeiçoar as produções em várias culturas tem crescido muito nos últimos anos (Freitas, 2010).

Wang et al. (1994) estudaram o efeito do análogo de brassinosteroide 24-epibrasinolídeo, no crescimento do meloeiro e verificaram que as aspersões foliares de  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$  do produto, promoveram o crescimento das mudas com incremento de matéria seca e do número de folhas.

Altoé et al. (2008) estudaram o efeito da aplicação de diferentes concentrações do análogo de brassinosteroide BIOBRAS-16<sup>®</sup> (0 a  $1 \text{ mg L}^{-1}$ ) sobre o crescimento vegetativo e o estado nutricional da tangerineira 'Cleópatra' e observaram que houve efeito benéfico das concentrações  $0,1$ ,  $0,5$  e  $1 \text{ mg L}^{-1}$  do BIOBRAS-16<sup>®</sup> sobre o diâmetro do caule das plantas.

Segundo Tanaka et al. (2003), os brassinosteroides estimulam certas enzimas que desempenham papel importante no fenômeno de crescimento, como na ativação das bombas de prótons, na síntese proteica e de ácidos nucleicos, também induzem uma mudança na composição de alguns aminoácidos em proteínas. Nas membranas celulares provocam mudanças na composição de ácidos graxos, ocasionando mudança nas suas propriedades (plasticidade), além disso, aumentam a capacidade de síntese de compostos polissacarídicos, que facilitam o fenômeno de transporte de moléculas (translocação) e ainda desempenham um papel dominante em relação a outros hormônios, na medida em que regulamentam a sua atividade ou a sua produção.

Catunda et al. (2008) avaliaram o efeito da aplicação de concentrações de um análogo de brassinosteróide - BIOBRAS-16<sup>®</sup> (0 a 1 mg L<sup>-1</sup>) e do uso de dois substratos (Plantmax<sup>®</sup> e uma mistura de bagaço de cana + torta de filtro) sobre a aclimatização de mudas micropropagadas do abacaxizeiro cv. 'Imperial'. O análogo de brassinosteróide BIOBRAS-16<sup>®</sup> e o substrato contendo bagaço de cana e torta de filtro promoveram maior crescimento da parte aérea das mudas do abacaxizeiro 'Imperial'.

Freitas (2010) utilizou o análogo de brassinosteróide (2-alfa,3-alfa,6-oxo-5-alfa-espirostanodiol), em vários experimentos envolvendo a propagação do abacaxizeiro e observou maior crescimento vegetativo e teor de nitrogênio na parte aérea de mudas provenientes do seccionamento do caule do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne'. Além disso, o BR possibilitou efeitos no desenvolvimento de gemas axilares de secções do caule do abacaxizeiro e mostrou-se eficiente na quebra da dormência das gemas.

### **3.4. Ácidos húmicos**

As substâncias húmicas (SHs) constituem a maior parte da matéria orgânica do solo e, de acordo com sua solubilidade, podem ser fracionadas em: humina (fração insolúvel em meio alcalino e ácido), ácido fúlvicos (solúvel em meio alcalino e ácido) e ácidos húmicos (solúvel em meio alcalino e insolúvel em meio ácido) (Kononova, 1982; Stevenson, 1994).

Os ácidos húmicos, que constituem a fração reativa mais estável das SHs, têm coloração escura, alto teor de anéis aromáticos, grupos funcionais hidrofílicos contendo oxigênio (Guerra et al., 2008).

Efeitos estimulantes de SHs no crescimento de plantas têm sido amplamente documentados. As SHs podem estimular diretamente o crescimento e a produtividade das plantas, por influenciar positivamente o transporte de íons facilitando a absorção de nutrientes; aumento da respiração e da velocidade das reações enzimáticas do ciclo de Krebs resultando em maior produção de ATP; aumento no conteúdo de clorofila; aumento na velocidade e síntese de ácidos nucleicos; efeito seletivo sobre a síntese proteica; e aumento ou inibição da atividade de enzimas (Nannipieri et al., 1993). Além disso, fornecem nutrientes para as plantas por meio da mineralização (Cordeiro et al., 2010).

Aplicações de ácidos húmicos em experimentos com tomates proporcionaram incrementos no crescimento radicular e absorção de nutrientes, como nitrogênio e fósforo (Adini et al., 1998).

Pinheiro et al. (2010) testaram em eucalipto concentrações de C-ácidos húmicos (0, 10, 30 e 150 mg L<sup>-1</sup>) obtidos a partir de um material húmico de origem comercial rico em ácidos húmicos e ácidos húmicos puros para análise (AH p.a.) e concluíram que a utilização do material húmico, em baixas concentrações (0,07-3,8 mg L<sup>-1</sup>), propiciou incrementos em relação ao controle, nas produções de matéria seca de raiz, caule, folha e total.

Em abacaxizeiro, Baldotto et al. (2009) indicaram a possibilidade do uso de ácidos húmicos na aceleração do crescimento vegetal de plantas propagadas *in vitro*, durante a fase de aclimatização, uma vez que foram observados incrementos no crescimento da parte aérea, do sistema radicular e nos conteúdos de N, P, K, Ca e Mg.

### **3.5. Fungos micorrízicos arbusculares**

Os Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs) têm grande potencial de uso nos programas de produção de mudas, pois permitem abreviar o tempo de formação da muda de várias fruteiras como mamoeiro (Lima et al., 2011), maracujazeiro doce (Anjos et al., 2010), gravioleira (Samarão et al., 2011) e

bananeira (Lins et al., 2003). Além de aumentar o vigor e a capacidade de sobrevivência das plantas pelo aumento na absorção de nutrientes, as micorrizas podem reduzir o nível de aplicação de fertilizantes (Hooker et al., 1994). Dessa forma, há o aumento da produtividade do viveiro, a rotatividade na ocupação da infraestrutura e a eficiência de utilização de mão de obra especializada (Siqueira e Cardoso, 1996).

O termo micorriza provém da terminologia grega, *myco* = fungo; *rhiza* = raiz, e foi proposto pela primeira vez pelo pesquisador alemão Albert Bernard Frank, em 1822. Frank demonstrou que a colonização das raízes das plantas pelos fungos, resultava em micélio abundante na rizosfera, que ajudava a absorver nutrientes do solo, e o fungo era incapaz de atacar, injuriar ou causar qualquer disfunção nas raízes, caracterizando a natureza mutualística da associação (Siqueira e Franco, 1988).

Baseado no tipo de fungo envolvido e nas diversas estruturas resultantes da combinação da raiz com o fungo, essas associações podem ser classificadas em sete tipos: Arbuscular, Ectomicorriza, Ectoendomicorriza, Ericoide, Arbutoide, Orquidoide e Monotropoide (Smith e Read, 2008).

O tipo mais comum dessas associações é a do tipo arbuscular, sendo as de maior ocorrência, principalmente nas culturas de importância econômica. Os FMAs são caracterizados pela formação de três estruturas típicas: arbúsculos, vesículas e hifas. Os arbúsculos são estruturas intracelulares e caracterizam-se pelas ramificações dicotômicas das hifas, onde ocorrem as trocas de nutrientes entre o fungo e a planta (Bago et al., 2000). As vesículas são estruturas globulares que ocorrem intra e extracelularmente, com a função de reserva e armazenamento, podendo ser formadas ou não, dependendo do fungo simbiote e das condições ambientais (Smith e Read, 1997). As hifas, internas e externas às raízes, são responsáveis pela absorção e transporte de nutrientes, sendo as externas responsáveis pela absorção de nutrientes e água, pois estas estão em contato direto com o solo.

Os FMAs são simbioses obrigatórios que colonizam as raízes das plantas, constituindo-se no principal componente da microbiota rizosférica, na maioria dos ecossistemas terrestres, especialmente naqueles submetidos a alterações antrópicas (Klauber-Filho et al., 2005).

Os FMAs são amplamente reconhecidos pelo efeito positivo que proporcionam no crescimento da planta, pela melhoria na absorção de nutrientes. Expandindo a zona de absorção da raiz, favorecendo a maior absorção de nutrientes como fósforo (Freitas et al., 2006; Schiavo, 2001; Bressan et al., 2001), nitrogênio e potássio (Gupta et al., 2002; Bressan et al., 2001). Em condições controladas, Marschner e Dell (1994) verificaram que os fungos micorrízicos podem ser responsáveis pela absorção de cerca de 80% de P, 25% do N e 10% de K.

Siqueira et al. (1996) avaliaram o efeito do fósforo e FMAs sobre o crescimento do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' e observaram que apesar da alta porcentagem de colonização no sistema radicular, o fungo micorrízico não promoveu incremento no crescimento do abacaxizeiro.

Faria et al. (2008) avaliaram os teores nutricionais e a porcentagem de colonização micorrízica em abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' em função do tipo da muda (coroa, filhote e rebentão) e da dose de nitrogênio (4 e 15 g de N por planta por ciclo) e verificaram que o aumento nas doses de N proporcionou decréscimo na colonização micorrízica e que a maior porcentagem de colonização micorrízica foi encontrada em mudas do tipo filhote e a menor no tipo coroa.

Expósito et al. (1994) obtiveram aumentos na altura da planta, área foliar e biomassa seca de plantas micropropagadas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne', nos tratamentos com FMAs.

## **4.1. Trabalho**

### **Ácidos húmicos e brassinosteroides no crescimento e estado nutricional de rebentos oriundos de coroas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne'**

#### **RESUMO**

A maior restrição para o desenvolvimento da abacaxicultura é a insuficiência de mudas de qualidade. Na maioria das vezes, as mudas obtidas de lavouras comerciais, após a colheita dos frutos não garantem confiabilidade acerca de sua sanidade. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da aplicação de brassinosteroides e ácidos húmicos no crescimento e estado nutricional de rebentos originários da técnica de eliminação do meristema apical de coroas de abacaxi. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, em um esquema fatorial 5X2, sendo cinco doses do brassinosteroides (0; 0,50; 0,75; 1,0 e 1,25 mg L<sup>-1</sup>), na presença e ausência de ácidos húmicos, com cinco repetições para cada tratamento. Como fonte de brassinosteroides foi utilizado o BIOBRAS-16<sup>®</sup> (análogo espiroestânico da castasterona - (25R)-2 $\alpha$ ,3 $\alpha$ -diidroxí-5 $\alpha$ -espirostan-6-ona), para fonte de ácidos húmicos foi utilizado o condicionador orgânico de solo Agrolmin<sup>®</sup>. Após o transplante dos rebentos, foram monitorados altura de plantas, o diâmetro do caule e o número de folhas, em quatro épocas (0; 40; 80 e 170 dias). Na última época, também, foram avaliados: a área foliar, volume radicular, matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz, matéria seca total da muda e a determinação dos teores nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio na matéria seca

foliar das mudas. Verificou-se efeito na altura das mudas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' oriundas de rebentos de coroa de frutos em função de ácidos húmicos e de brassinosteróide. Os ácidos húmicos e o brassinosteróide não proporcionaram incrementos na área foliar, no diâmetro, no número de folhas, no volume radicular, na matéria seca da parte aérea e raiz das mudas. A aplicação de brassinosteróide reduziu o teor e o conteúdo de potássio matéria seca da parte aérea de mudas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne'. O fornecimento de ácidos húmicos, na ausência de brassinosteróide, elevou o teor e o conteúdo de potássio em mudas do abacaxizeiro.

**Termos para indexação:** *Ananas comosus*, produção de mudas, condicionador de solo, fitorreguladores

### **Humic acid and brassinosteroid on growth and nutritional status of sprouts from pineapple crown 'Smooth Cayenne'**

The biggest constraint to the development of the pineapple is the lack of quality plantlets. In most cases, the plantlets obtained from commercial fields after harvesting the fruit does not guarantee the reliability about his sanity. This study aimed to evaluate the effect of humic acid and brassinosteroid on growth and nutritional status of shoots originating the technique of the apical meristem remove in pineapple crowns. It was used a randomized block design in a 5x2 factorial scheme, with five doses of the brassinosteroid (0, 0.50, 0.75, 1.0 and 1.25 mg L<sup>-1</sup>) in the presence and absence of humic acid, with five replicates for each treatment. As a source of brassinosteroid was used BIOBRÁS-16<sup>®</sup> (an analogue of espirostanico castasterona - (25R)-2 $\alpha$ , 3 $\alpha$ -dihydroxy-5 $\alpha$ -espirostan-6-one), to a source of humic acid was used organic soil conditioner Agrolmin<sup>®</sup>. After the transplanting of the plantlets were monitored for plant height, stem diameter and number of leaves in four times (0, 40, 80 and 170 days). Last season, too, were evaluated: leaf area, root volume, shoot dry weight, root dry matter and total plant dry matter and the determination of nitrogen, potassium, calcium and magnesium

content in leaf dry matter of plantlets. There was an effect on plant height of plantlets of pineapple 'Smooth Cayenne' derived from crown buds of fruit as a function of humic acid and brassinosteroid. The humic acid and brassinosteroid did not provide increased leaf area, diameter, number of leaves, root volume, dry matter of shoot and root of plantlets. The application of brassinosteroid reduced potassium content and dry matter of shoots of plantlets of pineapple 'Smooth Cayenne'. The supply of humic acids in the absence of brassinosteroid, elevated the content and potassium content in plantlets of pineapple.

**Index terms:** *Ananas comosus*, plantlets production, soil conditioner, phytohormone

## INTRODUÇÃO

As cultivares de abacaxizeiro mais plantadas atualmente no Brasil são a Pérola e Smooth Cayenne, ambas suscetíveis à fusariose, principal doença da cultura no país. A disseminação dessa doença ocorre principalmente, por meio de mudas infectadas. O processo atual de produção de material propagativo do abacaxizeiro é caracterizado pela ausência de um sistema de produção em viveiros especializados para o fornecimento de mudas de qualidade certificada.

A carência de mudas de qualidade produzida em viveiros é atribuída à baixa eficiência dos métodos utilizados e ao tempo relativamente longo para a obtenção dessas em relação ao ciclo da cultura, também, ao alto custo de produção, que eleva o preço final. Dessa forma, tornam-se imprescindíveis a melhoria e o desenvolvimento de técnicas de multiplicação, que tenham maior eficiência, rapidez e, principalmente, simplicidade na execução (Coelho et al., 2007).

Pesquisas têm desenvolvido métodos de propagação mais adequados que proporcionam a obtenção de mudas com melhores padrões de qualidade para formação de novas lavouras.

A propagação empregando-se a coroa de abacaxi, não pelo plantio direto como muda, mas com a destruição mecânica de seu ápice caulinar, para indução

de brotação das gemas laterais, foi apontada por Coelho et al. (2007) como alternativa para produção de mudas do tipo rebentão, e dependendo do tamanho da coroa, esta pode apresentar até 40 folhas, podendo desenvolver dezenas de gemas, que, por sua vez, poderão gerar vários rebentos.

Coelho et al. (2007) demonstraram o potencial das coroas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' na produção de mudas precoces, pelo método de destruição do meristema apical, as quais produziram, em média, 5,2 mudas com 35 cm de comprimento, em 360 dias, e indicam, ainda, a possibilidade de que o número de rebentos emitidos e colhidos possam aumentar com a retirada constante do maior rebento, a intervalos mais curtos. Porém, o tamanho mínimo para a colheita ainda precisa ser definido, o que deve ser feito em função do destino que se daria aos rebentos, se para o plantio direto no campo ou para o transplante no viveiro.

Santos et al. (2011a) verificaram potencial de coroas de abacaxi da cultivar Smooth Cayenne na produção de brotações a partir da destruição do meristema apical. Verificaram a produção, em média, de 29,2 rebentos com cerca de 10 cm de comprimento, em 420 dias após o plantio das coroas. Tais mudas, com 10 cm, ainda precisaram de mais tempo de viveiro para atingir tamanho adequado para o plantio em local definitivo.

O aprimoramento dessas técnicas de propagação é fundamental para oferta de mudas de melhor padrão e com menores custos. A aplicação de substâncias como brassinosteroides e ácidos húmicos poderia atender a esse propósito. Outros autores usando estas substâncias, isoladamente, em abacaxizeiro obtiveram resultados promissores (Catunda et al., 2008; Baldotto et al., 2009; Freitas, 2010).

Os brassinosteroides têm efeitos sobre a divisão celular (Clouse e Sasse, 1998), alongamento celular (Azpiroz et al., 1998), crescimento das plantas (Oriika Ono et al., 2000), mudanças nas atividades enzimáticas, potencial de membrana, na síntese de DNA, RNA e proteínas, na fotossíntese, no desenvolvimento de gemas vegetativas e florais (Khripach et al., 2000), inibição de raízes (Colli, 2004) e participam de processos de tolerância das plantas a estresses, como temperaturas extremas, seca, salinidade e ataque de patógenos (Krishna, 2003).

Os ácidos húmicos são constituintes da fração reativa mais estável das substâncias húmicas (SHs), têm coloração escura, alto teor de anéis aromáticos,

grupos funcionais hidrofílicos contendo oxigênio (Guerra et al., 2008). As SHs podem estimular diretamente o crescimento e a produtividade das plantas, por influenciar positivamente o transporte de íons facilitando a absorção de nutrientes; aumentam a respiração e a velocidade das reações enzimáticas do ciclo de Krebs resultando em maior produção de ATP; aumentam o conteúdo de clorofila; aumentam a velocidade e síntese de ácidos nucleicos (Nannipieri et al., 1993). Por último, fornecem nutrientes para as plantas por meio de sua mineralização (Cordeiro et al., 2010).

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a ação de ácidos húmicos e brassinosteróide no crescimento de rebentos originários de coroas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' após a destruição do meristema apical.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Câmpus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, em Campos dos Goytacazes – RJ, situada a 21° 48' de latitude S, 41° 20' de longitude W, altitude de 11 m, no período de maio a novembro de 2011, totalizando 170 dias.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso (DBC) em esquema fatorial 5x2, sendo cinco doses do brassinosteróide (0; 0,50; 0,75; 1,0; 1,25 mg L<sup>-1</sup>), na presença e ausência de ácidos húmicos, com cinco repetições para cada tratamento. A unidade experimental foi composta por uma planta por vaso de 11,5 dm<sup>3</sup>.

O substrato foi constituído de uma mistura de areia, horizonte A e de vermiculita nas proporções 2:1:1 (v/v), respectivamente. Após a mistura as características químicas do substrato podem ser visualizadas na Tabela 1.

Os rebentos com aproximadamente 10 cm, foram obtidos de brotações de gemas de coroas de abacaxi (Figuras 1 e 2), nas quais a dominância apical foi quebrada mecanicamente, com o auxílio de um alicate com ponta fina e uma chave de fenda de acordo com o método descrito por Coelho et al. (2007) e Santos et al. (2011a).

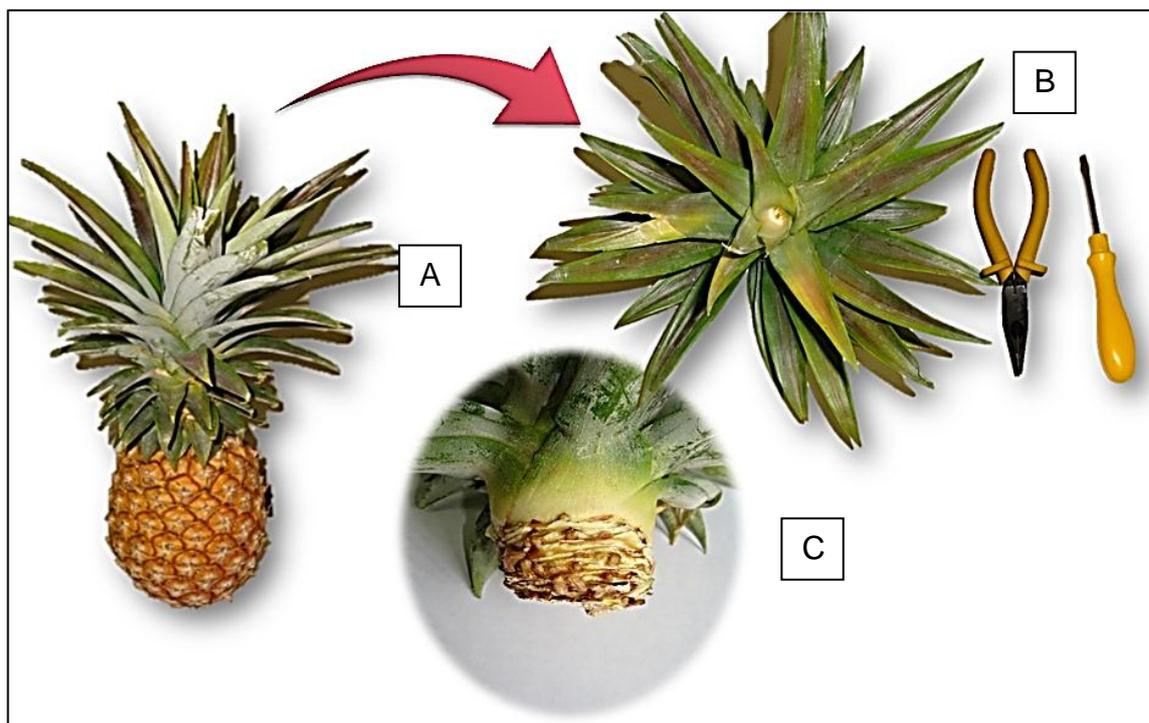


Figura 1. Metodologia de quebra da dominância apical manualmente. **A-** Obtenção e seleção das coroas de abacaxi. **B-** Quebra da dominância apical com auxílio de um alicate de ponta fina e uma chave de fenda. **C-** Gemas dormentes no caule da coroa de abacaxi que darão origem aos rebentos.



Figura 2. Implantação do experimento com os rebentos de 10 cm da cultivar Smooth Cayenne antes do plantio em vasos de 11,5 dm<sup>3</sup>.

Tabela 1. Características químicas da amostra do substrato composto por areia, vermiculita e horizonte A de solo nas proporções 2:1:1 (v/v), respectivamente

pH	K	Ca	Mg	Al	SB	V	P	Fe	Cu	Zn	Mn	B
6,1	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					(%)	mg dm <sup>-3</sup>					
	2,5	17,9	12,7	0	35,1	90	18	327,10	1,53	3,07	40,57	0,28
Matéria orgânica = 35,7 g dm <sup>-3</sup>												

Análises realizadas pelo Laboratório de Análise de Solos da FUNDENOR, Campos dos Goytacazes, RJ.

Para o fornecimento do brassinosteroide foi utilizado o BIOBRAS-16<sup>®</sup> (análogo espirostânico da castasterona - (25R)-2 $\alpha$ ,3 $\alpha$ -diidroxí-5 $\alpha$ -espirostan-6-ona). O qual foi aplicado aos 30 dias após o plantio dos rebentos e em intervalos de 30 dias durante o experimento, via foliar, por meio de pulverizações de solução dos respectivos tratamentos (adicionado o Tween 20 a 0,1% como agente tensoativo).

Como fonte de ácidos húmicos foi utilizado o condicionador orgânico de solo Agrolmin<sup>®</sup> cujas características químicas são apresentadas na Tabela 2. Aos 15 dias após o transplante das mudas e em intervalos de 15 dias durante o experimento, o condicionador foi aplicado na dose correspondente a 200 L ha<sup>-1</sup> (diluído em 400 mL de água) diretamente ao substrato. No tratamento controle foi aplicado 400 mL de água pura.

Tabela 2. Características químicas do condicionador de solo à base de ácidos húmicos Agrolmin<sup>®</sup>

C <sub>org</sub> total	N solúvel	K <sub>2</sub> O	Zn	B	Densidade
-----g L <sup>-1</sup> -----					
108	16,2	16,2	3,78	2,16	1,08

Lote: 400.014, Fabricação: 25/02/2011. Fonte de matéria-prima: Hidróxido de Potássio, Uréia, Turfa, Sulfato de Zinco, Ácido Bórico e água.

A temperatura e umidade relativa do ar foram monitoradas pelo medidor WATCH DOG - Weather Station (Spectrum Technologies, Inc), que foi programado para realizar leituras a intervalos de uma hora (Figura 3).

Após o transplante dos rebentos, avaliou-se o comprimento, o diâmetro do caule e o número de folhas, em quatro épocas (0, 40, 80 e 170 dias). Para o comprimento, as mudas tiveram suas folhas agrupadas para cima, sendo medidas da base até a extremidade da folha maior. O diâmetro do caule foi aferido cerca de um centímetro acima da base do rebento com paquímetro digital. O número de folhas foi obtido por meio da contagem de todas as folhas visíveis.

Aos 170 dias após o plantio das mudas de abacaxi, estas foram coletadas e levadas ao laboratório para avaliações: área foliar (no medidor de área foliar de bancada modelo LI-3100 LICOR, Lincoln, NE, USA), volume radicular (por meio de diferença de volume de água, utilizando uma proveta graduada), matéria seca da parte aérea e da raiz (obtidas após a secagem em estufa sob ventilação forçada de ar a 70°C até atingir o peso constante), e matéria seca da planta (obtida pela soma da matéria seca da parte aérea e da raiz).

Depois de secas, as amostras da parte aérea foram moídas em moinho tipo Wiley com peneira de 20 *mesh* e armazenadas em frascos hermeticamente fechados. Para a determinação dos nutrientes do material moído, foi pesada uma amostra de cada tratamento para a digestão sulfúrica (determinação dos teores de nitrogênio - N) e nitro-perclórica (determinação dos teores de fósforo - P, potássio - K, cálcio - Ca e magnésio - Mg).

O N orgânico foi dosado pelo método de Nessler. O P foi determinado, colorimetricamente, pelo método do molibdato; o Ca e Mg por espectrometria de absorção atômica; o K foi dosado por espectrofotometria de emissão atômica (Malavolta et al., 1997).

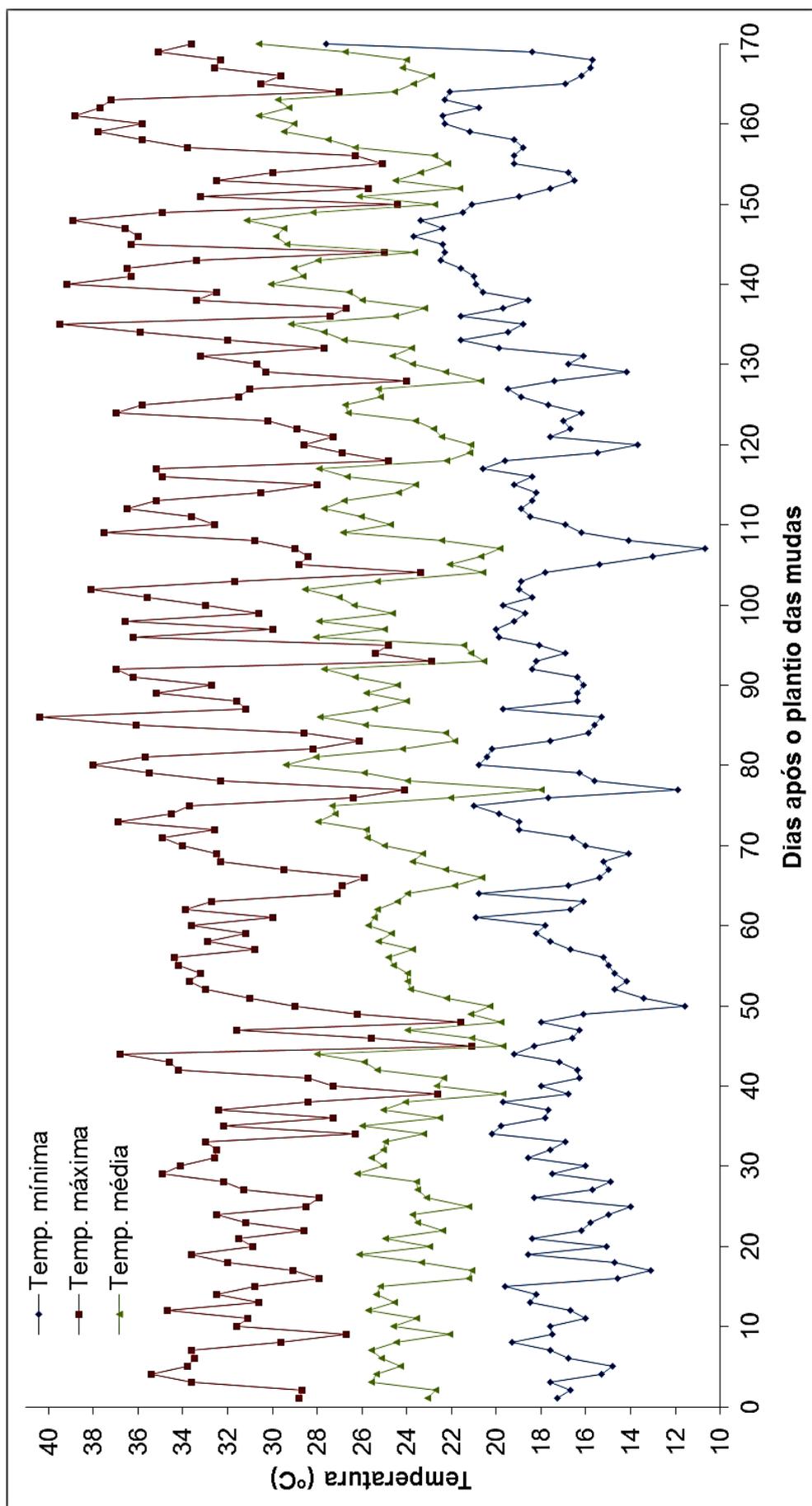


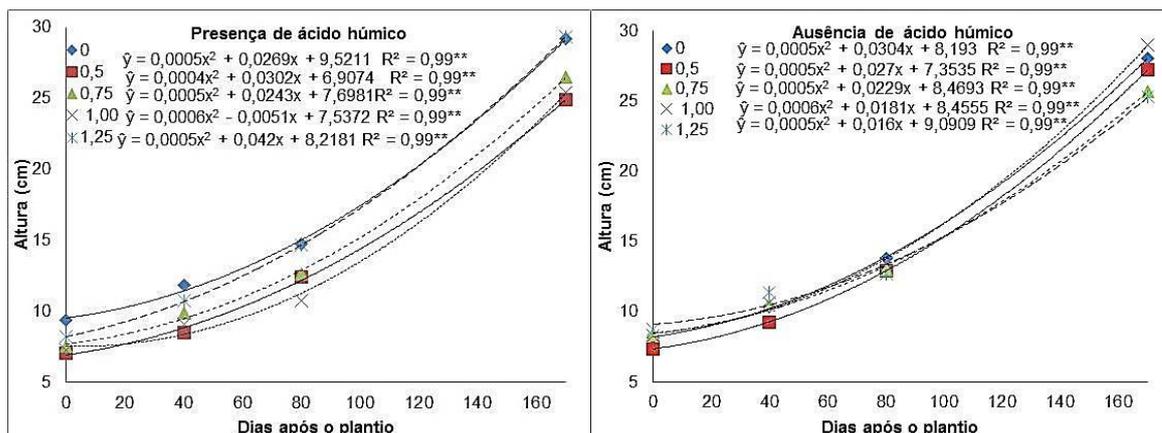
Figura 3. Temperaturas mínimas, médias e máximas diárias registradas em casa de vegetação no período de maio de 2011 a novembro de 2011. Campos dos Goytacazes-RJ, 2012.

Os dados foram submetidos a análises de variância pelo teste F, as médias obtidas para o fator ácido húmico foram comparadas pelo teste Tukey (5% de probabilidade), enquanto as médias obtidas para o fator dose de brassinosteróide foram comparadas pelo teste bilateral de Dunnett (5% de probabilidade). As médias obtidas para o fator época foram submetidas a análises de regressão (5% de probabilidade).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se resposta significativa para a altura das mudas avaliadas em diferentes épocas, em função da interação entre os fatores doses de brassinosteróide e ácidos húmicos. Por meio de estimativas, os tratamentos que receberam ácidos húmicos combinados às doses (0; 0,50; 0,75; 1,0 e 1,25 mg L<sup>-1</sup>) de brassinosteróide atingiram 25 cm de altura aos 151; 178; 163; 174 e 145 dias, respectivamente, enquanto que as doses (0; 0,50; 0,75; 1,0 e 1,25 mg L<sup>-1</sup>) de brassinosteróide que não receberam o ácidos húmicos, atingiram esse valor aos 155; 162; 163; 151; e 163 dias, respectivamente (Figura 4).

Observou-se redução de 10 e 4 dias para que as mudas apresentassem altura de 25 cm (considerada adequada para o plantio no campo) quando se comparou os tratamentos contendo ácidos húmicos aplicados na dose 1,25 mg L<sup>-1</sup> e o ausência do ácidos húmicos na dose 1,0 mg L<sup>-1</sup> de brassinosteróide, respectivamente, ao controle (ausência de ácidos húmicos e brassinosteróide). Verificou-se também que o tratamento contendo ácidos húmicos correlacionado com a não aplicação de brassinosteróide reduziu em quatro dias o tempo de enviveiramento dos rebentos quando comparado ao controle (Figura 4).



\*e \*\* Significativo em nível de 5% e 1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

Figura 4. Altura das mudas oriundas de coroas de abacaxi ‘Smooth Cayenne’, em função da idade da brotação, na presença e na ausência e de ácidos húmicos até 170 dias após o plantio em vasos na casa de vegetação, Campos dos Goytacazes - RJ, 2012.

Na avaliação inicial e aos 40 dias após o plantio não houve influência do brassinosteróide e dos ácidos húmicos na altura das mudas (Tabela 3). Aos 80 e aos 170 dias após o plantio, as doses de brassinosteróide também não proporcionaram diferença significativa na altura das mudas em relação à testemunha, contudo, a presença dos ácidos húmicos, proporcionou diferenças. Sendo a dose 1,25 mg L<sup>-1</sup> de brassinosteróide aliado a presença de ácidos húmicos a muda com maior altura, enquanto as doses 0,5 e 1,0 mg L<sup>-1</sup> de brassinosteróide aplicadas conjuntamente com estes ácidos, a menores mudas (Tabela 3).

Catunda et al. (2008) avaliaram o efeito da aplicação de doses de brassinosteróide (0 a 1 mg L<sup>-1</sup>) e do uso de dois substratos sobre a aclimatização de mudas micropropagadas do abacaxizeiro ‘Imperial’. O brassinosteróide e o substrato produzido pela compostagem entre uma mistura de bagaço de cana + torta de filtro (BT) promoveram maior crescimento da parte aérea das mudas. As menores concentrações efetivas do brassinosteróide, relacionadas ao maior crescimento, foram de 0,5 e 0,1 mg L<sup>-1</sup> para as plantas cultivadas nos substratos Plantmax<sup>®</sup> e BT, respectivamente.

Tabela 3. Altura das mudas, em cm, oriundas de coroas de abacaxi 'Smooth Cayenne', em função de doses de brassinosteróide e de ácidos húmicos (AHs) até 170 dias após o plantio em vasos na casa de vegetação, Campos dos Goytacazes - RJ, 2012

Brassinosteróide (mg L <sup>-1</sup> )	Dias após o plantio					
	0		Média	40		Média
	Com AHs	Sem AHs		Com AHs	Sem AHs	
0 (testemunha)	9,38 A	8,14 A	8,76	11,80 A	10,36 A	11,08
0,50	7,04 A <sup>ns</sup>	7,36 A <sup>ns</sup>	7,20	8,48 A <sup>ns</sup>	9,26 A <sup>ns</sup>	8,87
0,75	7,56 A <sup>ns</sup>	8,34 A <sup>ns</sup>	7,95	9,84 A <sup>ns</sup>	10,46 A <sup>ns</sup>	10,15
1,00	7,28 A <sup>ns</sup>	8,28 A <sup>ns</sup>	7,78	9,04 A <sup>ns</sup>	10,60 A <sup>ns</sup>	9,82
1,25	8,20 A <sup>ns</sup>	8,76 A <sup>ns</sup>	8,48	10,72 A <sup>ns</sup>	11,34 A <sup>ns</sup>	11,03
Média	7,89	8,17		9,97	10,40	
CV (%)	9,61					

Brassinosteróide (mg L <sup>-1</sup> )	Dias após o plantio					
	80		Média	170		Média
	Com AHs	Sem AHs		Com AHs	Sem AHs	
0 (testemunha)	14,74 A	13,77 A	14,25	29,18 A	28,02 A	28,60
0,50	12,42 A <sup>ns</sup>	12,90 A <sup>ns</sup>	12,66	24,86 B <sup>ns</sup>	27,18 A <sup>ns</sup>	26,02
0,75	12,62 A <sup>ns</sup>	13,00 A <sup>ns</sup>	12,81	26,50 A <sup>ns</sup>	25,68 A <sup>ns</sup>	26,09
1,00	10,78 B <sup>ns</sup>	13,42 A <sup>ns</sup>	12,10	25,42 B <sup>ns</sup>	28,96 A <sup>ns</sup>	27,19
1,25	14,64 A <sup>ns</sup>	12,72 B <sup>ns</sup>	13,68	29,34 A <sup>ns</sup>	25,33 B <sup>ns</sup>	27,33
Média	13,04	13,16		27,06	27,35	
CV (%)	9,61					

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade;

<sup>ns</sup> – tratamentos que não diferem da testemunha (dose 0 de BRs) pelo teste bilateral de Dunnett a 5% de probabilidade.

Em trabalho com mudas oriundas de seccionamento de caule na cultivar Smooth Cayenne com as aplicações de brassinosteróide, Freitas (2010) obteve mudas com 25 cm de altura aos 227, 215, 199 e 209 dias após plantio das secções, respectivamente. Houve redução do tempo de permanência das mudas

no viveiro em até 28 dias quando se aplicou  $0,75 \text{ mg L}^{-1}$  de brassinosteroide quando comparado com mudas que não receberam aplicação.

Não foram observados efeitos da aplicação de brassinosteroide e de ácidos húmicos no número de folhas e diâmetro das mudas (Tabela 4 e 5). Verificou-se que aos 170 dias após o plantio, as mudas possuíam, em média, 23,1 folhas e 32,9 mm de diâmetro (Figura 5).

Tabela 4. Número de folhas e Diâmetro das mudas oriundas de coroas de abacaxi 'Smooth Cayenne', em função doses de brassinosteroide, até 170 dias após o plantio em vasos e em casa de vegetação. Campos dos Goytacazes – RJ, 2012. Médias da avaliação de quatro épocas.

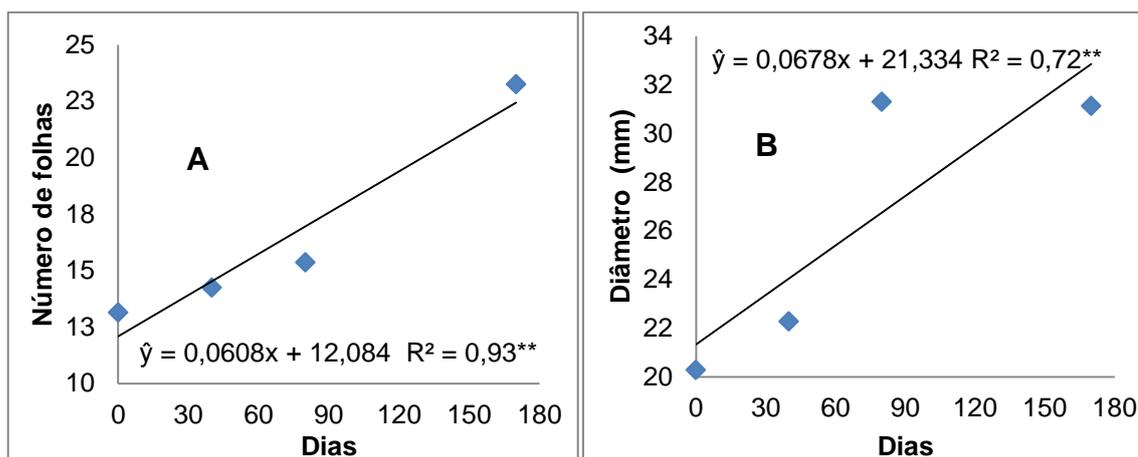
Brassinosteroide ( $\text{mg L}^{-1}$ )	Número de folhas	Diâmetro das mudas (mm)
0 (testemunha)	17,15	27,42
0,50	15,61 <sup>ns</sup>	26,97 <sup>ns</sup>
0,75	16,47 <sup>ns</sup>	27,97 <sup>ns</sup>
1,00	16,17 <sup>ns</sup>	26,62 <sup>ns</sup>
1,25	17,06 <sup>ns</sup>	28,48 <sup>ns</sup>
CV(%)	10,17	10,48

<sup>ns</sup> - tratamentos que não diferem da testemunha (dose 0 de BRs) pelo teste bilateral de Dunnet a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Número de folhas e Diâmetro das mudas oriundas de coroas de abacaxi 'Smooth Cayenne', em função da presença e ausência de ácidos húmicos até 170 dias após o plantio em vasos e em casa de vegetação. Campos dos Goytacazes – RJ, 2012. Médias da avaliação de quatro épocas.

Ácidos húmicos	Número de folhas	Diâmetro de mudas (mm)
Presente	16,18 a	27,32 a
Ausente	16,81 a	27,67 a
CV(%)	10,17	10,48

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade



\*e \*\* Significativo em nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Figura 5. Número de folhas e Diâmetro das mudas oriundas de coroas de abacaxi 'Smooth Cayenne', em função das quatro épocas de amostragem, após plantio em vasos e em casa de vegetação. Campos dos Goytacazes – RJ, 2012.

Verificou-se na média de todas as épocas que as doses de brassinosteroide não proporcionaram médias de número de folhas e diâmetro diferentes da testemunha (Tabela 4). Esse dados não corroboram com os dados encontrados por Freitas (2010), que aplicando doses de brassinosteroide (0 a 1 mg L<sup>-1</sup>) no desenvolvimento de mudas de abacaxi a partir de secções de caule, em casa de vegetação aos 120 dias após o plantio, obteve incrementos de 19,3% de diâmetro na maior dose (1,0 mg L<sup>-1</sup>) em relação à menor dose estimada (0,24 mg L<sup>-1</sup>); para número de folhas o incremento foi de 18,92% quando se comparou a concentração que proporcionou a maior e a menor média estimada, sendo respectivamente 1,0 e 0,22 mg L<sup>-1</sup>.

Para o fator ácidos húmicos as médias de todas as épocas foram iguais para as variáveis: número de folhas e diâmetro (Tabela 5). Esses dados diferem dos encontrados por Baldotto et al. (2009), que observaram incrementos significativos no crescimento e desenvolvimento de mudas do abacaxizeiro 'Vitória' propagado por cultura de tecidos em resposta à aplicação de doses de ácidos húmicos isolados de vermicomposto e de torta de filtro durante o período de aclimatização.

Matias (2010) avaliando o efeito da adição de fonte de substâncias húmicas (condicionador de solo e turfa) na eficiência agrônômica das fontes de P (superfosfato triplo e fosfato natural) concluiu que aplicação do condicionador de solo orgânico à base de substâncias húmicas aumentou a produção de matéria seca da parte aérea de plantas de milho.

A aplicação de brassinosteroide não provocou modificações na área foliar, matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz, matéria seca da planta e no volume radicular de mudas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' avaliadas 170 dias após o plantio de rebentos oriundos de coroas dos frutos (Tabela 6). Freitas (2010), ao aplicar  $1 \text{ mg L}^{-1}$  de brassinosteroide em mudas de abacaxizeiro 'Smooth Cayenne', oriundas de secções de caule, obteve incremento de 58,5% na matéria seca da parte aérea em relação à testemunha.

Tabela 6. Área foliar (AF), matéria seca da parte aérea (MSA), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca da planta (MSP) e volume radicular (VR) de mudas oriundas de coroas de abacaxi 'Smooth Cayenne', em função doses de Brassinosteroide, aos 170 dias após o plantio em vasos e em casa de vegetação. Campos dos Goytacazes – RJ, 2012

Brassinosteroide ( $\text{mg L}^{-1}$ )	AF ( $\text{cm}^2$ )	MSA (g)	MSR (g)	MSP (g)	VR ( $\text{cm}^3$ )
0 (testemunha)	487	11,50	1,31	12,81	3,98
0,50	420 <sup>ns</sup>	8,82 <sup>ns</sup>	1,20 <sup>ns</sup>	10,02 <sup>ns</sup>	4,80 <sup>ns</sup>
0,75	462 <sup>ns</sup>	9,31 <sup>ns</sup>	1,28 <sup>ns</sup>	10,60 <sup>ns</sup>	3,86 <sup>ns</sup>
1,00	427 <sup>ns</sup>	8,79 <sup>ns</sup>	1,20 <sup>ns</sup>	10,00 <sup>ns</sup>	3,40 <sup>ns</sup>
1,25	499 <sup>ns</sup>	10,32 <sup>ns</sup>	1,40 <sup>ns</sup>	11,73 <sup>ns</sup>	4,82 <sup>ns</sup>
CV(%)	21,79	25,19	14,61	25,24	29,69

<sup>ns</sup> – tratamentos que não diferem da testemunha (dose 0 de BRs) pelo teste bilateral de Dunnet em nível de 5% de probabilidade.

Freitas (2010) ao avaliar o efeito da aplicação de brassinosteroide no desenvolvimento de mudas de abacaxi da mesma cultivar a partir de secções de caule, em canteiros no campo, verificou que as doses estimadas que proporcionaram maior diâmetro (33,5 mm) e maior matéria seca da parte aérea

(37 g), foram, respectivamente, 0,68 e 0,75 mg L<sup>-1</sup>. Catunda et al. (2008), avaliaram o efeito da aplicação de diferentes concentrações de um análogo de brassinosteróide no período de aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro 'Imperial', e verificaram que a aplicação de 0,1 mg L<sup>-1</sup> do brassinosteróide proporcionou acúmulo de matéria seca 2,8 vezes maior que o da testemunha cultivada quando utilizou o substrato Plantmax<sup>®</sup>.

Efeitos similares do brassinosteróide têm sido mostrados para outras plantas. Wang et al. (1994) relataram o aumento da matéria seca e do número de folhas do meloeiro em função da aspersão foliar de 24-epibrasinolídeo na concentração de 0,1 mg L<sup>-1</sup>. Altoé et al. (2008) observaram efeito benéfico das concentrações 0,1, 0,5 e 1,00 mg L<sup>-1</sup> do BIOBRÁS-16 sobre o diâmetro do caule da tangerineira 'Cleópatra'.

Ao analisar os efeitos dos ácidos húmicos isoladamente, este fator não proporcionou diferença significativa para as variáveis área foliar, matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz, matéria seca da planta e volume radicular (Tabela 7). Estes resultados foram similares aos encontrados por Giro (2011), em trabalho no qual a aplicação de ácidos húmicos no substrato contendo apenas Latossolo Amarelo não promoveu efeitos significativos no crescimento de mudas do abacaxizeiro 'Vitória'. Por outro lado, Baldotto et al. (2009) obtiveram incrementos no crescimento e desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular com aplicação de ácidos húmicos na concentração de 15 mmol L<sup>-1</sup> de C durante a fase de aclimatização de mudas do abacaxizeiro 'Vitória' propagado por cultura de tecidos.

Mudas de abacaxizeiro 'Smooth Cayenne', oriundas de coroas dos frutos, apresentaram teores de potássio, na matéria seca da parte aérea, menores quando receberam a aplicação de brassinosteróide. Os teores de nitrogênio, cálcio e magnésio não foram diferentes quando se comparou mudas que receberam a aplicação de brassinosteróide com aquelas cultivadas sem a aplicação deste hormônio vegetal (Tabela 8). Trabalhando com mudas micropropagadas do abacaxizeiro 'Imperial', Catunda (2007) não observou, no período de aclimatização, diferenças nos teores de N, P e K na matéria seca da folha "D" em função da aplicação de doses de brassinosteróide (até 1 mg L<sup>-1</sup>) em coleta aos 180 dias após o plantio para tubetes de 180 cm<sup>3</sup>. Em mudas do

abacaxizeiro 'Smooth Cayenne', oriundas de seccionamento de caule, com 270 dias após o plantio, Freitas (2010) verificou que a aplicação de brassinosteróide (até 1 mg L<sup>-1</sup>) provocou aumento linear do teor de nitrogênio nas folhas.

Tabela 7. Área foliar (AF), matéria seca da parte aérea (MSA), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca da planta (MSP) e volume radicular (VR) de mudas oriundas de coroas de abacaxi 'Smooth Cayenne', em função da presença ou ausência de ácidos húmicos, aos 170 dias após o plantio em vasos e em casa de vegetação. Campos dos Goytacazes – RJ, 2012

Ácidos húmicos	AF (cm <sup>2</sup> )	MSA (g)	MSR (g)	MSP (g)	VR (cm <sup>3</sup> )
Presente	476 a	10,01 a	1,32 a	11,3 a	4,5 a
Ausente	443 a	9,49 a	1,24 a	10,7 a	3,8 a
CV(%)	21,8	25,2	14,61	25,2	29,7

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível 5% de probabilidade.

Tabela 8. Teores de N, P, K e Mg na matéria seca da parte aérea de mudas oriundas de coroas de abacaxi 'Smooth Cayenne', em função de doses de brassinosteróide, aos 170 dias após o plantio em vasos e em casa de vegetação. Campos dos Goytacazes – RJ, 2012

Brassinosteróide (mg L <sup>-1</sup> )	Nitrogênio (g kg <sup>-1</sup> )	Potássio (g kg <sup>-1</sup> )	Cálcio (g kg <sup>-1</sup> )	Magnésio (g kg <sup>-1</sup> )
0 (testemunha)	12,82	30,36	7,21	3,88
0,50	13,16 <sup>ns</sup>	25,86*	7,00 <sup>ns</sup>	3,61 <sup>ns</sup>
0,75	12,89 <sup>ns</sup>	24,28*	6,49 <sup>ns</sup>	3,21 <sup>ns</sup>
1,00	13,24 <sup>ns</sup>	23,19*	8,12 <sup>ns</sup>	3,86 <sup>ns</sup>
1,25	13,68 <sup>ns</sup>	26,36 <sup>ns</sup>	7,15 <sup>ns</sup>	3,92 <sup>ns</sup>
CV(%)	11,18	14,68	17,09	14,61

<sup>ns</sup> – tratamentos que não diferem da testemunha (dose 0 de BR) pelo teste bilateral de Dunnet em nível de 5% de probabilidade.

Os teores de potássio, na matéria seca foliar da parte aérea de mudas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' foram maiores, 16,7%, em plantas que receberam a aplicação de ácidos húmicos, o que não foi verificado para nitrogênio, cálcio e magnésio (Tabela 9).

Quando se aplicou as doses 0,5, 0,75, e 1 mg L<sup>-1</sup> de brassinosteróide, na presença dos ácidos húmicos, verificou-se redução de 46,3, 46,1 e 55,2% no conteúdo de potássio, respectivamente, quando comparado com o tratamento sem a aplicação do hormônio vegetal. Sem brassinosteróide verificou-se que a adição de ácidos húmicos provocou incremento de 45,5% no conteúdo de potássio em relação ao tratamento sem ácidos húmicos (Tabela 10).

Tais resultados evidenciam que o brassinosteróide influencia significativamente a absorção de potássio pela planta, apesar destas não terem provocado sintomas visuais de deficiência nutricional nas mudas no período experimental. Já o incremento no conteúdo de potássio ocorrido via aplicação dos ácidos húmicos, não provocou efeito nas variáveis biométricas.

Tabela 9. Teores de N, P, K e Mg na matéria seca da parte aérea de mudas oriundas de coroas de abacaxi 'Smooth Cayenne', em função da presença ou ausência de ácidos húmicos, aos 170 dias após o plantio em vasos e em casa de vegetação. Campos dos Goytacazes – RJ, 2012

Ácidos húmicos	Nitrogênio (g kg <sup>-1</sup> )	Potássio (g kg <sup>-1</sup> )	Cálcio (g kg <sup>-1</sup> )	Magnésio (g kg <sup>-1</sup> )
Presente	13,82 a	28,00 a	7,50 a	3,87 a
Ausente	12,49 a	24,03 b	6,88 a	3,52 a
CV(%)	11,18	14,68	17,09	14,61

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Resultados encontrados por Coelho et al. (2007) e Santos et al. (2011a) demonstram o potencial da utilização da coroa de abacaxi como planta matriz para produção de rebentos precoces, notadamente na cultivar Smooth Cayenne. Contudo, como verificado neste trabalho e em Santos et al. (2011b), o período do

enviveiramento para esse tipo de técnica ainda é relativamente longo, evidenciando a necessidade de mais pesquisas para que no futuro essa técnica possa ser aplicada por viveiristas especializados. Sugere-se que sejam realizados novos trabalhos avaliando diferentes dosagens de condicionadores de solos a base de ácidos húmicos sobre o crescimento de mudas de abacaxizeiro.

Tabela 10. Conteúdo de potássio, em g planta<sup>-1</sup>, em mudas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' oriundas de coroas de abacaxi, em função de dose de brassinosteróide, na presença e ausência de ácidos húmicos, aos 170 dias após o plantio em vasos e em casa de vegetação, Campos dos Goytacazes - RJ, 2012

Brassinosteróide (mg L <sup>-1</sup> )	Ácidos húmicos	
	Presente	Ausente
0 (testemunha)	410 A	282 B
0,5	220 A*	231 A <sup>ns</sup>
0,75	221 A*	234 A <sup>ns</sup>
1,00	183 A*	219 A <sup>ns</sup>
1,25	315 A <sup>ns</sup>	230 B <sup>ns</sup>
CV(%)	25,07	

<sup>ns</sup> e \* – tratamentos não diferem ou diferem, respectivamente, da testemunha pelo teste bilateral de Dunnett em nível de 5% de probabilidade; Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## CONCLUSÕES

- Verificou-se efeito na altura de plantas de mudas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' oriundas de rebentos de coroa de frutos em função de ácidos húmicos e de brassinosteróide;
- Os ácidos húmicos e o brassinosteróide não proporcionaram incrementos na área foliar, no diâmetro, no número de folhas, no volume radicular, na matéria seca da parte aérea e raiz das mudas;
- A aplicação de brassinosteróide reduziu o teor e o conteúdo de potássio matéria seca da parte aérea de mudas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne';

- O fornecimento de ácidos húmicos, na ausência de brassinosteróide, elevou o teor e o conteúdo de potássio em mudas do abacaxizeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altoé, J.A., Marinho, C.S., Muniz, R.A., Rodrigues, L.A., Gomes, M.M.A. (2008) Tangerineira 'Cleópatra' submetida à micorrização e a um análogo de brassinosteróide. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, 30(1):13-17.
- Azpiroz, R., Wu, Y., Cascio, J.C.L., Feldmann, K.A. (1998) An Arabidopsis brassinosteroid dependent mutant is blocked in cell elongation. *The Plant Cell*, Tucson, 10:219-230
- Baldotto, L.E.B., Baldotto, M.A., Giro, V.B., Canellas, L.P., Olivares, F.L., Bressan-Smith, R. (2009) Desempenho do abacaxizeiro 'Vitória' em resposta à aplicação de ácidos húmicos durante a aclimação. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, Viçosa, 33(4):979-990.
- Catunda, P.H.A. (2007) *Brassinosteróide e substratos: Efeitos na aclimação, crescimento e nos teores de nutrientes do abacaxizeiro*. Tese (Doutorado Produção vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 92p.
- Catunda, P.H.A., Marinho, C.S., Gomes, M.M.A., Carvalho, A.J.C. de. (2008) Brassinosteróide e substratos na aclimação do abacaxizeiro 'Imperial'. *Acta Sci. Agron*, Maringá, 30(33):345-352.
- Clouse, S.D., Sasse, J.M. (1998) Brassinosteroids: essential regulators of plant grow and development. *Rev. Plant Physiol. Mol. Biol.* 49:727-457.
- Coelho, R.I., Carvalho, A.J.C. de, Lopes, J.C., Teixeira, S.L., Marinho, C.S. (2007) Coroa do abacaxi 'Smooth Cayenne' na produção de mudas do tipo rebentão. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 31:1867-1871.

- Colli, S. Outros reguladores: (2004) brassinosteroides, poliaminas, ácido jasmônico e salicílico. In: Kerbauy, G.B. *Fisiologia vegetal*. São Paulo, Guanabara Koogan, 333-340.
- Cordeiro, F.C., Souza, S.R. (2010) Influência dos ácidos húmicos no metabolismo vegetal pode ser considerada uma resposta auxínica? *Rev. Univ. Rural, Sér. Ci. Vida*. Seropédica, 30(2):111-131.
- Freitas, S.J. (2010) *Brassinosteroides e adubação no desenvolvimento, crescimento e nutrição de mudas de abacaxi*. Tese (Doutorado Produção vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 100p.
- Giro, V.B. (2011) *Crescimento do abacaxizeiro 'vitória' em resposta à aplicação de vermicomposto, ácidos húmicos e bactérias promotoras de crescimento*. Tese (Mestrado Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 93p.
- Guerra, J.C.M., Santos, G.A., Silva, L.S., Camargo, F.A.O. (2008) Macromoléculas e substâncias húmicas. In: SANTOS, G.A., *Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais & subtropicais*. 2.ed. Porto Alegre, p.19-26.
- Khripach, V., Zhabinskii, V., Groot, A. (2000) Twenty years of brassinosteroids: steroidal plant hormones warrant better crops for the XXI century. *Ann. Bot., Bristol*, 86:441-447.
- Krishna, P. (2003) Brassinosteroid-mediated stress responses. *J. Plant Growth Regul*, Heidelberg, 22:289-297.
- Malavolta, E., Vitti, G.C., Oliveira, S.A. (1997) *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2. ed. Piracicaba, POTAFOS, p.319
- Matias, G.C.S. (2010) *Eficiência agrônômica de fertilizantes fosfatados em solos com diferentes capacidades de adsorção de fósforo e teores de matéria*

*orgânica*. Tese (Doutorado Ciências) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 175p

Matos, A.P. de, Reinhardt, D.H., Sanches, N.F., Souza, F.S., Teixeira, F.A., Elias Júnior, J., Gomes, D. C. (2009) *Produção de Mudanças Sadias de Abacaxi*. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, p.89

Nannipieri, P., Greco, S., Dell'agnola, G., Nardi, S. (1993) Proprietá biochimeche e fisiologiche della sostanza orgânica. In: Nannipieri, P. Ed. *Ciclo della sostanza orgânica nel suolo: aspect agronomici, chimici, ecologici, selviocolturali*. Bologna, Patron, p. 67-78.

Orika, O.E., Nakamura, T., Machado, S.R., Rodrigues, J.D. (2000) Application of brassinosteroid to *Tabebuia alba* plants. *Revista Brasileira Fisiologia Vegetal*, Brasília, 12(3):187-194.

Santos, P.C. dos, Freitas, M.S.M., Freitas, S. de J., Silva, M.P.S. da, Berilli, S. da S. (2011a) Fungos micorrízicos no crescimento e nutrição de rebentos oriundos de coroa de abacaxi. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 33:658-665.

Santos, P.C. dos, Freitas, S. de J., Freitas, M.S.M., Sousa, L.B. de, Carvalho, A.J.C. de. (2011b) Produção de mudas do tipo rebentão, utilizando coroas de três cultivares de abacaxi inoculadas com fungos micorrízicos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 33:954-961.

Wang, Y.Q., Luo, W.H., Xu, R.J., Zhao, Y.J. (1994) Effect of epibrassinolide on growth and fruit quality of watermelon. *Plant Physiol*, Pequim, 30:423-425, 1994.

## 4.2. Trabalho

### Fungos micorrízicos no crescimento e nutrição de rebentos oriundos de coroa de abacaxi<sup>1</sup>

#### RESUMO

A produção nacional de mudas de abacaxi tem sido caracterizada pela baixa oferta de material nos padrões recomendados. O uso da técnica de eliminação da dominância apical aliada à utilização de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) pode proporcionar aumento na produtividade do viveiro e menor tempo de produção das mudas. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a ação de FMAs no crescimento e estado nutricional de rebentos de abacaxi originários através da técnica de eliminação do meristema apical, de coroas também inoculadas com estes FMAs. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, em um fatorial 2x3, com duas cultivares de abacaxi (Smooth Cayenne e Pérola) e três tratamentos microbiológicos (Sem inoculação, inoculação com *Glomus etunicatum* e inoculação com uma mistura dos fungos *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*), com quatro repetições. Conclui-se que a inoculação com FMAs no crescimento de rebentos não reduz o tempo de formação das mudas.

---

<sup>1</sup>Trabalho publicado na Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal –SP, Volume Especial, E 658-665, Outubro 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011000500092>

Verificou-se na cultivar Pérola que a utilização de FMAs diminui a matéria seca da parte aérea dos rebentos, e a utilização da mistura com duas espécies de fungos micorrízicos reduz os teores de P e K. A inoculação com FMAs no 'Smooth Cayenne' não promove incrementos na matéria seca da parte aérea e no teor de K. Contudo, para o teor de P foi verificado efeito benéfico da colonização micorrízica.

**Termos para indexação:** *Ananas comosus*, fusariose, abacaxizeiro, mudas, propagação.

### **Mycorrhizal fungi in growth and nutrition of sprouts from pineapple crown**

#### **ABSTRACT**

The use of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) can be an alternative to improve the production of plantlets, since these fungi can shorten the time of plantlets formation in various fruit. The objective of this study was to evaluate the effect of AMF on the growth of pineapple shoots from the technique of apical meristem remove of these crowns also inoculated with AMF. The experiment was set up in randomized block design in a 2x3 factorial scheme, with two pineapple cultivars (Smooth Cayenne and Pérola) and three microbiological treatments (no inoculation, inoculation with *Glomus etunicatum* and inoculation with a mixture of fungi *Glomus clarum* and *Gigaspora margarita*), with four replications. The inoculation with AMF in the growth of shoots from pineapple crowns provides no reduction in training time of plantlets. It was concluded that inoculation with AMF on shoot growth does not reduce the training time of the plantlets. It was found that the use of Pérola with AMF decreases shoot dry weight of the plantlets, and the use of the mixture with two mycorrhizal fungi reduce the contents of P and K. Inoculation with AMF in 'Smooth Cayenne' does not promote increases in shoot

dry weight and K content of However, for P concentration was found beneficial effect of mycorrhizal colonization.

**Index terms:** *Ananas comosus* var. *comosus*, fusariosis, pineapple, plantlets, propagation.

## INTRODUÇÃO

A produção nacional de mudas de abacaxi tem sido caracterizada pela baixa oferta de material de qualidade sanitária e da falta de um sistema eficiente de obtenção de mudas. A disponibilização destas no mercado ainda é considerada um desafio, pois o período de permanência no viveiro eleva sobremaneira o custo de produção das mudas, o que acaba muitas vezes inviabilizando esta atividade.

O aprimoramento e o desenvolvimento de novas técnicas de propagação, que tenham maior eficácia, rapidez e simplicidade na execução, tornam-se fundamentais (Coelho et al., 2007) para disponibilidade de mudas de melhor padrão e com menores custos.

No intuito de atender estes critérios, Coelho et al. (2007) e Santos (2009) testaram uma técnica de propagação vegetativa do abacaxi, que consiste na destruição do meristema apical da coroa, visando à quebra da dominância apical. Essa interferência mecânica provoca o desenvolvimento das gemas laterais, as quais originam os rebentos.

O uso desta técnica aliada à utilização de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) pode proporcionar aumento na produtividade do viveiro e menor tempo de produção das mudas, visto que os FMAs ao estabelecerem uma associação simbiótica com a muda, passam a explorar um volume maior de substrato, favorecendo a absorção de nutrientes. Esse processo reflete diretamente na qualidade da muda e na sua capacidade de tolerar estresses ambientais no pós-plantio.

Santos (2009) verificou o efeito positivo sobre o uso de FMAs em coroas de abacaxi na produção de rebentos. Entretanto, ainda não é conhecido o efeito desta associação no crescimento desses rebentos.

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a ação de FMAs (*Glomus etunicatum* e mistura dos fungos *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*) no crescimento e estado nutricional de rebentos de duas cultivares de abacaxizeiro (Smooth Cayenne e Pérola) originários através da técnica de eliminação do meristema apical, de coroas também inoculadas com estes FMAs.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Câmpus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, em Campos dos Goytacazes – RJ, situada a 21° 48' de latitude sul, 41° 20' de longitude W, altitude de 11 m.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso (DBC), em esquema fatorial 2X3, sendo a inoculação de mudas (com aproximadamente 10 cm) do tipo rebento de duas cultivares de abacaxi (Smooth Cayenne e Pérola) e três tratamentos microbiológicos (sem inoculação, inoculação com *Glomus etunicatum* e inoculação com uma mistura dos fungos *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*) com quatro repetições para cada tratamento.

Os inóculos foram adquiridos da coleção do Setor de Microbiologia do Laboratório de Solos da UENF. A multiplicação dos fungos ocorreu em casa de vegetação utilizando-se como substrato uma mistura de solo e areia na proporção de 1:1 (v/v), respectivamente, autoclavados por duas vezes, a uma temperatura de 121°C por 1 h. Utilizaram-se vasos com capacidade de 3 dm<sup>3</sup> onde foram adicionados o substrato e 50 g de inóculo (mistura de solo contendo esporos, hifas e raízes colonizadas) das espécies de fungos a serem estudadas. Em seguida, 10 sementes de milho (*Zea mays*) foram semeadas em cada vaso, sendo que antes do plantio, as sementes foram desinfestadas com solução de 0,5% de hipoclorito de sódio, durante 10 minutos e depois lavadas com água

desionizada. Quatro meses após o plantio do milho, a parte aérea foi cortada e, 30 dias após o corte, a mistura do solo contendo esporos, hifas e raízes finas foi utilizada como inóculo nos tratamentos do experimento.

O substrato utilizado para o transplântio dos rebentos foi uma mistura de terra de superfície, areia e de substrato Plantmax<sup>®</sup> hortaliça nas proporções 4:2:1 (v/v), respectivamente. Posteriormente este substrato foi esterilizado em autoclave por duas vezes, a uma temperatura de 121°C por 1 h, com a finalidade de eliminação dos FMAs nativos. Após a autoclavagem o substrato apresentou as características químicas descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do substrato após autoclavagem por duas vezes, a uma temperatura de 121°C por 1 hora.

pH	K	Ca	Mg	Al	SB	V	P	Fe	Cu	Zn	Mn	B
5,8	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					(%)	mg dm <sup>-3</sup>					
	1,6	29,4	14,5	0	46,5	81	22	50,8	0,43	1,73	82,4	0,34
Matéria orgânica = 35,7 g dm <sup>-3</sup>												

Análises realizadas pelo Laboratório de Análise de Solos da Fundenor, Campos dos Goytacazes, RJ.

Os rebentos foram obtidos de brotações de gemas de coroas de abacaxi, nas quais foi quebrada a dominância apical mecanicamente, com auxílio de um alicate com ponta fina e uma chave de fenda (Coelho et al. 2007 e Santos, et al. 2011).

O experimento foi conduzido em jardineiras (75X20X20 cm) onde foram adicionados o substrato e 100 g do inóculo (mistura do solo contendo esporos, hifas e raízes finas cortadas) de 2 a 3 cm abaixo da superfície do substrato, de acordo com os tratamentos.

Após o transplântio dos rebentos, foram monitorados o comprimento e o número de folhas, em quatro épocas (45, 90, 120 e 150 dias). Para o comprimento, as mudas tiveram suas folhas agrupadas para cima, sendo medido da base até a extremidade da folha maior.

Ao final do experimento, as mudas de abacaxi foram coletadas e levadas ao laboratório para avaliação da matéria seca da parte aérea (obtidas após a secagem em estufa sob ventilação forçada de ar a 70°C até atingir o peso constante).

Depois de secas, as amostras foram moídas em moinho tipo Wiley com peneira de 20 mesh e armazenadas em frascos hermeticamente fechados. Para a determinação dos nutrientes do material moído, foram pesadas duas amostras de cada tratamento para se proceder, respectivamente, às digestões sulfúricas (determinação dos teores de N) e nitro-perclórica (determinação dos teores de P, K, Ca, Mg e S).

O N orgânico foi dosado pelo método de Nessler (Jackson, 1965). O K foi dosado por espectrofotometria de emissão atômica; o P determinado, colorimetricamente, pelo método do molibdato; o Ca e Mg por espectrometria de absorção atômica (Malavolta et al., 1997).

Para avaliação da infecção micorrízica, as raízes foram removidas dos vasos, lavadas com água corrente. As raízes finas foram armazenadas em álcool etílico 50% para proceder à avaliação da porcentagem de colonização radicular. Para isto, as raízes foram coloridas segundo Grace e Stribley (1991) com as seguintes adaptações, clareamento das raízes por cinco minutos a 80°C com KOH 2,5%, e posterior coloração por 20 min a 80°C com azul de metil. Em seguida as raízes foram levadas ao microscópio estereoscópico com aumento de 20X para determinar o grau de infecção (Figura 1).



Figura 1. Estruturas visualizadas ao microscópio com aumento de 20X em raízes de abacaxizeiro 'Smooth Cayenne'. **A**- Hifa; **B**- Arbúsculo; **C** e **D** - Vesículas.

Os dados foram submetidos a análises de variância pelo teste F, as variáveis quantitativas, foram submetidas à análise de regressão e as qualitativas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de colonização do sistema radicular, verificou-se que todos os tratamentos microbiológicos (exceto o controle) foram capazes de se associar às raízes do abacaxizeiro. O inóculo misto foi capaz de colonizar ambas as cultivares de forma igual. Diferente foi verificado para o inóculo *G. etunicatum*, onde este apresentou maior índice de colonização na cultivar Pérola quando comparado ao 'Smooth Cayenne'. Nas cultivares avaliadas, sempre o inóculo misto colonizou mais que o *G. etunicatum* (Tabela 2).

A introdução de FMAs tem um grande potencial nos programas de produção de mudas, pois permite abreviar o tempo de formação da muda de várias fruteiras como a bananeira (Lins et al., 2003), o cajueiro (Weber et al., 2004), o maracujazeiro doce (Anjos et al., 2010) e a gravioleira (Samarão et al., 2011). O tempo requerido para produção de mudas de abacaxizeiro é crítico, pois este apresenta crescimento lento, aumentando o período de permanência no viveiro.

Segundo Matos et al. (2010) uma muda de abacaxi pode ser considerada adequada para o plantio definitivo quando atingir a altura mínima de 25 cm. Este valor foi alcançado aos 105, 110, 119, 120, 124 e 125 dias para os tratamentos: 'Pérola' sem inoculação, 'Pérola' inoculado com a mistura, 'Smooth Cayenne' inoculado com o *G. etunicatum*, 'Pérola' inoculado com o *G. etunicatum*, 'Smooth Cayenne' sem inoculação e 'Smooth Cayenne' inoculado com a mistura, respectivamente (Figura 2).

A inoculação com FMAs causou diminuição no número de folhas para ambas as cultivares (Figura 3). Resultados diferentes foram observados por Gutierrez-Oliva et al. (2009), onde inoculação com *Glomus claroideum* em mudas de abacaxizeiro micropropagadas, promoveu maior número de folhas e matéria seca.

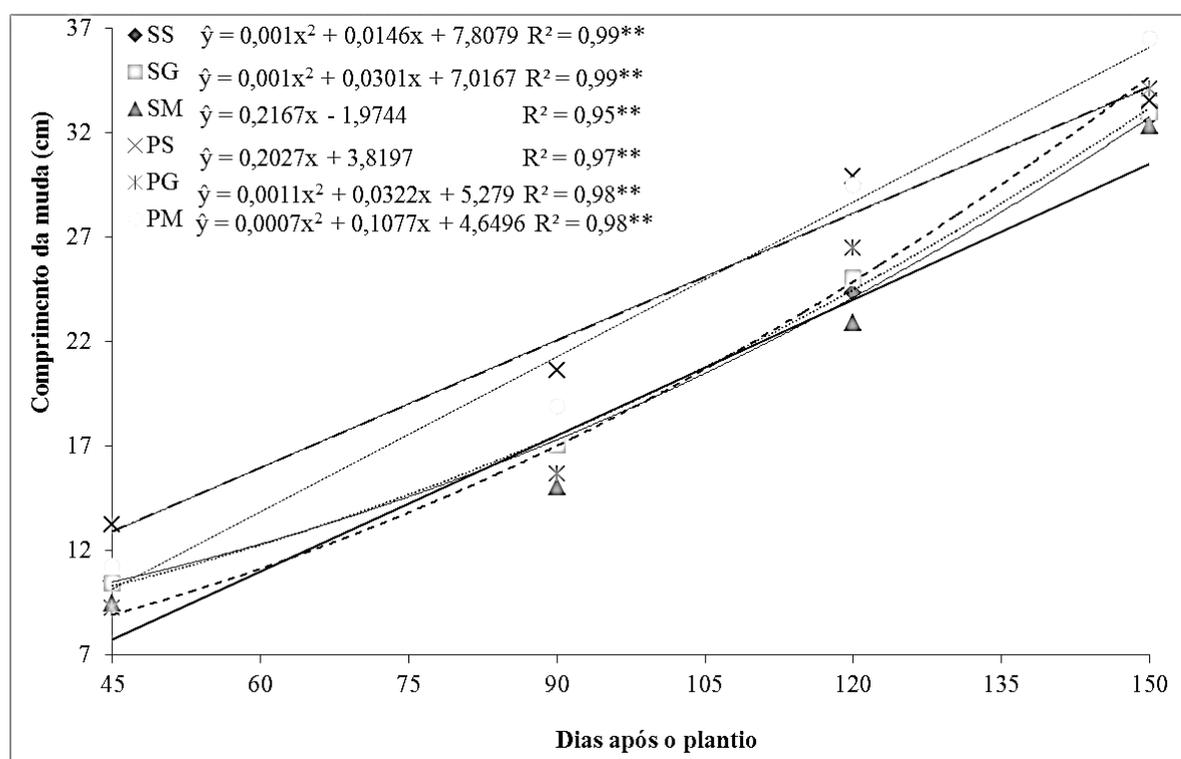
Tabela 2. Colonização dos FMAs, em %, nas raízes de mudas do tipo rebento do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' e 'Pérola', em função de tratamentos microbiológicos

Cultivar	Tratamento microbiológico			Média
	Misto <sup>1</sup>	<i>G. etunicatum</i>	Sem fungo	
'Smooth'	100Aa	30 Bb	0 Ca	43,33
'Pérola'	95Aa	80 Ba	0 Ca	58,33
Média	97,5	55,0	0	
CV (%)	15,44			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

<sup>1</sup>Tratamento com a mistura dos fungos *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*.

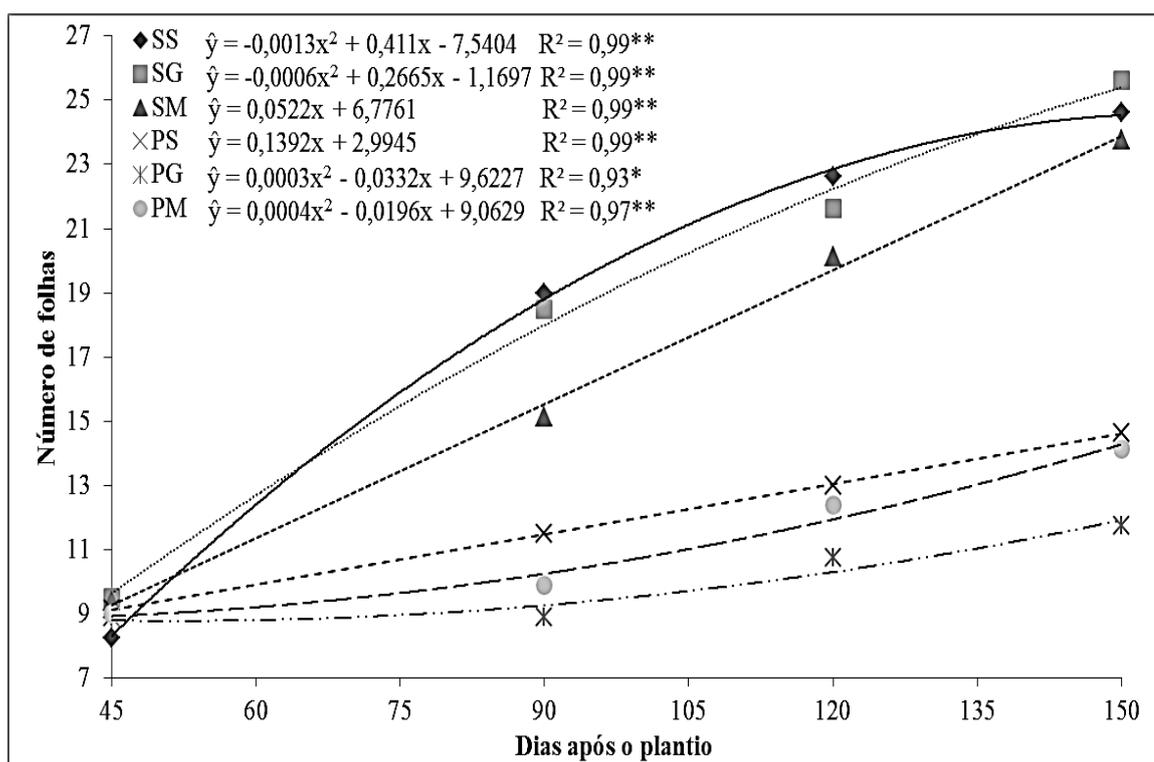
Esses resultados divergentes podem ser explicados devido à eficiência micorrízica estar relacionada com a quantidade de micélio externo formado no solo. Apesar de certos fungos possuírem capacidade de colonizar o hospedeiro, a proporção de hifas externas formadas (estruturas que permitem a maior absorção de nutrientes) varia muito entre as espécies de FMAs (Marschner e Dell, 1994). A eficiência da colonização micorrízica é dependente do genótipo da planta, da espécie do fungo e do ambiente. Essa colonização pode proporcionar um baixo crescimento vegetal ou até chegar a atingir uma condição de parasitismo, quando o balanço energético se torna desfavorável à planta. Stancato et al. (2010) verificaram que a micorrização de plântulas micropropagadas de antúrio, tanto na fase de aclimatização quanto de obtenção de mudas, não promoveu crescimento.



Legenda: SS: 'Smooth Cayenne' não inoculado, SG: 'Smooth Cayenne' inoculado com *G. etunicatum*, SM: 'Smooth Cayenne' inoculado com mistura dos fungos *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*, PS: 'Pérola' não inoculado, PG: 'Pérola' inoculado com *G. etunicatum*, PM: 'Pérola' inoculado com mistura dos fungos *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*. \*Significativo a 1% \*\* significativo a 5%

Figura 2. Altura das mudas (cm) do abacaxizeiro 'Pérola' e 'Smooth Cayenne', aplicado três tratamentos microbiológicos em quatro épocas de amostragem. Campos dos Goytacazes – Estado do Rio de Janeiro, 2011.

Foi verificado que os tratamentos microbiológicos não influenciaram a matéria seca da parte aérea das mudas na cultivar Smooth Cayenne. Para a cultivar Pérola, os tratamentos com FMAs promoveram menor matéria seca (Tabela 3). Entretanto, Jaizme-vega e Azcón (1991) aumentaram a produção de biomassa de mudas micropropagadas de abacaxizeiro em 142% e 148% com a inoculação de *G. fasciculatum* e *G. mosseae*, respectivamente.



Legenda: SS: 'Smooth Cayenne' não inoculado, SG: 'Smooth Cayenne' inoculado com *G. etunicatum*, SM: 'Smooth Cayenne' inoculado com mistura dos fungos *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*, PS: 'Pérola' não inoculado, PG: 'Pérola' inoculado com *G. etunicatum*, PM: 'Pérola' inoculado com mistura dos fungos *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*. \*Significativo a 1% \*\* significativo a 5%

Figura 3. Número de folhas em mudas do abacaxizeiro 'Pérola' e 'Smooth Cayenne', aplicado três tratamentos microbiológicos em quatro épocas de amostragem. Campos dos Goytacazes – Estado do Rio de Janeiro, 2009.

Tabela 3. Matéria seca (g) da parte aérea dos rebentos aos 150 dias após o transplântio

Cultivar	Tratamento microbiológico			Média
	Misto <sup>1</sup>	<i>G. etunicatum</i>	Sem Fungo	
'Smooth'	10,44 Aa	11,79 Aa	12,38 Aa	11,53
'Pérola'	7,16 Bb	5,71 Bb	11,07 Aa	7,98
Média	8,8	8,75	11,73	
CV (%)	17,00			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

<sup>1</sup>Tratamento com a mistura dos fungos *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*.

Não houve interação entre os tratamentos para as variáveis: matéria seca da raiz das mudas e os teores nutricionais (N, Ca e Mg) na parte aérea das mudas. Entre as cultivares, a Smooth Cayenne produziu 139% mais matéria seca de raiz do que a cultivar Pérola. Quanto aos teores nutricionais entre as cultivares, foram verificados valores superiores de N e Ca na cultivar Smooth Cayenne e Mg para a cultivar Pérola (Tabela 4).

Tabela 4. Matéria seca da raiz (PSR) e teores de N, Ca e Mg na matéria seca da parte aérea das mudas do tipo rebento do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' e 'Pérola' aos 150 dias após o transplântio

Cultivar	PSR (g)	Nutrientes (g kg <sup>-1</sup> )		
		N	Ca	Mg
Smooth Cayenne	1,15 a	14,38 a	10,40 a	5,93 b
Pérola	0,48 b	12,73 b	5,20 b	9,10 a
Média	0,81	13,56	7,80	7,51
CV (%)	31,7	8,64	5,75	4,89

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os tratamentos microbiológicos que continham inoculação com fungos micorrízicos, reduziram a matéria seca da raiz em torno de 61% (*G. etunicatum*) e 41% (mistura dos fungos) em relação ao sem fungo (Tabela 5).

Constatou-se efeito do tratamento microbiológico sobre a nutrição das mudas. A inoculação com a mistura e o *G. etunicatum* proporcionaram incrementos significativos de N e Mg, em relação ao tratamento sem inoculação. Para o Ca, a mistura dos fungos promoveu incremento de 5,14% em relação ao *G. etunicatum* e 8,32%, em relação ao tratamento sem fungo (Tabela 5). Esse maior aporte de nutrientes se deve aos FMAs expandirem a zona de absorção da raiz. Marschner e Dell (1994) verificaram que os fungos micorrízicos podem ser responsáveis pela absorção de cerca de 80% de P, 25% do N e 10% de K.

Tabela 5. Matéria seca da raiz (PSR) e teores de N, Ca e Mg na matéria seca da parte aérea das mudas do tipo rebento inoculadas com FMAs aos 150 dias após o transplântio

Tratamento microbiológico	PSR (g)	Nutrientes (g kg <sup>-1</sup> )		
		N	Ca	Mg
Sem fungo	1,05 a	11,85 b	7,49 b	6,99 b
<i>G. etunicatum</i>	0,65 b	13,72 a	7,75 b	7,73 a
Misto <sup>1</sup>	0,74 b	15,09 a	8,17 a	7,92 a
Média	0,82	13,56	7,80	7,51
CV (%)	31,68	8,64	5,75	4,89

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

<sup>1</sup>Tratamento com a mistura dos fungos *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*.

Os tratamentos microbiológicos influenciaram os teores de P de forma diferente entre as cultivares (Tabela 6). A inoculação com os FMAs promoveu maior absorção de P para cultivar Smooth Cayenne. No 'Pérola', quando inoculado com a mistura, o teor de P foi menor em relação ao sem fungo. No entanto, estes dois não diferiam do tratamento com *G. etunicatum*. Os teores de P foram maiores no 'Pérola' quando aplicados os tratamentos com *G. etunicatum* e sem fungo. Trindade et al. (2001) observaram em mudas de mamoeiro dos grupos Solo e Formosa que a inoculação com *G. margarita*, proporcionou maiores

teores e conteúdos de P na parte aérea, quando comparados ao tratamento sem inoculação.

Tabela 6. Teores de fósforo,  $\text{g kg}^{-1}$ , na matéria seca da parte aérea das mudas do tipo rebento dos abacaxizeiros 'Smooth Cayenne' e 'Pérola' aos 150 dias após o transplante, em função dos tratamentos microbiológicos

Cultivar	Tratamentos microbiológicos			Média
	Misto <sup>1</sup>	<i>G.etunicatum</i>	Sem fungo	
'Smooth'	1,40 Aa	1,26 Ab	0,80 Bb	1,15
'Pérola'	1,35 Ba	1,46 ABa	1,55 Aa	1,45
Média	1,38	1,36	1,17	
CV (%)	7,33			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup>Tratamento com a mistura dos fungos *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*.

Para o K, os tratamentos microbiológicos não diferiram para a cultivar Smooth Cayenne. A inoculação com a mistura no 'Pérola' diminuiu em 11,98% o teor de K em relação ao *G. etunicatum* e 10,31%, quando comparado ao tratamento sem fungo. A cultivar Smooth Cayenne obteve maior teor de K do que a cultivar Pérola (Tabela 7).

Tabela 7. Teores de potássio, em  $\text{g kg}^{-1}$ , na matéria seca da parte aérea das mudas do tipo rebento dos abacaxizeiros 'Smooth Cayenne' e 'Pérola' aos 150 dias após o transplante, em função dos tratamentos microbiológicos

Cultivar	Tratamento microbiológico			Média
	Misto <sup>1</sup>	<i>G.etunicatum</i>	Sem fungo	
'Smooth'	29,63 Ab	27,11 Ab	29,68 Ab	28,80
'Pérola'	38,98 Ba	44,65 Aa	43,00 Aa	42,21
Média	34,30	35,88	36,34	
CV (%)	4,53			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup>Tratamento com a mistura dos fungos *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*.

Freitas et al. (2006) observaram que a inoculação de plantas de menta com *G. clarum* e *G. margarita* elevou os conteúdos de K na parte aérea em 139 ou 142%, respectivamente, quando avaliada em comparação com os teores observados em plantas não inoculadas.

## CONCLUSÕES

- A inoculação com FMAs não proporcionou redução no tempo de formação das mudas;
- Na cultivar Pérola, a inoculação com FMAs provocou redução na matéria seca das plantas e nos teores foliares de P e K. Para a cultivar Smooth Cayenne a inoculação com FMAs proporcionou incremento nos teores de P na matéria seca foliar;
- A inoculação com FMAs na cultivar Smooth Cayenne não promove incrementos na matéria seca da parte aérea e no teor de K. No entanto, para o teor de P é verificado efeito benéfico da colonização micorrízica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anjos, E.C.T. dos, Cavalcante, U.M.T., Gonçalves, D.M.C., Pedrosa, E.M.R., Santos, V.F. DOS, Maia, L.C. (2010) Interactions between an arbuscular mycorrhizal fungus (*Scutellospora heterogama*) and the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on sweet passion fruit (*Passiflora alata*). *Braz. Arch. biol. technol.*, Curitiba, 53(4): 801-809..
- Coelho, R.I., Carvalho, A.J.C. de, Lopes, J.C., Teixeira, S.L., Marinho, C.S. (2007) Coroa do abacaxi 'Smooth Cayenne' na produção de mudas do tipo rebentão. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 31:1867-1871.

- Freitas, M.S.M., Martins, M.A., Carvalho, A.J.C. de. (2006) Crescimento e composição da menta em resposta à inoculação com fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 24:11-16.
- Grace, C., Stribley, P.A. (1991) Afer procedure fot routine staining of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycological Research*, Cambridge, 95:1160–1162.
- Gutiérrez-Oliva, V.F., Abud-archila, M.F.A., Alvarez, S.J.D., Gutiérrez-miceli, F.A. (2009) Influencia de los hongos micorrízicos arbusculares sobre el crecimiento de vitro plántulas de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.) Con diferentes niveles de fósforo. *Gayana Botánica*, Concepción, 66:1-9.
- Jackson, M.L. (1965) *Soil chemical analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 498 p.
- Jaizme-vega, M.C., Azcón, R. (1991) Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on pineapple [*Ananas comosus* (L.)Merr.]. *Fruits*, Paris, 46:47-50.
- Lins, G.M. de L., Trindade, A.V., Rocha, H.S. (2003) Utilização de *Gigaspora margarita* em plantas micropropagadas de bananeira em diferentes estádios de enraizamento. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 25(1): 143-147.
- Malavolta, E., Vitti, G.C., Oliveira, S.A. (1997) *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 319p.
- Marschner, H., Dell, B. (1994) Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and Soil*, Dordrecht, 159:89-102.
- Matos, A.P. de, Reinhardt, D.H., Sanches, N.F., Souza, F.S., Teixeira, F.A., Elias Júnior, J., Gomes, D.C. (2009) *Produção de Mudanças Sadias de Abacaxi*. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. (Circular Técnica, 89)
- Samarão, S.S., Rodrigues, L.A., Martins, M.A., Manhães, T.N., Alvin, L.A. da M. (2011) Desempenho de mudas de gravioleira inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares em solo não-esterilizado, com diferentes doses de fósforo. *Acta Sci., Agron.*, Maringá, 33(1): 81-88.

- Santos, P.C. dos, Freitas, S. de J., Freitas, M.S.M., Sousa, L.B. de, Carvalho, A.J.C. de. (2011) Produção de mudas do tipo rebentão, utilizando coroas de três cultivares de abacaxi inoculadas com fungos micorrízicos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 33:954-961.
- Stancato, G.C., Silveira, A.P.D. da (2010) Micorrização e adubação de mudas micropropagadas de antúrio, cv. Eidibel: crescimento e aclimatização *ex vitro*. *Bragantia*, Campinas, 69(4): 957-963.
- Trindade, A.V., Dantas, J.L.L., Almeida, F.P., Maia, I.C.S. (2001) Estimativa do coeficiente de determinação genotípica em mamoeiros (*Carica papaya* L.) inoculados com fungo micorrízico arbuscular. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 23(3): 607-612.
- Weber, O.B., Souza, C.C.M., Gondin, D.M.F., Oliveira, F.N.S., Crisóstomo, L.A., Capron, A.L., Saggin Júnior, O. (2004) Inoculação de fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada em mudas de cajueiro-anão-precoce. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 39(5): 477-483.

## RESUMO E CONCLUSÕES

A maior restrição para o desenvolvimento da abacaxicultura é a ausência de mudas com qualidade para o plantio, visto que na maioria das vezes são utilizadas mudas oriundas de lavouras comerciais para produção de frutos que não garantem sanidade e nem uniformidade. Nesse contexto, foram conduzidos dois experimentos com objetivos de avaliar o efeito de ácidos húmicos, brassinosteróide e fungos micorrízicos arbusculares em rebentos originários da técnica de eliminação do meristema apical de coroas de abacaxi. No primeiro experimento objetivou-se avaliar o crescimento e os teores de nutrientes de rebentos do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' às aplicações de ácidos húmicos e brassinosteróides, na fase de viveiro. Verificou-se efeito na altura de plantas de mudas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' oriundas de rebentos de coroa de frutos em função de ácidos húmicos e de brassinosteróide. Os ácidos húmicos e o brassinosteróide não proporcionaram incrementos na área foliar, no diâmetro, no número de folhas, no volume radicular, na matéria seca da parte aérea e raiz das mudas. A aplicação de brassinosteróide reduziu o teor e o conteúdo de potássio matéria seca da parte aérea de mudas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne'. O fornecimento de ácidos húmicos, na ausência de brassinosteróide, elevou o teor e o conteúdo de potássio em mudas do abacaxizeiro. No segundo experimento objetivou-se avaliar a ação de FMAs no crescimento e nos teores de nutrientes de rebentos dos abacaxizeiros 'Smooth Cayenne' e 'Pérola'. Concluiu-se que a inoculação com FMAs não proporcionou redução no tempo de formação das

mudas. Na cultivar Pérola, a inoculação com FMAs provocou redução na matéria seca das plantas e nos teores foliares de P e K. Para a cultivar Smooth Cayenne a inoculação com FMAs proporcionou incremento nos teores de P na matéria seca foliar. A inoculação com FMAs na cultivar Smooth Cayenne não promove incrementos na matéria seca da parte aérea e no teor de K. No entanto, para o teor de P é verificado efeito benéfico da colonização micorrízica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adini, F., Genevini, P., Zachheo, P (1998). The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *Journal of Plant Nutrition*, New York, 21(3): 561-575.
- Agrianual (2012). *Anuário da agricultura brasileira*. São Paulo, Instituto FNP, AgraFNP, 482p.
- Altoé, J.A., Marinho, C.S., Muniz, R.A., Rodrigues, L.A., Gomes, M.M.A. (2008) Tangerineira 'Cleópatra' submetida a micorrização e a um análogo de brassinosteróide. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, 30(1): 3-17.
- Anjos, E.C.T. dos, Cavalcante, U.M.T., Gonçalves, D.M.C., Pedrosa, E.M.R., Santos, V.F. dos, Maia, L.C. (2010) Interactions between an arbuscular mycorrhizal fungus (*Scutellospora heterogama*) and the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on sweet passion fruit (*Passiflora alata*). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, 53(4): 801-809.
- Araujo, K.G.L., Sabaa-Srur, A.U.O., Rodrigues, F.S., Manhães, L.R.T., Canto, M.W. do, (2009) Utilização de abacaxi (*Ananas comosus* L.) cv. Perola e Smooth Cayenne para a produção de vinhos: estudo da composição química e aceitabilidade. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 29(1): 56-61.

- Azpiroz, R. An *Arabidopsis* brassinosteroid dependent mutant is blocked in cell elongation. *The Plant Cell*, Tucson, 10: 219-230.
- Bago, B., Pfeffer, P.E., Shachar, H.Y. (2000) Carbon metabolism and transport in arbuscular mycorrhizas. *Plant Physiology*, 124:949-957.
- Baldotto, L.E.B. (2009) Estrutura e fisiologia da interação entre bactérias diazotróficas endofíticas e epifíticas com abacaxizeiro cultivar 'Vitória' durante a aclimatização. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) Campos dos Goytacazes, RJ - Universidade Estadual do Norte Fluminense, 120f.
- Baldotto, L.E.B., Baldotto, M.A., Giro, V.B., Canellas, L.P., Olivares, F.L., Bressan-Smith, R. (2009) Desempenho do abacaxizeiro 'Vitória' em resposta à aplicação de ácidos húmicos durante a aclimação. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, Viçosa, 33:979-990.
- Baldotto, L.E.B., Baldotto, M.A., Olivares, F.L., Viana, A.P., Bressan-Smith, R. (2009) Seleção de bactérias promotoras de crescimento no abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merrill) cultivar Vitória durante a aclimatização. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, Viçosa, 34:349-360.
- Baldotto, L.E.B., Baldotto, M.A., Canellas, L.P., Bressan-Smith, R., Olivares, F.L., (2010) Growth promotion of pineapple 'Vitória' by humic acids and burkholderia spp. during acclimatization. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, Viçosa, 34(5): 1593-1600.
- Barbosa, S.B.S.C., Graciano-Ribeiro, D., Teixeira, J.B., Portes, T.A., Souza, L.A. (2006) Anatomia foliar de plantas micropropagadas de abacaxi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília 41(2): 185-194.
- Bressan W., Siqueira J.O., Vasconcellos C.A., Purcino A.A.C. (2001) Fungos micorrízicos e fósforo, no crescimento, nos teores de nutrientes e na produção do sorgo e soja consorciados. *Pesquisa Agropecuária brasileira*, Brasília 36: 250-260.

- 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.
- Clouse, S.D., Sasse, J.M., (1998) Brassinosteroids: essential regulators of plant grow and development. *Rev. Plant Physiol. Mol. Biol.* 49:727-457.
- Coelho, R.I., Carvalho, A.J.C., Marinho, C.S., Lopes, J.C., Pessanha, P.G.O. (2007) Resposta à adubação com uréia, cloreto de potássio e ácido bórico em mudas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 29(1): 161-165.
- Coelho, R.I., Carvalho, A.J.C., Thiebaut, J.T.L. (2010) Teores foliares de nutrientes em mudas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' em resposta à adubação. *Revista de Ciências Agrárias*, Lisboa, 33(2): 173-179.
- Coelho, R.I. (2005) Clonagem do abacaxizeiro a partir de coroas e secções de caule tratadas com reguladores de crescimento e fertilizantes químicos. (Doutorado em Produção Vegetal), Campos dos Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF. 114p
- 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., Carvalho, A.J.C. de, Lopes, J.C., Teixeira, S.L., Marinho, C.S. (2007) Coroa do abacaxi 'Smooth Cayenne' na produção de mudas do tipo rebentão. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 31: 1867-1871.
- Colli, S. Outros reguladores: brassinosteróides, poliaminas, ácido jasmônico e salicílico. In: Kerbauy, G.B. Fisiologia vegetal. São Paulo: Guanabara Koogan, p. 333-340, 2004.
- Collins, J.L. (1961) *The pineapple: botany, cultivation and utilization*. New York: Interscience 294p.

- Cordeiro, F.C., Souza, S.R. (2010) Influência dos ácidos húmicos no metabolismo vegetal pode ser considerada uma resposta auxínica? *Rev. Univ. Rural, Sér. Ci. Vida*. Seropédica, 30(2): 111-131.
- Crestani, M., Barbieri, R.L., Hawerth, F.J., Carvalho, F.I.F., Oliveira, A.C. (2010) Das Américas para o Mundo – origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. *Ciência Rural*, Santa Maria, 40(6): 1443-1483.
- Cunha, G.A.P. da, Cabral, R.S.C. (1999) Taxonomia, espécies, cultivares e morfologia. *In: Cabral, J.R.S., Souza, L.F. da S. O abacaxizeiro – cultivo, agroindústria e economia*. 3. ed. Brasília, Embrapa/Mandioca e Fruticultura, p.15-51.
- Davies, P.J. (1995) *Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*. 2ª ed., Netherlands: Springer, 836p.
- Expósito, G.L.A., Dominguez, M.Q., Gonzalez, O.J.L. (1994) Efetividade de seis longos MVA *in vitro* piña (*Ananas comosus* (L.) Merr) cv Cayena Lisa. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal. 6: 41-47.
- Faria, D.C., Carvalho, A.J.C. de, Freitas, S.J. de, Freitas, M.S.M., Martins, M.A., Silva, C.F. (2008) Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em mudas de abacaxizeiro cultivadas no campo, sob doses de nitrogênio. *Reunião Anual da Sociedade Interamericana de Horticultura Tropical*, 52, Vitória. p.167-170.
- Freitas, M.S.M., Martins, M.A., Carvalho, A.J.C. de (2006) Crescimento e composição da menta em resposta à inoculação com fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada. *Horticultura Brasileira*, Brasília 24: 11-16.
- Freitas, S.J. (2010) Brassinosteroides e adubação no desenvolvimento, crescimento e nutrição de mudas de abacaxi. 100 f. Tese (Doutorado Produção vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 100f.

- Gomes, M.M.A. (2011) Physiological effects related to brassinosteroid application in plants. In: Hayat, S., Ahmad, A. *Brassinosteroids: A class of plant hormone*. New York: Springer, 119-142.
- Guerra, J.C.M., Santos, G.A., Silva, L.S., Camargo, F.A.O. (2008) Macromoléculas e substâncias húmicas. In: SANTOS, G.A., ed. *Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais & subtropicais*. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, p.19-26.
- Gupta M.I., Prasad A., Ram, M., Kumar S. (2002) Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasciculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. *Bioresource Technology*, Índia. 81(1): 77-79.
- Hooker, J. E., Gianinazzi, S., Vestberg, M., Barea, J. M., Atkinson, D. (1994) The application of arbuscularmycorrhizal fungi to micropropagation systems - an opportunity to reduce chemical inputs. *Agricultural Science, Finland* 3(3): 227-232.
- IBGE (2012). Dados de safra de abacaxi no Brasil. <http://www.sidra.ibge.gov.br>. acesso em 05/03/2012.
- Ivanchenko, M.G., Muday, G.K., Dubrovsky, J.G. (2008) Ethylene-auxin interactions regulate lateral root initiation and emergence in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J. Corvallis* 55(22): 335–347.
- Khripach, V., Zhabinskii, V., Groot, A. (2000) Twenty years of brassinosteroids: steroidal plant hormones warrant better crops for the XXI century. *Ann. Bot., Bristol*, 86:441-447
- Klauber-Filho, O., Siqueira, J.O., Moreira, F.M.S., Soares, C.R.F.S. (2005) *Ecologia, Função e Potencial de Aplicação de Fungos Micorrízicos Arbusculares em Condições de Excesso de Metais Pesados*. IN: *Tópicos em Ciências do Solo*.4, 470p.

- Kononova, M.M. (1982) *Matéria orgânica del suelo, su naturaleza, propiedades y métodos de investigation*. Barcelona, Oikos – Tau, 365p.
- Krishna, P. (2003) Brassinosteroid-mediated stress responses. *J. Plant Growth Regul.*, Heidelberg, 22(4): 289-297.
- Lima, K.B., Martins, M.A., Freitas, M.S.M., Olivares, F.L. (2011) Fungos micorrízicos arbusculares, bactérias diazotróficas e adubação fosfatada em mudas de mamoeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33: 12-24.
- Lins, G.M. de L., Trindade, A.V., Rocha, H.S. (2003) Utilização de *Gigaspora margarita* em plantas micropropagadas de bananeira em diferentes estádios de enraizamento. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 25(1):143-147,
- Marschner, H., Dell, B. (1994) Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and Soil*, 159: 89-102.
- Matos, A.P. de, Reinhardt, D.H., Sanches, N.F., Souza, F.S., Teixeira, F.A., Elias Júnior, J., Gomes, D.C (2009). Produção de Mudas Sadias de Abacaxi. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Circular Técnica, 89: 1-12.
- Nannipieri, P., Greco, S., Dellágnola, G., Nardi, S. (1993) Proprietá biochimeche e fisiologiche della sostanza orgânica. In: Nannipieri, P. Ed. *Ciclo della sostanza orgânica nel suolo: aspect agronomici, chimici, ecologici, selviocolturali*. Bologna, Patron, p. 67-78.
- Neto, S.P.S. (2009) Cultura de Tecidos como ferramenta na produção de mudas: <http://www.e-campo.com.br> em 20/05/2011 página mantida pela E-CAMPO
- Orika Ono, E., Nakamura, T., Machado, S.R., Rodrigues, J.D. (2000) Application of brassinosteroid to *Tabebuia alba* plants. *Revista Brasileira Fisiologia Vegetal*, Brasília, 12(3): 187-194.
- Pinheiro, G.L., Silva, C.A., Furtini Neto, A.E. (2010) Crescimento e nutrição de clone de eucalipto em resposta à aplicação de concentrações de c-ácidos húmicos. *Revista Brasileira Ciência Solo*, Viçosa 34(4): 1217-1229.

- Py, C., Lacoeuilhe, J.J., Teison, C. (1984). *Ananas, as culture, sés produits*. Paris: G.P. Maisonneuve et Larose et A.C.C.T., 562p.
- Reinhardt, D.H.R.C., Cunha, G.A.P. (1999) Métodos de programação. *In: Cabral, J.R.S., Souza, L.F.S. (eds.) O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia*. Brasília: Embrapa Mandioca e Fruticultura, Brasília, CTT, 105-138p.
- Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E. (2001) *Biologia Vegetal*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 906p.
- Samarão, S.S., Rodrigues, L.A., Martins, M.A., Manhães, T.N., Alvin, L.A. da M. (2011) Desempenho de mudas de gravioleira inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares em solo não-esterilizado, com diferentes doses de fósforo. *Acta Sci., Agron.*, Maringá, 33(1):81-88.
- Santos, P.C. dos, Freitas, M.S.M., Freitas, S. de J., Silva, M.P.S. da, Berilli, S. da S. (2011a) Fungos micorrízicos no crescimento e nutrição de rebentos oriundos de coroa de abacaxi. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal 33:658-665.
- Santos, P.C. dos, Freitas, S. de J., Freitas, M.S.M., Sousa, L.B. de, Carvalho, A.J.C. de (2011b) Produção de mudas do tipo rebentão, utilizando coroas de três cultivares de abacaxi inoculadas com fungos micorrízicos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal. 33(3): 954-961.
- Schiavo, J.A. (2001) *Produção de mudas de goiabeira (Psidium guajava L.) e Acacia mangium Willd colonizadas com fungos micorrízicos arbusculares, em blocos prensados, confeccionados com resíduos agroindustriais*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 86p.
- Siqueira, D.L., Zambolim, L., Cardoso, A.A. (1996) Crescimento vegetativo do abacaxizeiro, associado a fungos micorrízicos com diferentes doses de fósforo. *Revista Ceres*, Viçosa. 43 (248): 409-425.

- Siqueira, J.O., Franco, A.A. (1988) *Biotechnologia do solo: fundamentos e perspectivas*. Brasília: MEC/ABEAS, 236p.
- Smith, S.E., Read, D.J. (1997) *Mycorrhizal symbiosis*. 2. ed. San Diego: Academic Press, p. 605.
- Stevenson, F.J. (1994) *Humus chemistry: Genesis, composition, reactions*. 2.ed. New York, Willey, 496p.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2009) *Fisiologia vegetal*. 4<sup>a</sup> ed. Porto Alegre: Artmed, 848p.
- Tanaka, K., Nakamura, Y., Asami, T., Yoshida, S., Matsuo, T., Okamoto, S. (2003) *Journal of Plant Growth Regulation*, 22: 259-271.
- Wang, Y., Wenhua, L.; Rujuan, X., (1994) Effect of epibrassinolide on growth and fruit quality of watermelon. *Plant Physiology Communications*, Pequim, 30(6): 423-425.

## APÊNDICE



Figura 1A. Gemas entumescidas nas coroas de abacaxi da cultivar Smooth Cayenne 30 dias após a remoção do meristema apical.



Figura 2A. Coroa de abacaxi da cultivar Smooth Cayenne utilizadas como matriz para obtenção dos rebentos utilizados no experimento onde foi testado doses de brassinosteróide e ácidos húmicos.



Figura 3A. Coroas de abacaxi da cultivar Smooth Cayenne plantadas em vasos  $11,5 \text{ dm}^3$ , utilizadas como matriz para obtenção dos rebentos utilizados no experimento onde foi testado doses de brassinosteróide e ácidos húmicos.



Figura 4A. Vista geral do experimento onde foi testado doses de brassinosteroides e ácidos húmicos após o plantio dos rebentos (10 cm) oriundos de coroas de abacaxi da cultivar Smooth Cayenne.

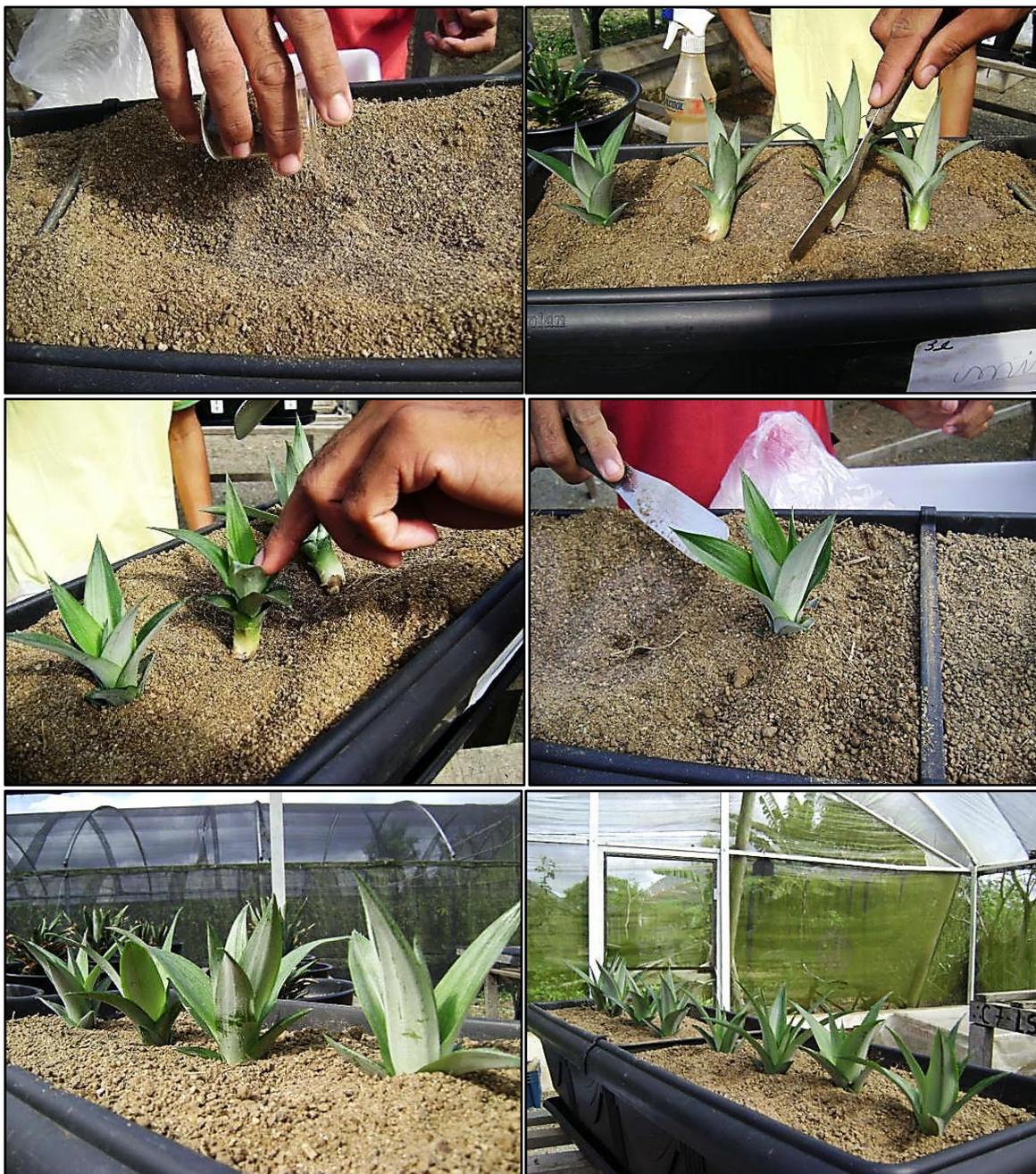


Figura 5A. Inoculação com fungos micorrízicos dos rebentos (10 cm), oriundos de coroas de abacaxi da cultivar Smooth Cayenne, em jardineiras.



Figura 6A. Experimento com fungos micorrízicos aos 100 dias após o plantio dos rebentos do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' em casa de vegetação, a esquerda o tratamento microbiológico sem fungo, no meio inoculado com *G. etunicatum* e a direita o inóculo misto.



Figura 7A. Muda do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' aos 150 dias após o plantio em jardineira.

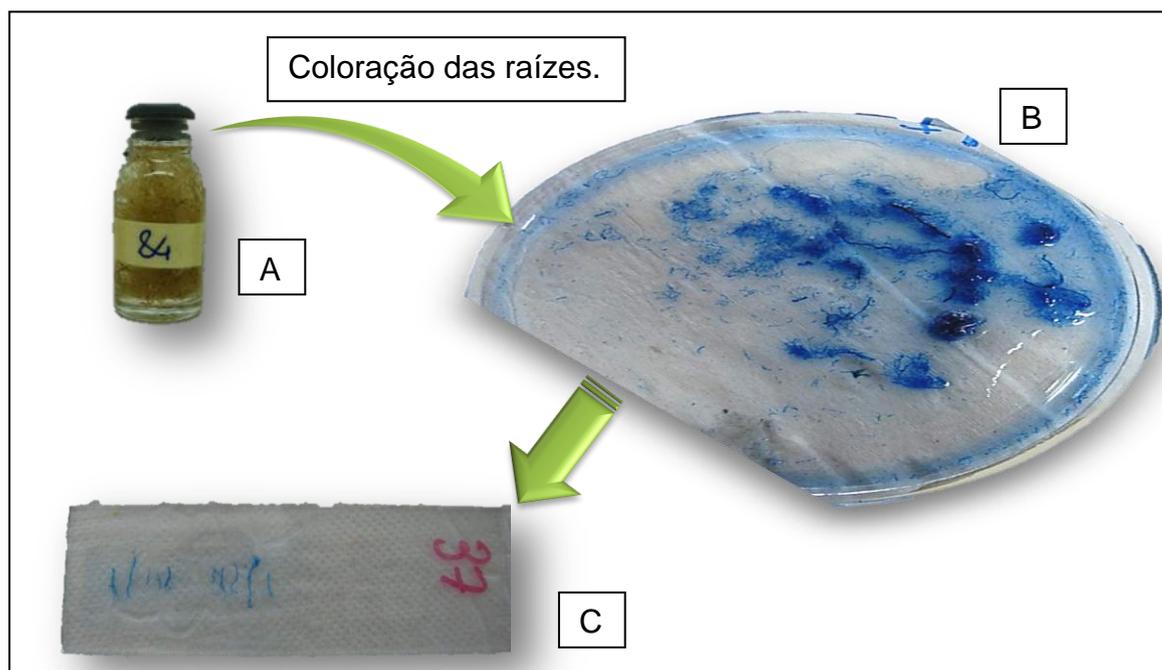


Figura 8A. Metodologia para avaliação da infecção micorrízica em raízes das muda de abacaxizeiro aos 150 dias após o plantio em jardineira. **A-** Raízes finas armazenadas em álcool etílico 50%. **B-** Raízes coloridas com azul de metil. **C-** Secções de raízes coloridas para visualização em microscópio estereoscópico.