

BRASSINOSTERÓIDES E ADUBAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO,
CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DE MUDAS DE ABACAXIZEIRO

SÍLVIO DE JESUS FREITAS

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO - 2010

BRASSINOSTERÓIDES E ADUBAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO,
CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DE MUDAS DE ABACAXIZEIRO

SÍLVIO DE JESUS FREITAS

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

Orientador: Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO - 2010

BRASSINOSTERÓIDES E ADUBAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO,
CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DE MUDAS DE ABACAXIZEIRO

SÍLVIO DE JESUS FREITAS

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

Aprovada em 19 de fevereiro de 2010.

Comissão Examinadora:

Prof. Ruimário Inácio Coelho (D.Sc., Fruticultura) - UFES

Prof. Pedro Henrique Monnerat (PhD, Nutrição Mineral de Plantas) - UENF

Profª Mara de Menezes de Assis Gomes (D.Sc., Biologia Vegetal) - FAETEC

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

À minha eterna companheira, amiga e esposa Flávia. Aos meus amados pais, Silvério e Inês pela dedicação, educação, oportunidades, incentivos e amor com que fui criado e aos meus queridos irmãos.

DEDICO E OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado a oportunidade de viver e realizar meus sonhos;

À Universidade Estadual do Norte Fluminense “Darcy Ribeiro” e ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias pela oportunidade de realização do curso;

A FAPERJ, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, pela concessão da bolsa durante todo o curso;

Ao professor Almy Junior Cordeiro de Carvalho pela constante disposição, pela orientação segura e pela amizade;

À minha amada esposa Flávia pela ajuda e compreensão no decorrer dos trabalhos e por estar ao meu lado em todos os momentos me dando força, amor e carinho;

Aos meus pais, que são pra mim exemplos de vida, amor e dedicação, por todos os ensinamentos, apoio e por estarem sempre ao meu lado me confortando e me alegrando;

Aos meus irmãos, Júnior, Sílvia e Ismael pelo companheirismo, amizade e pelo amor que fortalece a nossa união;

À minha querida afilhada Gabriela e à minha cunhada Marcela, por estarem sempre por perto passando alegria;

À nova família Vadinho, Aparecida, Fabiana e Fabrício, pelo carinho e pela torcida sempre positiva;

Aos meus companheiros de trabalho e acima de tudo amigos, Paulo Cesar, Luciano e Lilliane que tiveram participação fundamental neste trabalho;

Aos amigos Sávio e Renata que tornaram o ambiente de trabalho amistoso e cooperativo, obrigado pela amizade e companheirismo;

À empresa BIOMUDAS pelo fornecimento das mudas de abacaxizeiro micropropagadas;

Ao pesquisador do IAC, Marcos António Teixeira Zullo por gentilmente ceder o análogo de Brassinosteróide para a realização deste trabalho;

À professora Mara de Menezes de Assis Gomes pela colaboração no planejamento e desenvolvimento dos trabalhos;

Ao Técnico do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas José Accácio e ao Técnico do Laboratório de Fitotecnia Detony Petri pela ajuda em todas as análises químicas. Ao Técnico Jader pela disposição e competência nos trabalhos de campo e pela amizade no decorrer das atividades;

À secretária do setor de Fitotecnia Isadelma, pela atenção e amizade durante todo o curso;

Às secretárias da Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela atenção e competência prestadas durante todo o curso;

Aos meus tios, tias e primos que estão sempre presente em minha vida e torcem por mim;

A todos os amigos do Laboratório de Fitotecnia, pela convivência harmoniosa durante a execução deste trabalho;

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1. Botânica	5
2.2. Cultivares de abacaxizeiro	6
2.3. Propagação do abacaxizeiro	8
2.4. Exigências nutricionais do abacaxizeiro	18
2.5. Brassinosteróide	19
3. TRABALHOS	25
3.1. Brassinosteróide e adubação nitrogenada na produção de mudas de abacaxi provenientes do seccionamento de caule	25
3.2. Análise de crescimento de mudas de abacaxi submetidas ao brassinosteróide e à adubação nitrogenada.	43
3.3. Brotação e desenvolvimento de gemas de secções do caule de abacaxi submetidas ao brassinosteróide	57
3.4. Substratos e Osmocote na nutrição e desenvolvimento de mudas micropropagadas de abacaxizeiro cv. 'Vitória'	72
5. RESUMOS E CONCLUSÕES	92
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95

RESUMO

Freitas, S.J.; Eng. Agrônomo, D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Fevereiro de 2010. Brassinosteróide e Adubação no desenvolvimento, crescimento e nutrição de mudas de abacaxizeiro. Orientador: Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho.

No primeiro trabalho objetivou-se identificar o efeito de um análogo de brassinosteróide e de nitrogênio na produção de mudas de abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' provenientes do seccionamento do caule. A aplicação do análogo de brassinosteróide promoveu o crescimento e o maior teor de nitrogênio na parte aérea das mudas. A aplicação de adubação nitrogenada promoveu maior comprimento das mudas provenientes do seccionamento do caule do abacaxizeiro "Smooth Cayenne". A adubação nitrogenada não influenciou o teor nutricional na parte aérea das mudas do abacaxizeiro. No segundo experimento o objetivo foi verificar o efeito de concentrações de brassinosteróide e de adubações nitrogenadas na produção de mudas de abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' provenientes do seccionamento do caule ao longo do desenvolvimento até 270 dias após o plantio. As concentrações de brassinosteróide e a adubação nitrogenada não proporcionaram efeito na quebra da dormência das gemas. Houve efeito positivo das concentrações de brassinosteróide no comprimento das mudas de abacaxizeiro provenientes do seccionamento do caule, permitindo a produção de mudas com mais de 25 cm de comprimento a partir dos sete meses após o plantio. A adubação nitrogenada proporcionou mudas acima de 25 cm a partir dos sete meses após o plantio. No terceiro experimento verificou-se o efeito

da imersão das secções em soluções de brassinosteróide e pulverizações foliares, na quebra da dormência das gemas axilares do abacaxizeiro, no desenvolvimento inicial e na nutrição dos rebentos. Concluiu-se que o brassinosteróide proporcionou efeitos positivos no desenvolvimento de gemas axilares de secções do caule, mostrando-se eficiente na quebra da dormência das gemas; incrementou o comprimento, diâmetro, número de folhas, peso de matéria fresca e peso de matéria seca da parte aérea dos rebentos emitidos; não proporcionou efeito no teor nutricional da parte aérea dos rebentos emitidos, com exceção para o cálcio, onde o brassinosteróide proporcionou maiores teores. No quarto experimento, avaliou-se a influência de substratos e doses de Osmocote[®] no desenvolvimento e nutrição de mudas micropropagadas de abacaxizeiro 'Vitória', sendo verificado que o substrato que proporcionou maiores teores de N, P e K nas plantas foi o composto de bagaço de cana mais torta de filtro. O Osmocote[®] proporcionou incremento no comprimento da planta, no número de folhas e no peso da matéria seca da parte aérea. Dosagens elevadas de Osmocote[®] proporcionaram a redução do pH dos substratos e acúmulo de nutrientes, tornando-se tóxicos às mudas.

ABSTRACT

Freitas, SJ; Agronomist, D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, February 2010; Brassinosteroid and fertilization on development, growth and nutrition of pineapple seedlings. Advisor: Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho.

The first study aimed to identify the effect of a brassinosteroid analogue and nitrogen in the seedlings production of pineapple 'Smooth Cayenne', obtained from the stem sectioning. The application of brassinosteroid analogue promoted growth and higher nitrogen content in shoots of seedlings. The application of nitrogen fertilization promoted greater length in seedlings. Nitrogen fertilization did not influence the nutrient content in shoots of pineapple seedlings. The second experiment aimed to verify the effect of brassinosteroid concentrations and nitrogen fertilization on seedling production of pineapple 'Smooth Cayenne', from the sectioning of the stem, throughout development until 270 days after planting. The concentrations of nitrogen and brassinosteroid not present effect on breaking dormancy of buds. There was a positive effect of the brassinosteroid concentrations on the length of the pineapple seedlings, allowing the seedlings production with over 25 cm in length, from the seventh month after planting. Nitrogen fertilization provided seedlings over 25 cm, from the seventh month after planting. In the third experiment was evaluated the effect of the sections's immersion in brassinosteroid solutions and foliar spray, on breaking dormancy of

pineapple axillary buds, in the initial development and the sprouts nutrition. It was concluded that the brassinosteroid provided positive effects on the development of axillary buds, from the stem sections, being efficient in breaking dormancy of buds; increased the length, diameter, number of leaves, fresh matter and shoots dry matter of seedlings issued; provided no effect on the nutritional content, except for calcium where the brassinosteroid led to higher levels. In the fourth experiment, we evaluated the influence of substrates and rates of Osmocote® in the development and nutrition of seedlings of pineapple 'Victory' micropropagated, confirmed that the substrate that resulted in higher levels of N, P and K in plants was the composite of sugarcane bagasse and solid sugar cane residue. The Osmocote® provided an increase in the plant length, the number of leaves and dry matter of shoot. High doses of Osmocote® provided the pH reduction of substrates and nutrients accumulation, making it toxic to plants.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil foi, em 2007, o maior produtor mundial de abacaxi mesmo sendo, segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América, o sexto país em área plantada (Agrianual, 2010).

Esta fruteira é cultivada em quase todos os estados brasileiros, sendo a produção estimada em 3.333.751 t, em uma área estimada em 62.141 ha em 2008, com, aproximadamente, 50% desta área concentrada nos estados do Pará, da Paraíba e de Minas Gerais (Agrianual, 2010). O cultivo do abacaxizeiro no estado do Rio de Janeiro vem apresentando, nos últimos 10 anos, uma estabilidade na área plantada, com variações que vão de 3.133 a 2.314 ha e produção que vai de 107 mil a 234 mil t de frutos (Agrianual, 2010).

A abacaxicultura vem se tornando uma alternativa para pequenos e grandes agricultores, notadamente por ser uma fruteira com grandes possibilidades de ganhos financeiros. No entanto, existem diversos aspectos da produção que carecem de aperfeiçoamento e de pesquisa em nível nacional e regional.

A carência de conhecimento técnico-científico desta cultura, notadamente no que diz respeito à produção e à qualidade sanitária de mudas, tem sido a principal causa da elevação nos custos de produção, de baixa produtividade e da baixa qualidade dos frutos colhidos, que acarreta no aumento dos riscos de prejuízos para o produtor.

O sucesso econômico no cultivo de produtos agrícolas depende muito do uso de material de plantio de boa qualidade, que se constitui no insumo mais importante de qualquer cultura. A situação do material de plantio de abacaxizeiro no Brasil pode ser definida como de escassez de mudas de boa qualidade, que tenham vigor e sanidade adequada para garantir um bom desenvolvimento inicial das plantas e um risco mínimo de ocorrer doenças e pragas (Cunha e Reinhardt, 2004).

Os sistemas de produção de mudas de abacaxizeiro no Brasil têm se tornado um dos principais, senão o principal, fator limitante para o melhor desenvolvimento da abacaxicultura, já que é ausente a figura do viveirista, levando os produtores a adquirirem mudas em plantios comerciais ou até mesmo nos CEASAs, o que compromete a qualidade do material e eleva sobremaneira os riscos com esta atividade agrícola.

Resultados obtidos por Siebeneichler (2002), Siebeneichler et al. (2008), Coelho et al., (2007 e 2009), Ramos (2006), Catunda et al., (2008) e Bregonci et al. (2008), trabalhando com reguladores de crescimento, nutrientes minerais, substratos e técnicas tais como seccionamento de caule e micropropagação, demonstram as possibilidades dos avanços que podem ser obtidos e que devem ser aprimorados nos processos de produção de mudas e de adubação do abacaxizeiro.

A obtenção de mudas totalmente livres de pragas e doenças é possível por meio da cultura de tecidos vegetais, a qual permite a obtenção de milhares de mudas a partir de uma única gema, em curto espaço de tempo. Apesar do grande número de plantas que se obtém através da micropropagação, esta tecnologia apresenta dois grandes problemas para a maioria das espécies de plantas: baixo percentual de adaptabilidade das plântulas micropropagadas durante a etapa de aclimatização e o longo período que essas plantas permanecem nesta fase (González et al., 1997).

A fase de aclimação de plantas micropropagadas consiste em retirá-las da condição 'in vitro' e transferi-las para casa de vegetação, podendo tornar-se um fator limitante na cultura de tecido. Nesta fase as plantas, que se desenvolvem heterotroficamente sob condições de alta umidade, passam a condições autotróficas sob moderada ou baixa umidade. Pela grande diferença entre as duas condições ambientais é necessário que as plantas micropropagadas passem

por um período de aclimação antes de serem transferidas para condições de campo.

Estudos vêm demonstrando métodos de propagação adequados que proporcionam a obtenção de mudas saudáveis, de boa qualidade e em quantidade suficiente para formação de novas lavouras. A forma de produção de mudas a partir do seccionamento do talo pode ser usada para obtenção de mudas livres de pragas e doenças, em um curto espaço de tempo.

Os brassinosteróides são hormônios vegetais que promovem o alongamento celular, expansão celular, o gravitropismo, a resistência ao estresse, a diferenciação do xilema e o retardamento da abscisão das folhas (Fujioka e Saakurai, 1997). Estes podem ser utilizados como substâncias antiestressantes na fase de aclimação e podem favorecer a brotação e o desenvolvimento das mudas oriundas do seccionamento do caule.

Segundo Vasquez e Rodrigues (2000), os brassinosteróides podem acelerar o crescimento das plantas e os seus efeitos não podem ser considerados de forma isolada, já que estes compostos interagem com outros reguladores de crescimento vegetal endógenos e com sinais ambientais, particularmente com a qualidade de luz.

O análogo de brassinosteróide (BIOBRAS-16) pode ser usado para acelerar o crescimento do abacaxizeiro 'Imperial' e proporcionar a obtenção de mudas aclimatizadas em menor período de tempo. A aplicação de $0,1 \text{ mgL}^{-1}$ do brassinosteróide proporcionou acúmulo de massa seca de 1,8 vezes maior que o da testemunha (Catunda et al., 2008).

A nutrição e adubação são fatores de grande relevância no processo produtivo das mudas de abacaxizeiro. Segundo Coelho et al., (2007), o fornecimento adequado de nutrientes pode proporcionar não só a redução dos gastos com fertilizantes, mas também contribui para a uniformidade e a rapidez no crescimento das mudas, reduzindo, assim, o tempo de permanência destas no viveiro.

As recomendações de adubação para mudas provenientes da micropropagação e do seccionamento de caule são escassas, visto que a propagação do abacaxizeiro é feita tradicionalmente por mudas retiradas da planta-mãe e plantadas diretamente no campo.

O trabalho tem como objetivo verificar o efeito da adubação e do 2-alfa,3-alfa,6-oxo-5alfa-espirostanodiol um análogo do hormônio vegetal brassinosteróide no crescimento, desenvolvimento e nutrição de mudas provenientes do seccionamento do caule do abacaxizeiro e na aclimação de mudas micropropagadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Botânica

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* L., Merrill) é uma planta originária da América tropical e subtropical, provavelmente da região central e sul do Brasil, do noroeste da Argentina e do Paraguai. O Brasil é, provavelmente, o país de origem do abacaxizeiro (Johnson, 1935). Estudos de distribuição do gênero *Ananas* indicam que o seu centro de origem é a região da Amazônia compreendida entre 10° N e 10° S de latitude e entre 55° L e 75° W de longitude, por se encontrar nela maior número de espécies identificadas até o momento (Reinhardt, 1999).

Segundo Medina (1978), a expansão do abacaxizeiro pelo mundo foi seguida de perto à abertura de grandes vias marítimas pelos espanhóis e portugueses durante o século XVI. Eles utilizavam os frutos para consumo a bordo durante as viagens, e as coroas eram abandonadas nos vários portos de desembarque da África e da Ásia, onde serviam de material de multiplicação natural.

O abacaxi é uma fruta tropical apreciada mundialmente pelo seu aroma e sabor acentuados. Além de apresentar propriedades medicinais, tem alto valor nutritivo, sendo particularmente rico em sais minerais e vitaminas. O consumo pode ser feito *in natura* ou processado na forma de compota, geléia, sorvete, diferentes tipos de sobremesa e na indústria de confeitaria (Teixeira et al., 2001).

O abacaxizeiro é uma planta monocotiledônea, herbácea perene, da família Bromeliaceae, cujas espécies podem ser divididas em relação a seus hábitos, em dois grupos distintos: as epífitas, que crescem sobre outras plantas, e as terrestres, que crescem no solo com suas próprias raízes. Os abacaxizeiros pertencem ao segundo grupo, mais precisamente aos gêneros *Ananas* e *Pseudananas*, mesmo apresentando algumas características das epífitas, como por exemplo, a capacidade de armazenar água tanto no tecido especial de suas folhas como nas axilas destas (Reinhardt, 2000).

O abacaxizeiro é a mais conhecida espécie da família Bromeliaceae, que conta com cerca de 50 gêneros e 2900 espécies. Outras espécies de *Ananas* e *Pseudananas* apresentam importância para o melhoramento genético do abacaxizeiro. Entretanto, uma série de outras espécies tem importância como planta ornamental, notadamente as bromélias epífitas (Ferreira et al., 1992).

2.2. Cultivares de abacaxizeiro

No Brasil e em outros países da América do Sul, ocorrem populações silvestres de abacaxizeiro pertencentes a *Ananas comosus*, e a espécies afins. 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 et al., 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, sendo o mais plantado no mundo, tanto em termo de área quanto de faixa de latitude, sendo considerada atualmente, a rainha das cultivares de abacaxizeiro, porque possui muitos caracteres favoráveis. É uma planta de crescimento semi-ereto, folhas com até 1,0 m de comprimento e com apenas dois a três pares de espinhos na extremidade, pedúnculo curto (± 15 cm),

poucos filhotes, susceptível à fusariose e à murcha causada por cochonilhas. 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 (Cunha e Cabral, 1999).

Singapore Spanish' é a segunda cultivar em importância para a industrialização, sendo amplamente cultivada na Malásia, porque são adaptadas aos solos turfosos daqueles países e de outros países do sul da Ásia. A planta possui porte médio, folhas de cor verde-escura. Medindo de 35 a 70 cm. A espinescência é variável, havendo completamente sem espinhos e outras com poucos espinhos nas extremidades das folhas (Cunha et al., 1998).

As cultivares de abacaxizeiro mais plantadas atualmente no Brasil, são Pérola e Smooth Cayenne, ambas suscetíveis à fusariose, principal problema fitossanitário da cultura no país. Para minimizar esse problema, é necessário plantar mudas sadias e fazer pulverizações frequentes com fungicidas. No entanto, a utilização de cultivares resistentes é o método mais eficiente e econômico recomendado para o controle dessa doença.

A cultivar Pérola ou Pernambuco "Grupo Pernambuco", cultivada exclusivamente no Brasil, apresenta porte médio, crescimento ereto, folhas com \pm 65 cm de comprimento e com espinhos nos bordos, pedúnculo longo (\pm 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).

O abacaxizeiro Imperial é um híbrido resultante do cruzamento de 'Perolera' com 'Smooth Cayenne', lançado em 2003, pela EMBRAPA/CNPMF. Nas avaliações realizadas em distintas regiões produtoras do Brasil, esse híbrido destacou-se dos demais genótipos por ser resistente à fusariose, apresentando frutos de coloração amarela, teores de açúcar elevados e excelente sabor nas análises sensoriais. Outra vantagem do abacaxizeiro 'Imperial' é a ausência de espinhos nas folhas. As características sensoriais e físico-químicas são apropriadas tanto para o consumo "in natura", quanto para a industrialização. Como características consideradas desfavoráveis observadas na cultivar Imperial

podem ser citadas as seguintes: crescimento lento, pedúnculo de diâmetro delgado, fruto de tamanho pequeno a médio, perfil do frutinho (olho) proeminente, produção de três a cinco mudas tipo filhote presas à base do fruto, o que dificulta a colheita mediante método de quebra do fruto (Cabral e Matos, 2005).

A cultivar Imperial também evidenciou reação de resistência ao escurecimento interno, quando seus frutos foram colhidos e armazenados por duas semanas, em temperaturas de 10°C e 14°C, e avaliados após uma semana em condições de temperatura ambiente. A reação de resistência ao escurecimento interno expressa por essa cultivar pode ser decorrente de seu elevado teor de ácido ascórbico (Matos et al., 2004). Esta característica contribui para que o abacaxizeiro 'Imperial' seja uma cultivar mais adequada para a exportação e tenha boa aceitação no mercado internacional.

A Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical (Cruz das Almas - BA), Unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, lançou, em parceria com o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), a cultivar de abacaxizeiro 'Vitória', que apresenta características agrônômicas semelhantes ou superiores às cultivares Pérola e Smooth Cayenne, mais comuns no mercado brasileiro.

A principal característica do 'Vitória' é a resistência à fusariose, doença causada pelo fungo *Fusarium subglutinans* f.sp. ananas que é o principal problema fitossanitário da cultura no país, causando em média 30 a 40% de perdas na produção de frutos. Os frutos podem ser destinados ao mercado de consumo 'in natura' e para a agroindústria, devido às suas adequadas características sensoriais e físico-químicas. Possui polpa branca, boa suculência, reduzido tamanho do eixo central, elevado teor de açúcares (média de 15,8°Brix) e excelente sabor nas análises químicas e sensoriais. Outras características favoráveis são: a cor amarela da casca, o formato cilíndrico dos frutos e o peso em torno de 1,5 kg. A ausência de espinhos nas folhas é outra vantagem do "Vitória".

2.3. Propagação do abacaxizeiro

Os sistemas de produção de mudas de abacaxizeiro no Brasil têm se tornado um dos principais, senão o principal, fator limitante para o melhor

desenvolvimento da abacaxicultura, já que é ausente a figura do viveirista, levando os produtores a adquirirem mudas em plantios comerciais ou até mesmo nos CEASAs, o que compromete a qualidade do material e eleva sobremaneira os riscos com esta atividade agrícola.

O abacaxizeiro, planta herbácea de inflorescência terminal, com flores auto-estéreis, produz frutos múltiplos, tipo sorose, partenocarpicamente, podendo ocorrer formação de sementes pela polinização cruzada intervarietal, o que permite a reprodução sexuada (Py, 1969). Porém, o uso da semente na propagação do abacaxizeiro se restringe à pesquisa na área de melhoramento, objetivando o desenvolvimento de híbridos que possa solucionar sérios problemas enfrentados pelos produtores de abacaxi, como por exemplo, a fusariose no Brasil. Segundo Reinhardt e Souza (2000), os plantios tradicionais são feitos com mudas de vários tipos, tais como coroa (brotação do ápice do fruto), filhote (brotação do pedúnculo, que é a haste que sustenta o fruto), filhote-rebentão (brotação da região de inserção do pedúnculo no caule ou talo) e rebento (brotação do caule).

O abacaxizeiro é uma planta que apresenta taxa de propagação natural baixa; por esta razão, é imprescindível lançar-se mão de outros meios de propagação, quando se quer grandes quantidades de mudas de uma determinada cultivar, em curto prazo. Pesquisas realizadas têm desenvolvido métodos de propagação mais adequados que proporcionam a obtenção de mudas saudáveis, de boa qualidade e em quantidade suficiente para formação de novas lavouras. Segundo Py (1979), as técnicas de propagação rápida utilizadas são as seguintes: eliminação da inflorescência imediatamente após sua aparição na roseta foliar; eliminação da inflorescência logo após o início de sua formação, eliminação do meristema apical; multiplicação por fragmentos do caule; multiplicação por fragmentos de mudas; multiplicação *in vitro*:

Apesar da existência de vários métodos de propagação que proporcionam a aquisição de mudas de qualidade e em quantidade, o produtor ainda utiliza quase que exclusivamente mudas provenientes de lavouras comerciais (métodos tradicionais), em decorrência da falta de informação e da ausência de viveiristas.

A principal vantagem da micropropagação é a fixação de ganhos genéticos nas populações clonais e a obtenção de um grande número de plantas saudáveis e

de alta qualidade em pequeno espaço físico e em curto tempo, independentemente de fatores climáticos limitantes.

Os primeiros trabalhos com a micropropagação do abacaxizeiro foram realizados por Aghion e Beauchesne (1960). Desde então vários artigos foram publicados sobre o assunto, destacando-se o de Rangan (1984), que estabeleceu um dos primeiros protocolos para a micropropagação dessa espécie.

O processo de produção de mudas micropropagadas envolve várias etapas, começando com a coleta das mudas de plantas selecionadas no campo, passa pela extração das gemas axilares, cultivo e regeneração das plântulas, as quais são, em uma segunda etapa, inoculadas em meio de multiplicação. Após essa fase, os brotos são cultivados em meio próprio para alongamento/enraizamento. Finalmente, as plântulas são transferidas para casa de vegetação para aclimação, crescimento e desenvolvimento.

Para cada cem gemas inoculadas são obtidas, na melhor das hipóteses, o mesmo número de plântulas no final do processo. Entretanto, isso é raro acontecer, uma vez que ocorrem perdas por morte e contaminação. Normalmente, uma muda tipo filhote resulta em dez a quinze gemas isoladas e entre seis a dez plântulas estabelecidas. Portanto, a taxa de multiplicação nesse processo é de seis a dez por muda tipo filhote.

Essa taxa de multiplicação é muito baixa e não compensa os custos de manipulação via laboratório. Dessa forma, é necessário lançar mão de um processo adicional, no qual as plântulas existentes no estoque *in vitro* possam ser multiplicadas centenas ou mesmo milhares de vezes.

Guerra et al. (1999), estabeleceram um protocolo de micropropagação para o abacaxizeiro onde eles testaram: 24 combinações de tratamentos envolvendo dois genótipos de abacaxizeiro (Pérola e Primavera.), seis combinações dos fitorreguladores ácido naftalenoacético (ANA) e 6-benzilaminopurina (BAP), e os meios de cultura líquidos e geleificados, foi verificado que as gemas axilares em meio de cultura MS líquido suplementado com ANA (2,7 μM) e BAP (4,4 μM), com repicagens em intervalos de 35 dias e a aclimação das plântulas, com altura mínima de 3 cm, inicialmente em fitotron e após 10 dias em câmara de nebulização, constitui-se em um protocolo adequado para a produção de mudas. A taxa de regeneração *in vitro* de brotações axilares foi variável de acordo com o genótipo, sendo em média de 15,3 brotos/explante.

O cultivo de explantes em meio líquido possibilita a automação do processo de micropropagação e, conseqüentemente, a redução dos custos relativos à mão-de-obra. Várias pesquisas utilizando sistemas de automação, principalmente o uso de biorreatores, para a micropropagação em meio líquido, têm sido relatadas (Escalona et al., 1999; Ziv, 1999; Paek et al., 2001).

A taxa de multiplicação do abacaxizeiro varia, principalmente, em função da cultivar, bem como do tipo de meio de cultura utilizado. Segundo Teixeira et al. (2001), na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, foi desenvolvida uma metodologia de produção de mudas *in vitro* para oito genótipos, sendo quatro comerciais: Pérola, Perolera, Smooth Cayenne e Primavera. e quatro não comerciais (FRF-820, FRF-168, FRF-632 e Comum), clones procedentes do banco de germoplasma da Embrapa Mandioca e Fruticultura. A fase de indução de multibrotação das gemas foi feita em meio gelificado enquanto o alongamento/enraizamento foi conduzido em dois diferentes tipos de meio, apenas variando o grau de consistência, i.e, em meio líquido e em meio gelificado, para fins de comparação. A taxa de multiplicação média para os oito genótipos ao longo de cinco meses de cultivo em meio de multiplicação gelificado, seguido de dois meses em meio de alongamento/enraizamento gelificado foi de 482, i.e, foram produzidas 482 mudas a partir de cada plântula estabelecida *in vitro*. Quando a fase de alongamento/enraizamento foi conduzida em meio líquido, a taxa subiu para 1.676, um aumento de 248%.

Barboza et al. (2004), estudaram diferentes combinações de fitorreguladores na multiplicação *in vitro* do híbrido PExSC-52 e da cultivar Smooth Cayenne, e concluíram que a cultivar Smooth Cayenne e o híbrido PExSC-52 apresentam diferentes taxas de multiplicação como resposta a um mesmo protocolo, isto é, os efeitos dos tratamentos são genótipo dependentes, e brotos multiplicados em presença de BAP a 2 mg L^{-1} apresentam melhor desempenho na rizogênese *in vitro*, independente da presença ou ausência de reguladores de crescimento no meio de cultivo.

Kiss et al. (1995), estabeleceram um novo método para a micropropagação do abacaxizeiro, cultivares Cayenne Oriental e Española Roja, baseado no estiolamento *in vitro* de brotos desfolhados e incubados na ausência de luz. O estiolamento, segundo Hartman et al. (1990), é o desenvolvimento de brotos, ramos ou partes desses em ausência de luz, o que causa crescimento geralmente

alongado, produzindo tecidos de coloração amarela ou branca devido à ausência de clorofila. Também foram relatados como efeito do estiolamento o alongamento dos inter-nós e o aumento da suculência (Maynard e Bassuk, 1996). A grande vantagem da utilização do estiolamento na multiplicação *in vitro* é que este método pode apresentar maior alongamento entre os inter-nós, proporcionando aumento na obtenção de brotos por explante, além de diminuir as variações soma clonais.

Praxedes (2001), testou o efeito do ANA (ácido naftalenoacético) e do AIA (ácido 3 indolacético) no estiolamento *in vitro* do abacaxizeiro cv. Pérola. Foi verificado que o estiolamento pode ser obtido eficazmente sem a adição de ANA ou AIA. O ANA mostrou-se superior ao AIA na formação de raízes nos explantes. Quanto ao número de folhas, houve tendência de diminuição com o aumento da concentração de ANA ou AIA.

Após as fases de multiplicação e estabelecimento *in vitro*, as mudas são levadas para as casas de vegetação ou viveiros, a fim de aclimatizarem, ou seja, adaptar sua fisiologia heterotrófica para uma fisiologia autotrófica. Nessa fase, as mudas são fortemente influenciadas pelas condições ambientais como luminosidade e temperatura, assim como aos tratamentos culturais como adubações e irrigações.

O sucesso da técnica de propagação *in vitro* requer que as plantas desenvolvidas heterotroficamente e sob condições de alta umidade (90-100%), posteriormente se adaptem, tornando-se autotróficas passando a crescer sob condições de moderada ou baixa umidade (Zimmerman, 1988). Tradicionalmente, a aclimação "ex vitro" das plantas micropropagadas é realizada segundo a concepção na qual, progressivamente, promove-se o incremento na irradiância mantendo-se, inicialmente, alta umidade relativa do ambiente logo após o transplante, com gradativa redução da mesma, até que a fase de endurecimento se complete (Campostrini e Otoni, 1996).

As mudas de abacaxizeiro provenientes do cultivo *in vitro* são pequenas (menos de 5 cm) quando transplantadas, necessitando aumentar o seu tamanho para serem utilizadas. Além disso, as raízes formadas *in vitro* não são funcionais quando transplantadas, por isso novas raízes precisam se desenvolver e se tornar aptas para absorver água do solo. A fase de aclimação é necessária para que

a planta se adapte à nova condição de ambiente e se desenvolva antes de ser levada a campo (Moreira, 2001).

Durante as primeiras duas semanas depois do transplante, é necessário controlar adequadamente os fatores ambientais e praticamente simular, neste período, as condições do ambiente *in vitro*, até que as plantas se adaptem às novas condições. Para evitar o excesso de transpiração das plântulas, até que elas consigam um adequado desenvolvimento dos estômatos e da cutícula, é necessário manter uma alta umidade relativa. O método mais utilizado é a nebulização, todavia, este método de incremento de umidade beneficia o desenvolvimento de algumas algas e, sobretudo, de microrganismos, principalmente os fungos que afetam a sanidade das plantas. O outro método utilizado se baseia na colocação de cobertores de polietileno e outros materiais sobre as plantas e retirá-los após alguns dias (Ziv, 1995).

A perda de água é maior em mudas produzidas *in vitro* do que em mudas já aclimatizadas devido à pequena camada epicuticular e ao lento mecanismo de fechamento e abertura de estômatos. A quantidade de cera epicuticular encontrada em plantas sob condições *in vitro* chega a ser 25% do total encontrado em plantas crescidas em casa de vegetação, embora a presença de cera epicuticular não seja um indicativo suficiente da sobrevivência das plantas na aclimatização (Sutter et al., 1988).

A luz é o mais importante de todos os fatores que influem nesta fase e o mais difícil de controlar. Sua grande importância é dada pelo papel que desempenha na fotossíntese, através da qual as plantas realizam todos os processos de síntese e produção de energia, necessários para o crescimento e desenvolvimento (Peñalver et al., 1998).

Várias pesquisas vêm sendo realizadas no intuito de reduzir esta fase, visto que em geral as mudas permanecem de 6 a 9 meses na casa de vegetação até atingir o tamanho ideal para ser levadas para o campo, isso proporcionará a redução do custo de produção e conseqüentemente viabilizará o sistema de produção em larga escala.

A escolha de um substrato adequado reduz a mortalidade de plantas durante a aclimatização. Em mudas micropropagadas de abacaxizeiro, as misturas de solo/xaxim/turfa e solo/xaxim/areia/húmus proporcionaram maior

crescimento das plantas, sem afetar o índice de sobrevivência (Fauth et al., 1994).

Moreira et al. (2006) constataram que a presença de matéria orgânica favorece o crescimento da parte aérea e das raízes de plantas de abacaxizeiro cv. Pérola.

Silva et al. (1998), verificaram a ação de Agromix[®], húmus e Kelpak[®] na aclimação de mudas micropropagadas de abacaxizeiro, sendo concluído que o uso de húmus associado ao substrato Agromix[®] promove melhor crescimento da parte aérea de plantas de abacaxizeiro do que somente Agromix[®]. O aumento das concentrações de Kelpak[®], em presença de Agromix[®] + Húmus, promove correspondente crescimento da parte aérea de plantas de abacaxizeiro. O aumento das concentrações de Kelpak[®] até 1,0 mL L⁻¹, em presença de Agromix[®], promoveu aumento da parte aérea, reduzindo em concentrações mais elevadas. O aumento das concentrações de Kelpak[®] promoveu aumento no peso do sistema radicular, na presença de Agromix[®]. Com o uso de Agromix[®] + Húmus este aumento é verificado até 1,0 mL L⁻¹ de Kelpak[®].

Segundo Souza Junior et al. (2001), os substratos areia/xaxim/húmus e Plantmax[®] proporcionam maior crescimento e desenvolvimento de plântulas de abacaxizeiro 'Perola', produzidas *in vitro*, na fase de aclimação. As combinações areia/xaxim/húmus com tubete pequeno ou saco plástico e Plantmax[®] com tubete pequeno proporcionam melhores respostas ao crescimento de plântulas de abacaxizeiro em condições *ex vitro*.

A adubação das plântulas na fase de aclimação é um fator que vem sendo bastante estudado. Vários autores vêm relatando a importância da adubação nitrogenada no desenvolvimento vegetativo, visto que com doses consideradas adequadas desse elemento, pode-se obter mais rapidamente mudas com tamanho, peso, número de folhas e área foliar adequadas para o cultivo (Coelho et al., 2007).

Bregonci et al. (2008), avaliaram o efeito da adubação foliar com macro e micronutrientes no crescimento das mudas micropropagadas do abacaxizeiro cv. Gold, em diferentes recipientes. As adubações foliares foram feitas com uréia, cloreto de potássio, ácido bórico, um formulado comercial com macro e micronutrientes e testemunha (pulverização com água) e os recipientes foram: bandeja de isopor com 200 células; tubete pequeno de 115 cm³; e tubete grande

com 300 cm³. Os autores verificaram que todos os adubos foliares, em todos os recipientes utilizados, proporcionaram maior crescimento em área foliar, altura da parte aérea às mudas do abacaxizeiro. O recipiente bandeja de isopor apresentou as menores médias de área foliar, altura e massa seca da parte aérea das mudas, em todos os níveis de adubo foliar utilizados.

Moreira (2001), estudando época e níveis de aplicação de adubos (NPK) em plântulas micropropagadas de abacaxizeiro, observou que a melhor época de aplicação foi no início da aclimatização quando comparado aos 45 dias depois de iniciada aclimatização, onde as plântulas apresentaram maior desenvolvimento vegetativo. Esse autor observou que a aplicação de 300 mg de N, 200 mg de P e 200 mg de K por kg de solo, foi o melhor nível estudado (comparado com aplicações de 0; 25 e 50% desses valores).

Mesmo com todas essas pesquisas a produção comercial de mudas de laboratório das variedades mais comuns de abacaxizeiros plantadas no Brasil, como Smooth Cayenne, Pérola e Jupy, tem sido inviabilizada, pelo alto custo de produção. Embora a taxa de multiplicação possa estar próxima a 10.000 por muda convencional, o custo final da muda é muito superior ao da muda convencional, cerca de 4 a 5 vezes. Na composição desse custo, estima-se que a maior parte, entre 60% a 70%, seja devido ao gasto com mão-de-obra. Desta forma, para viabilizar este tipo de muda, protocolos mais eficientes no uso de mão-de-obra precisam ser desenvolvidos.

Embora as mudas de abacaxizeiro obtidas via cultura de tecidos ainda tenham preços elevados, principal fator que tem limitado a sua utilização em lavouras comerciais, esse tipo de muda pode ser recomendado com os seguintes objetivos:

1. Na introdução da cultura em novas regiões de plantio, onde ainda não existem problemas fitossanitários;
2. Na introdução/substituição de novas cultivares, quando não se dispõe de mudas convencionais dessas cultivares para iniciar grandes plantios;
3. Na multiplicação rápida de genótipos selecionados pelos programas de melhoramento genético, antes do lançamento de novas cultivares;
4. Na produção de material básico para atender a programas de produção de mudas certificadas de abacaxizeiro;

5. No intercâmbio de germoplasma para se evitar a introdução de pragas e doenças exógenas.

A propagação pelo seccionamento do talo é um método simples, que permite a formação de mudas por meio de desenvolvimento de gemas axilares de pedaços (secções) do talo da planta-mãe ou de mudas tipo coroa e rebentão, que passam do estado dormente para outro fisiologicamente ativo pela eliminação da ação hormonal dominante do meristema apical. Este processo pode ser usado, não só para obtenção de mudas livres de pragas e doenças, mas também para produção de mudas de boa qualidade em um curto espaço de tempo (Cunha e Reinhardt, 1994). Braga e Sá (2001) registraram, aos dez meses após o plantio, peso médio de 156 g para as mudas de abacaxizeiro originárias de secções com 10 cm de comprimento.

O estágio de desenvolvimento do caule, em função de suas reservas influi na capacidade reprodutiva das secções. Assim, observa-se uma queda na produção de plântulas quando o caule é colhido entre o estágio de floração e pós-colheita do fruto (Gattoni, 1961).

O processo de produção de mudas de abacaxizeiro através de seccionamento do caule segue as seguintes etapas, de acordo com Reinhardt e Cunha (1999):

- 1) Seleção de plantas matrizes – antes da colheita do abacaxi deve-se fazer uma inspeção do abacaxizal, marcando-se as plantas com características desejáveis e inerentes a cada cultivar.
- 2) Obtenção e preparo dos talos – as plantas matrizes são arrancadas, cortando-se em seguida, com um facão bem amolado a parte inferior do talo, em que se encontra o sistema radicular, bem como o pedúnculo e as folhas. A manutenção da bainha das folhas, porém, é benéfica à brotação das gemas axilares, por dar proteção contra a insolação excessiva.
- 3) Seccionamento do caule – é a etapa mais importante no processo, os talos são divididos em pedaços ou discos, que pode ser feito com uma guilhotina manual, serra circular elétrica ou motorizada ou com um facão. Inicialmente, com cortes transversais, elimina-se a parte basal, em seguida, divide-se o talo (parte útil) em pedaços com cerca de 10 cm de comprimento, depois essas secções transversas são cortadas

longitudinalmente em duas ou quatro partes. Quando o caule é cortado em discos, estes devem ter espessura de 2 a 3 cm. O tamanho dos pedaços pode variar de acordo com o grau de sofisticação da técnica.

Reinhardt e Cunha (1981) observaram aumentos consideráveis do número e peso de plântulas na fase de sementeira e do peso das plântulas no momento do transplante, à medida que se elevou o tamanho da secção de 5 cm para 10 cm e de 10 cm para 15 cm. Entretanto, o comprimento da secção longitudinal não afetou significativamente a emissão inicial de broto.

Braga e Sá (2001), estudando o efeito do comprimento das secções, inteiras ou seccionadas longitudinalmente em 2 e 4 partes iguais, verificaram que as secções inteiras com 5 cm de comprimento determinaram maior peso médio das mudas (233,7 g) e o maior rendimento médio de 3,2 mudas por talo.

O emprego de secções muito grandes na produção de mudas do abacaxizeiro reduz o número de secções obtidas por planta. Por outro lado, secções pequenas apresentam taxas de brotações mais baixas e um crescimento mais lento destas brotações, prolongando o tempo necessário para as plântulas alcançarem o tamanho adequado (25 a 40 cm) para o plantio no local definitivo (Reinhardt e Cunha, 1999).

- 4) Tratamento pré-plantio das secções – em face da gravidade da fusariose e da podridão negra, assim como ataques de cochonilhas e ácaros, as secções devem ser com soluções de fungicidas e inseticidas.
- 5) Plantio – os pedaços do caule, após o umedecimento do canteiro, podem ser plantados em posição vertical, inclinada ou horizontal com as gemas voltadas para cima e de modo que as secções sejam levemente enterradas. Os espaçamentos mais empregados nos plantios vertical e inclinado são 0,10 x 0,10 m e 0,10 x 0,15 m, obedecendo a densidade de 100 e 66 secções m⁻².

A produção de mudas sadias a partir de secções do caule da planta pode representar uma expressiva fonte adicional de renda para o abacaxicultor, sobretudo para aquele que tenha disponibilidade de talos vigorosos e água em quantidade e de boa qualidade. Um hectare de viveiro tem capacidade de acondicionar cerca de 500 a 550 mil secções plantadas em espaçamento de

10x10 cm, podendo gerar de 400 a 450 mil mudas para comercialização, em um período de seis a dez meses após o plantio das seções.

2.4. Exigências nutricionais do abacaxizeiro

O nitrogênio é o elemento geralmente exigido em maior quantidade pelos vegetais, sendo importante na constituição de muitos componentes da célula vegetal, incluindo aminoácidos, ácidos nucléicos, enzimas e clorofila (Marschner, 1995; Taiz, 2004).

Na natureza, encontra-se na forma de N_2 (nitrogênio molecular – cerca de 78% por volume), não estando diretamente disponível aos organismos vivos. Para que a planta possa assimilar o nitrogênio atmosférico é necessária a quebra de uma ligação tripla co-valente entre os dois átomos de nitrogênio para produzir amônia (NH_3) ou nitrato (NO_3^-), tal reação é conhecida como fixação do nitrogênio (Taiz, 2004). Esta reação pode ser obtida por processos industriais (indústria química) e naturais (chuvas e processo biológico) e são considerados de entrada do nitrogênio no sistema solo-planta. Por outro lado, no manejo da adubação e tratos culturais, a preocupação deve ser no sentido de evitar as perdas por volatilização e lixiviação, que constituem as vias de saída do nitrogênio no sistema solo-planta.

No solo o nitrogênio encontra-se em formas orgânicas que não são disponíveis para as plantas. Para isso torna-se necessário a decomposição da matéria orgânica, liberando o N em formas inorgânicas, principalmente amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-) que são absorvidos pelas plantas e, portanto, de maior interesse para a nutrição de plantas. Este processo é chamado de mineralização.

A forma nítrica (NO_3^-), a preferencial na absorção pela planta, é reduzida em amônio (NH_4^+) em nível celular. Este processo envolve duas enzimas: a nitrato redutase que reduz o nitrato em nitrito no citosol, e a nitrito redutase que converte o nitrito em amônio nos plastídios da raiz ou nos cloroplastos, para posterior assimilação em compostos orgânicos (Taiz, 2004).

Na planta, o nitrogênio participa de todos os processos vitais, constituintes de várias moléculas. No abacaxizeiro ele é considerado o elemento de maior importância no crescimento vegetativo (Aquino et al., 1986). O N também influencia o peso do fruto, acidez do suco, teor de açúcares e ácido ascórbico.

Py et al., (1984) descrevem como sintomas de deficiências de nitrogênio

em abacaxizeiro a folhagem amarelo-esverdeada a amarela, folhas pequenas, estreitas e pouco numerosas, planta fraca e de crescimento lento, fruto pequeno muito colorido e com coroa pequena, ausência de mudas. Os mesmos autores relatam que o excesso de nitrogênio reduz a consistência e aumenta a translucidez da polpa, podendo elevar o risco do aparecimento da anomalia conhecida como *jaune* (amadurecimento da polpa, enquanto a casca do fruto permanece verde).

2.5. Brassinosteróide

De forma semelhante aos esteróides em animais, a estrutura dos BRs consiste de um esqueleto de colesterol com várias substituições de hidroxila e grupos funcionais ligados. A intensidade das respostas eliciadas por um dado composto depende das alterações presentes nestes grupos funcionais (Brosa, 1999; Back e Pharis 2003).

O papel exato desses produtos em nível celular permaneceu sem resposta por muito tempo e só durante os últimos anos que algumas respostas foram fornecidas. No que diz respeito à atividade fisiológica dos brassinosteróides, é muito variada, e várias opiniões recentes fornecem uma atualização sobre todas estas propriedades, sabe-se que o alongamento e a divisão celular são ampliados na presença dessas substâncias.

Os brassinosteróides estimulam certas enzimas que desempenham papel importante no fenômeno de crescimento: como a ativação da bomba de prótons, a síntese protéica e de ácidos nucléicos, etc. Também induz uma mudança na composição de alguns aminoácidos em proteínas. Em nível das membranas celulares, provocam mudanças na composição de ácidos graxos ocasionando mudança nas suas propriedades (plasticidade). Além disso, aumenta a capacidade de síntese de composto polissacarídeo que facilita o fenômeno de transporte de moléculas (translocação). Finalmente, elas desempenham um papel dominante em relação a outros fitormônios, na medida em que regulamentam a sua atividade, ou a sua produção. Sua atividade é sinérgica com o de auxinas e giberelina, parece induzir a síntese de etileno, bem como o cis-épijasmonico (Tanaka et al., 2003). Todos estes eventos são os principais condutores do efeito positivo do brassinosteróide observado no nível macroscópico do crescimento.

Embora BRs compartilhem similaridades com hormônios esteróides animais, em termos de estrutura e requerimento para o desenvolvimento normal, existem diferenças na função e no modo de ação. No modelo clássico em animais, esteróides lipofílicos difundem-se através da membrana plasmática e se ligam com receptores específicos localizados no citosol ou no núcleo. Esta ligação induz a uma mudança conformacional em que o complexo ligante/receptor segue para ligar-se ao DNA e modificar a expressão genética diretamente em um período de horas ou até mesmo dias (Lüsel e Wehling, 2003). Segundo Haubrick e Assmann (2006), o genoma de *Arabidopsis* não contém seqüências diretamente homólogas para receptores de esteróides nucleares animais e desta forma, a percepção dos BRs poderia ocorrer na membrana plasmática e ter os seus efeitos mediados pela transdução de sinais em cadeia.

No caso das espécies vegetais, presume-se que ocorra esta ação no genoma, porém este cenário ainda não está totalmente comprovado. Uma série de proteínas com a capacidade de ligar-se com fitormônios foram identificadas. Em *Arabidopsis thaliana* (L.) Heyhn foi identificada uma proteína rica em leucina considerada como receptor de brassinosteróide, localizada na membrana plasmática e tem como função a transdução de sinal na superfície celular (Haubrick e Assmann, 2006).

A forma de transporte dos brassinosteróides na planta também não está elucidada. Os primeiros trabalhos indicam, de forma indireta, que podem ser transportados das raízes para a parte aérea da planta via xilema, podendo desta forma estar envolvidos na sinalização molecular para induzir a síntese da ACC sintase, estimulando a síntese do fitormônio etileno (Arteca, 1995). Quando aplicado em raízes de alface e tomateiro o brassinolídeo afeta o crescimento do hipocótilo e pecíolos e na base do hipocótilo de feijão causa alongamento do epicótilo (Gregory e Mandava, 1982), demonstrando claramente a mobilidade dos brassinosteróides no sistema vegetal.

Resultados recentes sugerem que os brassinosteróides são substâncias pouco solúveis em água, sendo substâncias pouco móveis nas plantas. Para que possam se movimentar nas plantas, os Brs parecem se associar a uma proteína chamada de Bet v 1. O complexo BRs+Bet v 1 é mais solúvel em água e permite maior movimentação deste hormônio esteróide na planta (Campos, 2009).

Em vários sistemas os BR interagem fortemente de forma sinérgica com as auxinas. Por outro lado, as respostas dos BR e das giberelinas parecem ser ambas independentes e aditivas, desta forma os BR podem funcionar de forma similar às auxinas em um momento e similar às giberelinas ou citocininas em outro.

Yopp et al. (1981) provaram a similaridade da atividade biológica do brassinolídeo, um tipo de brassinosteróide natural, em comparação com as auxinas em diversos bioensaios, os brassinosteróides proporcionaram respostas similares às da auxina, por exemplo: bioensaios com hipocótilo de feijão, alongamento do mesocótilo de milho e de segmentos de epicótilo de feijão Azuki e ganho de massa fresca em tecido envelhecido de *Helianthus tuberosus*. T, no entanto, os autores não verificaram similaridade de resposta em experimentos clássicos para a auxina: como a inibição do crescimento de gemas laterais em ervilhas decapitadas.

Segundo Morillon et al. (2001), os BR podem controlar a atividade das aquaporinas presentes na membrana plasmática, proporcionam o aumento da permeabilidade à água e o afrouxamento da parede celular, resultando na expansão celular sem a perda da integridade da plasmalema. Catalá et al. (1997), verificaram que os brassinosteróides são capazes de promover aumento na transcrição de RNAm, que codificam enzimas do tipo xiloglicano endotrasglicosilases, sendo que estas atuam no enfraquecimento da união dos xiloglicanos existentes com as microfibrilas de celulose.

Além da significativa atividade promotora do crescimento, os brassinosteróides também influenciam em vários outros processos de desenvolvimento como germinação e vigor de sementes, florescimento e superação da dormência de gemas e sementes, senescência, abscisão e maturação, indução da síntese de etileno (Yi et al., 1999) e na proteção das plantas contra salinidade, altas temperaturas, seca e frio (Mazorras et al., 2002). Entretanto, os mecanismos pelos quais os BRs modulam as respostas a estes estresses não estão totalmente compreendidos.

Sementes de milho (*Zea mays* L.) tratadas com 28-homobrassinolídeo, submetidas a estresse salino apresentaram incremento na atividade das enzimas antioxidantes, diminuição da peroxidação lipídica e aumento da concentração protéica, quando comparadas com sementes não tratadas, sugerindo que 28-

homobrassinolídeo pode aliviar o estresse oxidativo de plantas de milho submetidas a estresse salino (Arora et al., 2008).

Sharma et al. (2007), verificaram os efeitos do 28-homobrassinolídeo sobre o crescimento, absorção de zinco e atividades de enzimas antioxidativas em plântulas de *Brassica juncea* L., sementes tratadas com o 28-homobrassinolídeo proporcionaram redução na absorção do metal (Zn) e fizeram aumentar as atividades das enzimas antioxidativas e a concentração de proteínas nas plântulas.

Segundo Gonzáles-Olmedo et al. (2005), as mudas micropropagadas de banana FHIA-18 tratadas com um análogo de brassinosteróide, apresentaram efeitos significativamente reduzidos quando foram submetidas a estresse térmico durante a fase de aclimação.

Com o isolamento do brassinolídeo e a síntese de uma série de análogos, os brassinosteróides, se mostram úteis no aumento da produção agrícola (Tabela 1).

Tabela 1. Efeito dos brassinosteróides no rendimento de culturas de importância econômica

Cultura	Ganho (produtividade)	Hormônio	Fonte
Alface	Aumento de 25% na massa fresca	Brassinolídeo	Meudt et al., 1983
Arroz	Aumento de 31,5% na massa seca dos grãos	Brassinolídeo	Lim, 1987
Arroz	Aumentou a velocidade de crescimento da planta, o tamanho da raiz, a massa seca da haste e da raiz	Brassinolídeo	Kim e Sa, 1989
Arroz	Aumento de 21-22% na massa de plantas	Lactona intermediária na síntese de homobrassinolídeo	Kamuro et al., 1990
Batata	Facilita o desenvolvimento dos tubérculos, inibe sua germinação durante o armazenamento	Brassinolídeo	Kazakova et al., 1991
Café	Não teve efeito significativo sobre a produção, o estabelecimento de frutos ou seu tamanho	24-epibrassinolídeo ou 24-epicastasterona	Mazzafera e Zullo, 1990
Cebola	Aumento de 11-18% na massa de bulbos frescos	Lactona intermediária na síntese de homobrassinolídeo	Kamuro et al., 1990

Cevada	Aumento da atividade de α -amilase no endosperma, a massa de grãos por espiguetas, a massa de 1000 grãos e a produção, além de aumentarem o diâmetro do caule e sua rigidez	homobrassinolídeo e 24-epibrassinolídeo	Prusakova et al., 1995
Colza	Acréscimos de 3-30% no tamanho e de 8-28% na massa fresca da planta	homobrassinolídeo e o seu 2,23-bisepímero	Mori et al., 1986
Feijoeiro	Aumento de 45 e 51% na massa seca de grãos por planta	Brassinolídeo	Meudt et al., 1983
Feijão azuki	Provocaram um aumento de 5-24% no tamanho e de 23-59% no peso fresco da planta	homobrassinolídeo e o seu 2,23-bisepímero	Mori et al., 1986
Laranja	Aumentou o pegamento de frutos, diminuiu a queda fisiológica, ocasionando um aumento do número de frutos por planta, acompanhado de aumento do peso dos frutos e da razão SST/acidez.	Brassinolídeo	Kuraishi et al., 1991
Maracujá	Aumento de 65% no rendimento por planta	Análogo brassinosteróide (BB-16)	Gomes et al., 2006
Milho	Aumentou em 7% no peso fresco de espigas, e entre 11% e 14% no peso seco de grãos	Brassinosteróides	Lim e Han, 1988
Milho	Aumentos de 14-15% no tamanho e de 21-26% na massa de plantas, enquanto sob choque térmico de baixa temperatura a massa de plantas aumentou de 23-36%	Fenilbrassinosteróides	Hayashi et al., 1989
Raiz forte	Aumentos de 13-22% na massa fresca da raiz	Lactona intermediária na síntese de homobrassinolídeo	Kamuro et al., 1990
Tomate	Aumentou em 43-111% na frutificação	22,23,24-trisepi-homobrassinolídeo	Mori et al., 1986
Tomate	Acréscimo entre 118-129% na frutificação	homobrassinolídeo	Mori et al., 1986
Trigo	Aumento de 11-22% na massa de grãos	Lactona intermediária na síntese de homobrassinolídeo	Kamuro et al., 1990
Trigo	Acréscimos de 25-33% no peso da panícula, de 4-37% no peso da semente e diminuiu em 25-62% o tamanho da parte estéril da espiguetas	24-epibrassinolídeo ou de 22,23,24-trisepibrassinolídeo	Takematsu et al., 1988

Catunda et al. (2008), avaliaram o efeito da aplicação de diferentes concentrações de um análogo de brassinosteróide - BIOBRAS-16 (0; 0,1; 0,3; 0,5 e 1 mg L⁻¹) e do uso de dois substratos sobre a aclimatização de mudas micropropagadas do abacaxizeiro 'Imperial', no período de aclimatização. O análogo de brassinosteróide BIOBRAS-16 e o substrato produzido pela compostagem entre uma mistura de bagaço de cana + torta de filtro (3:2, v:v) promoveram maior crescimento da parte aérea das mudas. A menor concentração efetiva do BIOBRAS-16, relacionada ao maior crescimento, foi de 0,5 e 0,1 mg L⁻¹ para as plantas cultivadas nos substratos Plantmax[®] e BT (bagaço de cana + torta de filtro), respectivamente.

Altoé et al. (2008) verificaram o efeito da aplicação de diferentes concentrações de BIOBRAS-16 (0,0; 0,1; 0,5; 0,75 e 1,00 mg L⁻¹) sobre o crescimento vegetativo e o estado nutricional da tangerineira 'Cleópatra' na fase da semeadura à repicagem, observaram que a partir dos 130 dias após a semeadura, as concentrações de 0,1, 0,5 e 1,00 mg L⁻¹ diferiram da testemunha, por outro lado, a concentração de 0,75 mg L⁻¹ não diferiu da testemunha. Concluíram que houve efeito benéfico das concentrações 0,1, 0,5 e 1,00 mg L⁻¹ do BB-16 sobre o diâmetro do caule das plantas.

Outra forma de atuação dos brassinosteróides na produção de mudas seria através do desenvolvimento de gemas dormentes, visto que, estas substâncias estimulam o alongamento e a divisão celular.

Não existem relatos na literatura da utilização de brassinosteróides na produção de mudas de abacaxizeiro provenientes de seccionamento do caule. Este processo de produção de muda pode ser usado, não só para obtenção de mudas livres de pragas e doenças, mas também para produção de mudas de boa qualidade em um curto espaço de tempo (Cunha e Reinhardt, 1994). Desta forma, torna-se necessário a realização de pesquisas para verificar se os brassinosteróides possuem influência na brotação e desenvolvimento dos brotos de abacaxizeiro.

3. TRABALHOS

3.1. Brassinosteróide e adubação nitrogenada na produção de mudas de abacaxizeiro provenientes do seccionamento de caule.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da adubação nitrogenada e de um análogo de brassinosteróide no desenvolvimento e na nutrição de mudas provenientes do seccionamento do caule do abacaxizeiro "Smooth Cayenne". O experimento foi conduzido em um DBC, em esquema fatorial 3x4, onde foram avaliados três doses de N (5, 10 e 15 g L⁻¹), utilizando uréia como fonte, e quatro doses de um análogo de brassinosteróide (0; 0,5; 0,75 e 1,0 mg L⁻¹) com quatro blocos. Cada parcela foi composta por 20 secções de caule. Aos 270 dias após o plantio das secções, as mudas foram colhidas e avaliadas em relação à massa fresca, ao comprimento, diâmetro, número de folhas por muda e à área foliar das mudas. Em seguida, foram colocadas para secar em estufa a 70°C, para a obtenção da massa seca e análise nutricional do tecido foliar onde se avaliou os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn e Mn. O análogo de brassinosteróide promoveu incremento em todas as características de crescimento vegetativo da parte aérea das mudas de abacaxizeiro avaliadas, além de proporcionar maior

teor de nitrogênio na parte aérea das mudas. A adubação nitrogenada promoveu maior comprimento das mudas de abacaxizeiro. A adubação nitrogenada não influenciou o teor nutricional das mudas.

Termos para indexação: Ananás, reguladores de crescimento, adubação

ABSTRACT

Brassinosteroids and nitrogen fertilization on the production of seedlings of pineapple from the sectioning of the stem

The objective of this study was to evaluate the effect of nitrogen seedlings and an analogue of brassinosteroids in the development and nutrition of seedlings obtained by stem sectioning of pineapple "Smooth cayenne". The experiment was conducted in randomized completely block design, factorial 3x4, to evaluate three concentrations of N (5.0; 10.0 and 15.0 gL⁻¹) using urea as the source and four concentrations of an brassinosteroids analogue (0.0; 0.5; 0.75 and 1.0 mgL⁻¹) with four blocks, a total of 48 plots, each plot consisted of 20 sections. Nine months (270 days) after planting the sections, the seedlings were harvested and the characteristics as fresh matter, length, diameter, number of leaves and leaf area were evaluated. Then the seedlings were put to dry on at 70 °C to obtain dry weight and nutrient analysis of leaf tissue which evaluated the levels of N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn and Mn. The analogue brassinosteroid caused increased in length (13.06 %), leaf area (31.77 %), diameter (9.52 %) and dry matter (21.21 %) of the aerial part compared to control. The concentration of 0.75 gL⁻¹ was the most efficient for all characteristics evaluated, moreover, increased the content nitrogen in the aerial part of the seedlings. The concentration of nitrogen fertilization which was most efficient was at 15 gL⁻¹ causing greater length of seedlings. The nitrogen fertilization did not influence the nutritional content of seedlings.

Key-words: Ananas, growth regulators, fertilization

INTRODUÇÃO

A área ocupada pela abacaxicultura brasileira tem se mantido estável nos últimos anos, com área colhida em torno de 62 mil ha (Agrianual, 2010). Esta estagnação na área de cultivo está muito correlacionada aos problemas fitossanitários enfrentados pelos agricultores e ao manejo da propagação das plantas, sendo as mudas um dos principais veículos de disseminação de pragas e doenças no Brasil.

A situação do material de plantio do abacaxizeiro no Brasil pode ser definida como de escassez de mudas de boa qualidade, que tenham vigor e sanidade adequada para garantir um bom desenvolvimento inicial das plantas e um risco mínimo de ocorrência de doenças e pragas. A escassez da oferta de mudas com qualidade e em quantidade pode ser atribuída à baixa eficiência dos métodos, ao tempo relativamente longo para a obtenção das mudas em relação ao ciclo da cultura e ao alto custo de produção (Cunha e Reinhardt, 2004).

As lavouras comerciais de abacaxi são formadas por mudas oriundas da propagação vegetativa. Este tipo de propagação torna-se um fator limitante para o melhor desenvolvimento da abacaxicultura no Brasil, já que é ausente a figura do viveirista, levando os produtores a adquirirem mudas em plantios comerciais ou até mesmo nos CEASAs, o que compromete a qualidade do material (Ruggiero et al., 1994).

Estudos vêm demonstrando métodos de propagação adequados que proporcionam a obtenção de mudas sadias, de boa qualidade e em quantidade suficiente para formação de novas lavouras. A propagação pelo seccionamento do talo é um método simples, que permite a formação de mudas através do desenvolvimento de gemas axilares de pedaços (secções) do talo da planta-mãe, as gemas passam do estado dormente para outro fisiologicamente ativo pela eliminação da ação hormonal dominante do meristema apical.

Heenkenda (1993) afirmou que a multiplicação rápida empregando secções de caule, em Sri Lanka, inviabilizou-se devido ao longo tempo requerido para a formação das mudas e da elevada perda verificada no viveiro. Para melhorar a eficiência da produção de mudas através do seccionamento, torna-se necessário o aprimoramento e a incorporação de novas técnicas no processo produtivo.

De acordo com Bleasdale (1997) e Davies (1995), os hormônios vegetais têm um importante papel no controle do crescimento, diferenciação e desenvolvimento das plantas. A utilização de reguladores vegetais pode ser uma alternativa para melhorar a eficiência da produção de mudas de abacaxizeiro pelo seccionamento de caule.

Apesar dos hormônios vegetais ocorrerem de forma natural, seus conteúdos nos tecidos vegetais são bem reduzidos, dificultando seu estudo e suas aplicações exógenas 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 reguladores de crescimento. O emprego de reguladores de crescimento, como técnica agrônômica, para se otimizar as produções agrícolas tem crescido muito nos últimos anos.

Os brassinosteróides (BRs) são lactonas polihidroxi-esteroidais que ocorrem naturalmente em plantas. Essas substâncias são necessárias para o crescimento normal das plantas e a deficiência na biossíntese ou na percepção destes hormônios implica em plantas anãs, tipicamente verde-escuras apresentando epinastia nas folhas com reduzida ou nenhuma fertilidade e retardo do desenvolvimento (Bishop e Koncz, 2002).

As respostas dos brassinosteróides incluem efeitos sobre a divisão de células (Clouse e Sasse, 1998), alongamento celular (Azpiroz et al., 1998), crescimento das plantas (Orika Ono 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), estimulam a atividade fotossintética, por meio da aceleração na fixação de CO₂, incrementando a biossíntese de proteínas e a quantidade de açúcares redutores (Braun e Wild, 1984).

Catunda et al. (2008), avaliaram o efeito da aplicação de diferentes concentrações de um análogo de brassinosteróide - BIOBRAS-16 (0; 0,1; 0,3; 0,5 e 1 mg L⁻¹), no período de aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro 'Imperial', o análogo promoveu maior crescimento da parte aérea das mudas.

A nutrição e adubação são fatores de grande relevância no processo produtivo das mudas de abacaxizeiro. Segundo Coelho et al., (2007), o fornecimento adequado de nutrientes pode proporcionar não só a redução dos gastos com fertilizantes, mas também contribui para a uniformidade e a rapidez no crescimento das mudas, reduzindo, assim, o tempo de permanência destas no viveiro.

Segundo Bregonci et al., (2008), a arquitetura do abacaxizeiro e suas características morfológicas e anatômicas favorecem a absorção foliar de nutrientes. Normalmente, as adubações foliares têm sido utilizadas para fertilização suplementar do NK aplicados ao solo; aplicações em épocas de baixas precipitações hídricas; e para adubação com micronutrientes (Souza, 1999).

O nitrogênio é um elemento muito importante para as plantas, considerando-se que todos os processos vitais estão ligados à existência de plasma funcional, tendo o N como constituinte. No abacaxizeiro, o nitrogênio é considerado o elemento de maior importância no crescimento vegetativo (Aquino et al., 1986).

Segundo Souza (1999), a adubação foliar em mudas de abacaxizeiro requer cuidados especiais, entre eles a concentração de adubos nas soluções, que não deve passar de 10%; a uréia não deve ultrapassar 5%, cloreto de potássio deve estar entre 1 e 3%, o sulfato de zinco entre 0,5 e 2,5%.

Para a produção de mudas oriunda de seccionamento do caule, Chaulfoun (1983) recomendou adubação com 100 g de superfosfato simples por m² de canteiro, seguida de duas aplicações de uréia em cobertura após o início da formação de raízes. Coelho et al., (2007) verificaram que a adubação nitrogenada, via foliar, aumentou a altura, o número de folhas emitidas, a área foliar, as massas fresca e seca das mudas provenientes do seccionamento de caule do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne'.

Reinhardt (1998) e Reinhardt e Cunha (1999) recomendam adubações foliares com uréia e sulfato de potássio em mudas de seções de caule com 6 a 8 semanas de plantadas, com altura de 4,0 a 5,0 cm.

Segundo Coelho et al., (2007), os estudos sobre nutrição e adubação do abacaxizeiro referem-se em geral a estádios de crescimento após o plantio das mudas no campo, incluindo seus efeitos sobre a produtividade e qualidade dos

frutos obtidos. Entretanto, são escassas as informações em relação à avaliação da adubação durante a fase de viveiro.

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da adubação nitrogenada e de um análogo de Brassinosteróide no desenvolvimento e na nutrição de mudas provenientes do seccionamento do caule do abacaxizeiro “Smooth Cayenne”.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na área da Unidade de Apoio à Pesquisa 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. Foram coletadas amostras do solo na camada superficial de 0 a 20 cm de profundidade para análise, cujos resultados se encontram na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental

pH	P	K	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Mn	M.O
H ₂ O	mg/dm ³	mmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³				%
5,6	22	1,2	40	35	0	45	0,9	2,3	13	3,4

O experimento foi conduzido em DBC, em esquema fatorial 3x4, onde foram avaliadas três doses de N (5, 10 e 15 g L⁻¹), utilizando a uréia como fonte, e quatro concentrações de um análogo de brassinosteróide o 2-alfa,3-alfa,6-oxo-5alfa-espirostanodiol (0; 0,5; 0,75 e 1,0 mg L⁻¹) com quatro blocos, em um total de 48 parcelas experimentais, cada parcela foi composta de 20 secções do caule.

Para o preparo das secções foram utilizados caules da cultivar Smooth Cayenne, oriundos de plantações comerciais estabelecidas no município de São Francisco do Itabapoana - RJ. A coleta dos caules foi realizada logo após a colheita dos frutos, sendo selecionadas matrizes vigorosas e que não apresentavam sintomas de doenças e ataque de pragas. As plantas selecionadas foram arrancadas e, em seguida, com o auxílio de um facão tiveram suas folhas eliminadas com exceção das bainhas (Figura 1).



Figura 1. Preparo do caule das plantas: (A) Corte das folhas; (B) Caule com as folhas cortadas.

No galpão, os caules tiveram a parte basal com presença de raízes, juntamente com o ápice eliminados, utilizando-se de uma guilhotina. Posteriormente, os caules foram seccionados, sendo cortados primeiro no sentido transversal ao eixo do talo em pedaços com comprimento de 10 cm. Em seguida, foram novamente seccionados longitudinalmente, obtendo-se quatro secções (Figura 2).



Figura 2. Seccionamento de caule do abacaxizeiro Smooth Cayenne.

Obtidas as secções estas foram imediatamente tratadas por imersão em solução aquosa contendo o fungicida Cercobin 700WP (grupo químico: Benzimidazol) na concentração de 1 g L^{-1} e o inseticida Comfidor 700WG (grupo químico: Cloronicotinil) na concentração de $0,03 \text{ g L}^{-1}$, por 5 minutos e a seguir foram colocadas para secar.

As secções foram plantadas, em canteiros, na posição inclinada, com as gemas voltadas para cima, no espaçamento de 15 cm entre as linhas e 10 cm

entre secções nas linhas. A adubação e o brassinosteróide foram fornecidos via foliar.

O brassinosteróide, nas diferentes concentrações, foi aplicado em três diferentes épocas (60, 90 e 120 dias após o plantio) utilizando-se pulverizadores manuais. Para cada época, a aplicação foi realizada em dois dias consecutivos, sendo pulverizados 100 mL da solução em cada parcela, cerca de 5 mL por secção. As parcelas que não receberam o brassinosteróide foram pulverizadas com água pura.

O nitrogênio foi fornecido via foliar, utilizando-se a uréia como fonte. As três concentrações de nitrogênio foram fornecidas primeiramente aos 65 dias após o plantio das secções, sendo repetido em intervalo de 30 dias até o final do experimento, pulverizando-se 100 mL da solução em cada parcela, cerca de 5 mL por secção.

As aplicações do brassinosteróide e da adubação nitrogenada foram realizadas sempre no final da tarde, após as 16h horas, para evitar possíveis queimaduras nas folhas das mudas.

Aos 270 dias após o plantio das secções, as mudas foram colhidas, sendo avaliadas quanto ao comprimento, diâmetro do caule, número de folhas e à área foliar. Para a avaliação do comprimento das mudas utilizando-se uma régua graduada, para isso, as plantas tiveram suas folhas agrupadas para cima, aferindo-se desde a base da planta até a extremidade da maior folha; o diâmetro do caule foi aferido cerca de um centímetro acima do solo utilizando-se um paquímetro digital e através de um medidor de área foliar (modelo LI – 3100 LICOR, Lincoln, NE, USA) foi medida a área foliar das mudas.

Em seguida, as mudas foram colocadas para secar em estufa a 70°C, para a obtenção da massa seca e análise nutricional do tecido foliar onde se avaliou os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn e Mn.

Para a determinação dos nutrientes, foram pesadas duas amostras de matéria seca moída de cada tratamento para se proceder as digestões sulfúricas e nitro-perclórica. Os teores de nitrogênio foram determinados pela digestão sulfúrica, enquanto que os teores de P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn, e Mn foram determinados pela digestão nitro-perclórica. O K foi dosado por espectrofotometria de emissão atômica; o P foi determinado, calorimetricamente, pelo método do molibdato; o Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, por espectrometria de

absorção atômica; o S, por turbidimetria do sulfato. O N orgânico foi dosado pelo método de Nessler.

Os valores obtidos para as características avaliadas foram submetidos a análises de variância. Quando significativas as médias foram submetidas ao teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A concentração estimada em $0,79 \text{ mg L}^{-1}$ do análogo de brassinosteróide proporcionou as maiores médias de comprimento das mudas, sendo estimada em 37,4 cm, sendo 16,6% maior do que a menor média, observada nas plantas que não receberam o análogo do brassinosteróide (Figura 3).

O comprimento da muda é uma característica biométrica importante para a indicação do tamanho ideal de mudas de abacaxizeiro para plantio definitivo no campo. Ventura et al. (2003) recomendam altura entre 20 a 50 cm, Reinhardt e Cunha (1999) recomendaram a altura mínima de 25 cm como adequada para o plantio definitivo das mudas obtidas por secções de caule. Verifica-se que todos os tratamentos, inclusive a testemunha proporcionaram médias de comprimento de mudas adequado para irem para o campo, no entanto, o brassinosteróide, na concentração estimada em $0,79 \text{ mL L}^{-1}$, promoveu o maior crescimento das mudas, possibilitando a saída mais rápida das mudas do viveiro.

A maior média de número de folhas, 32,2 por planta, foi observada na concentração de $0,64 \text{ mg L}^{-1}$ de brassinosteróide, sendo que o menor número foi estimado em 30,1, no tratamento que não recebeu aplicação de brassinosteróide (Figura 3). Segundo Giacomelli (1982), quando as condições climáticas são favoráveis o abacaxizeiro emite, em média, uma folha por semana. Assim, o número de folhas com desenvolvimento normal, em abacaxizeiro, é uma importante característica para a avaliação do crescimento e desenvolvimento de planta, pois, tem forte correlação com a área foliar, matéria fresca e seca da parte aérea e altura de planta.

As doses de brassinosteróide proporcionaram incremento na área foliar das mudas em relação à testemunha, sendo que, a dose de $0,75 \text{ mg L}^{-1}$ foi a que

proporcionou a maior área foliar estimada, com média de 1518 cm² e a menor média foi proporcionada pelo tratamento que não recebeu o brassinosteróide (1096 cm²), representando um incremento de 31,7% (Figura 3).

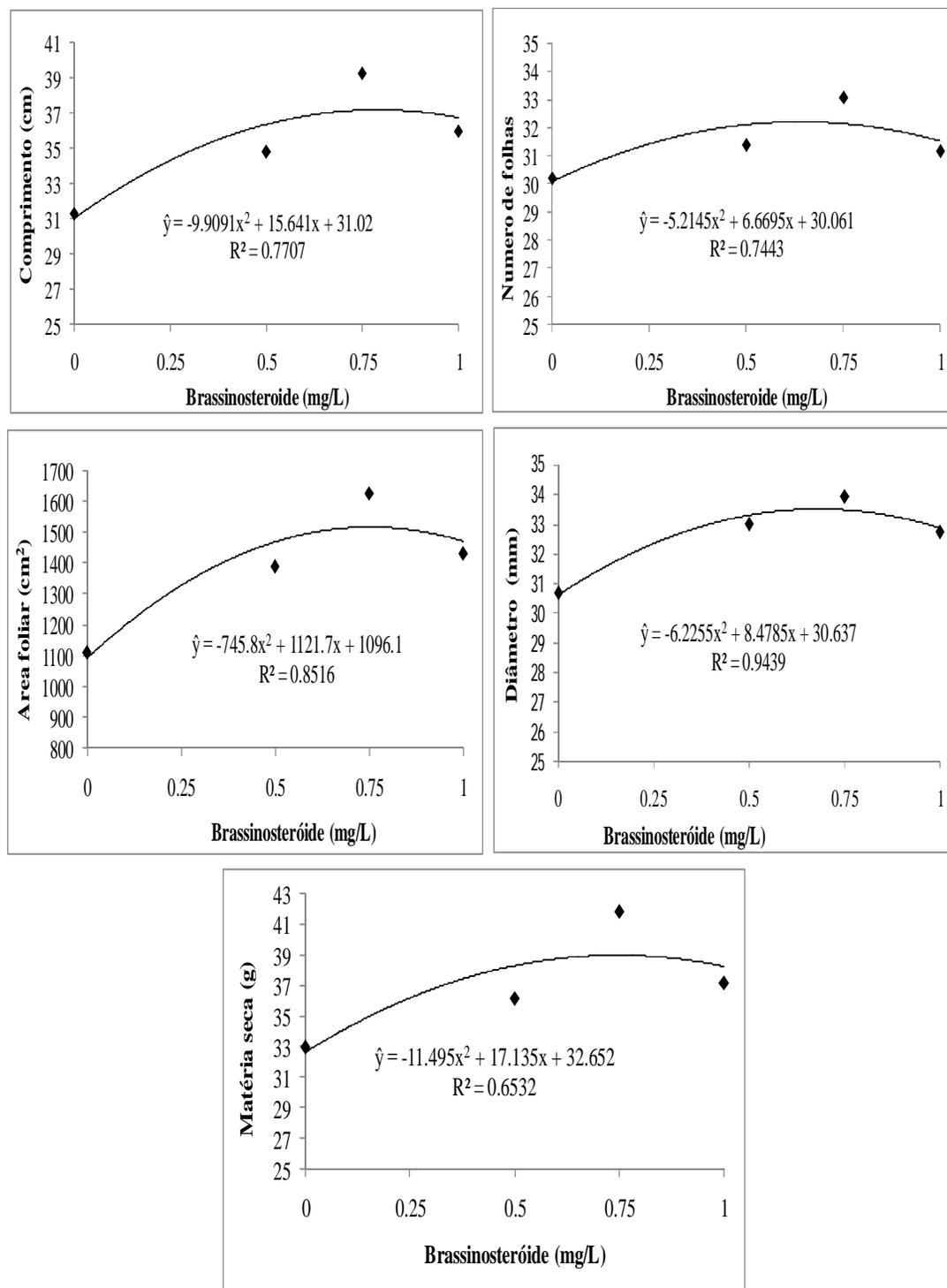


Figura 3. Comprimento de mudas, número de folhas, área foliar, diâmetro e matéria seca da parte aérea de mudas de abacaxizeiro, provenientes do seccionamento do caule, com a aplicação de diferentes concentrações de Brassinosteróide, aos 270 dias após ao plantio.

As doses de brassinosteróide estimadas para maior diâmetro e maior peso seco da parte aérea, foram, respectivamente 0,68 e 0,75 mg L⁻¹, que proporcionaram valores de 33,5 cm para o diâmetro e de 37 g para a matéria seca, o que representou incrementos de 8,6% e 17,2%, respectivamente, em relação às menores médias, obtidas no tratamento que não foi pulverizado com o brassinosteróide (Figura 3).

Wang et al. (1994) estudaram o efeito do 24-epibrasinolídeo, no crescimento do meloeiro e verificaram que as aspersões foliares de 0,1 mg L⁻¹ do produto, promoveram o crescimento das mudas com incremento de matéria seca e o aumento do número de folhas.

Altoé et al. (2008) estudaram o efeito da aplicação de diferentes concentrações de BIOBRAS-16 (0,0; 0,1; 0,5; 0,75 e 1,00 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 1,00 mg L⁻¹ do BIOBRAS-16 sobre o diâmetro do caule das plantas.

Catunda et al. (2008), avaliaram o efeito da aplicação de diferentes concentrações de um análogo de brassinosteróide - BIOBRAS-16 (0; 0,1; 0,3; 0,5 e 1 mg L⁻¹) e do uso de dois substratos sobre a aclimatização de mudas micropropagadas do abacaxizeiro 'Imperial', o análogo de brassinosteróide e o substrato bagaço de cana + torta de filtro promovem maior crescimento da parte aérea das mudas. As menores concentrações efetivas do BIOBRAS-16, relacionadas ao maior crescimento, foram de 0,5 e 0,1 mg L⁻¹.

Ono et al. (2003), trabalharam com plantas de *Tabebuia Alba*, concluíram que os brassinosteróides atuam de forma significativa no crescimento das plantas, inclusive na expansão foliar.

Segundo Tanaka et al. (2003), os eventos que são os principais condutores do efeito positivo do brassinosteróide observados no nível macroscópico do crescimento são que os brassinosteróides estimulam certas enzimas que desempenham papel importante no fenômeno de crescimento, como a ativação da bomba de prótons, a síntese protéica e de ácidos nucleicos, também induzem uma mudança na composição de alguns aminoácidos em proteínas. As 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 fitormônios, na medida em que regulamentam a sua atividade ou a sua produção.

Segundo Morillon et al. (2001), os brassinosteróides podem controlar a atividade das aquaporinas presentes na membrana plasmática, proporcionam o aumento da permeabilidade à água e o afrouxamento da parede celular, resultando na expansão celular sem a perda da integridade da plasmalema.

A adubação foliar, empregando-se solução com diferentes doses de uréia, apresentou efeito significativo sobre o comprimento e o diâmetro das mudas (Tabela 2). A maior média para o comprimento das mudas foi obtida nas mudas que foram pulverizadas com a maior concentração de uréia (15 g L^{-1}), atingindo em média 36,5 cm. Coelho et al. (2007), avaliaram a resposta das mudas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' à adubação foliar com uréia, cloreto de potássio e ácido bórico, durante a fase de viveiro, empregando o sistema de seccionamento do caule, verificaram efeito positivo apenas para a uréia, sendo que as maiores médias de comprimento de planta foram observadas na maior concentração testada, que foi de 10 g L^{-1} .

Os maiores valores de diâmetro foram obtidos nas doses de 10 e 15 g L^{-1} , no entanto, não houve diferença significativa entre as médias do tratamento de 15 e 5 g L^{-1} .

Bregonci et al. (2008) avaliaram o efeito da adubação foliar com uréia, cloreto de potássio, ácido bórico, um formulado comercial com macro e micronutrientes e testemunha, verificaram que os adubos foliares proporcionaram maior crescimento em área foliar, altura e massa seca da parte aérea das mudas do abacaxizeiro cv. Gold.

Não houve efeito significativo da adubação foliar para as médias de número de folhas, área foliar e matéria seca das mudas. Sampaio et al. (1997) não observaram efeito significativo das pulverizações foliares com solução de uréia a 5%, como adubação complementar, sobre a massa fresca da folha 'D', colhida na fase de indução floral do abacaxizeiro.

Tabela 2. Médias do comprimento (CMP), número de folhas (NF), diâmetro (DIAM), área foliar (AF) e massa seca (MS) de mudas de abacaxizeiro provenientes do seccionamento de caule, submetidas a diferentes doses de nitrogênio aos 270 dias após o plantio.

N (g L ⁻¹)\	CMP (cm)	NF	DIAM (mm)	AF (cm ²)	MS (g)
5	34,43 b	30,82 a	31,35 b	1396 a	36,41 a
10	34,82 b	31,41 a	33,42 a	1369 a	38,15 a
15	36,74 a	32,12 a	32,93 ab	1403 a	36,69 a
Média	35,33	31,45	32,58	1389	37,08
CV	5,95	7,66	6,84	25,11	20,39

Médias seguidas por letras distintas, na vertical, diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O fato da adubação nitrogenada não ter proporcionado resposta significativa para as médias de número de folhas, área foliar e massa seca das mudas pode estar relacionado com a quantidade de reservas das secções, visto que estas foram retiradas de matrizes vigorosas e do nível de nutrientes contido no solo da área experimental (Tabela 1).

Quanto ao estado nutricional das mudas, não houve interação significativa entre os tratamentos. Quando analisados isoladamente, as diferentes doses de nitrogênio aplicadas não proporcionaram diferença significativa no teor nutricional das mudas (Tabela 3).

Os resultados encontrados para N e S corroboram com os encontrados por Bregonci et al. (2008), que verificaram que o aumento da adubação de referência não influenciou significativamente nos teores foliares de N e S nas mudas micropropagadas do abacaxizeiro cv. Gold. No entanto, contraria os resultados encontrados por Veloso et al. (2001) em ensaio de adubação com a cv. Perola, os quais encontraram aumento de N foliar com a elevação da dosagem da adubação nitrogenada.

Tabela 3. Teores de nutrientes das mudas do abacaxizeiro, nove meses após o plantio, submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada

N (...)	N	K	Ca g kg ⁻¹	Mg	S	Zn	Fe	Mn mg kg ⁻¹	Cu
5	8,0 a	20,6 a	4,0 a	2,5 a	1,5 a	12,9 a	301 a	105 a	4,5 a
10	8,0 a	19,4 a	4,1 a	2,6 a	1,5 a	14,2 a	278 a	106 a	4,4 a
15	8,3 a	19,4 a	4,0 a	2,4 a	1,7 a	14,2 a	315 a	99 a	4,6 a
Média	8,1	19,8	4,07	2,5	1,6	13,8	298	103	4,5
CV	10,3	17,7	29,3	13,0	13,6	17,4	16,5	18,6	13,6

Médias seguidas por letras distintas, na vertical, diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As doses de brassinosteróide proporcionaram efeito significativo nos teores de nitrogênio, apresentando um comportamento linear crescente quando se aumentou a dose do brassinosteróide. A dose de $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ proporcionou incremento de 11,1% no teor nutricional das mudas de abacaxizeiro quando comparada com a testemunha (Figura 5).

Altoer (2006) verificou que a concentração de $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ do BR em associação com fungos micorrízicos arbusculares proporcionou um incremento de 15,4% no teor de N na massa seca da parte aérea de plantas da tangerineira ‘Cleopatra’.

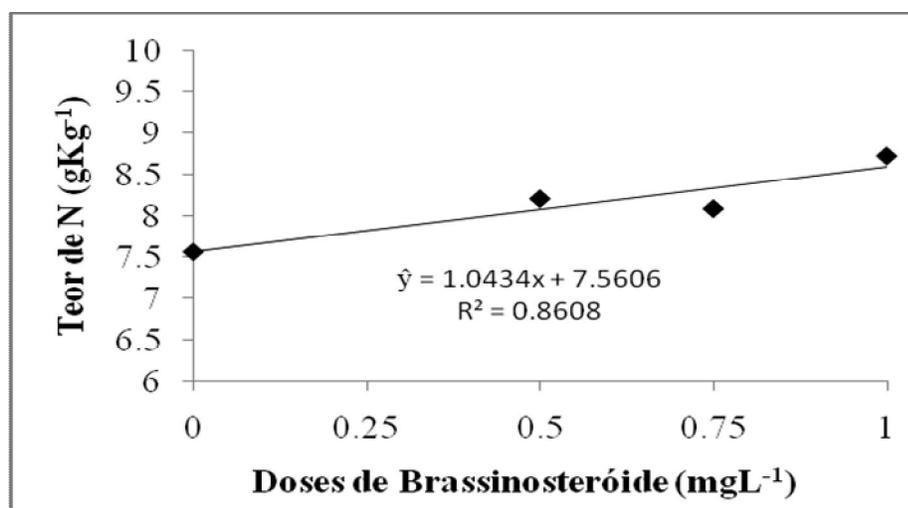


Figura 5. Teor de nitrogênio das mudas de abacaxizeiro, provenientes do sectionamento do caule, com a aplicação de diferentes concentrações de Brassinosteróide, aos 270 dias após o plantio.

O acúmulo de nitrogênio na massa seca das mudas de abacaxizeiro em decorrência da aplicação dos brassinosteróides pode ser explicado pelo fato do nitrogênio estar diretamente relacionado com os processos vitais das plantas, sendo que os brassinosteróides muitas vezes, direta ou indiretamente, podem atuar nestes processos.

Anuradha e Rao (2003) verificaram que a aplicação de BR em plantas de arroz resultou em aumento nos níveis de ácidos nucléicos e proteínas solúveis. Pustovoitova et al. (2001) verificaram o aumento no conteúdo de aminoácidos livres e amidas nas folhas de plantas de pepino tratadas com BR.

Braum e Wild (1984) verificaram que os BR estimulam a atividade fotossintética, que é expressa por uma aceleração na fixação de CO_2 , incrementando a biossíntese de proteínas e açúcares redutores em plantas de mostarda. Os BR também ativaram a síntese de proteínas em folhas de trigo (Marquardt e Adam, 1991).

Os resultados obtidos neste trabalho evidenciam a potencialidade de utilização do brassinosteróide na produção de mudas de abacaxizeiro oriundas do seccionamento do caule, principalmente na concentração de $0,75 \text{ mg L}^{-1}$. Visto que na presença desta substância as mudas apresentaram maior comprimento, diâmetro, número de folhas, área foliar e massa seca, além de proporcionar maiores teores de nitrogênio nas mudas. Quanto à adubação nitrogenada a maior dose testada foi a mais eficiente, pois proporcionou incremento no comprimento e no diâmetro das mudas. A adubação não influenciou o estado nutricional das mudas, provavelmente em decorrência das boas condições nutricionais das matrizes que deram origem às secções e aos nutrientes presentes no solo da área experimental.

A melhor compreensão da atividade fisiológica dos brassinosteróides, dos mecanismos moleculares de sua atividade, é a síntese de brassinosteróides naturais e artificiais permitirá em breve o uso extensivo destas substâncias na agricultura, tendo em vista as suas características peculiares de potencializar o crescimento vegetal, promover acréscimos nos rendimentos de colheita, aumentar a resistência a doenças e estresses ambientais e de ser reguladores vegetais ecologicamente seguros (Zullo e Adan, 2002).

CONCLUSÕES

Nas condições deste experimento, pode-se afirmar:

- A aplicação do brassinosteróide promove o crescimento de mudas provenientes do seccionamento do caule do abacaxizeiro “Smooth Cayenne”;

- O análogo do brassinosteróide eleva o teor de nitrogênio na parte aérea das mudas;
- A aplicação de adubação nitrogenada promove maior comprimento das mudas provenientes do seccionamento do caule do abacaxizeiro “Smooth Cayenne”;
- A adubação nitrogenada não influenciou o estado nutricional na parte aérea das mudas do abacaxizeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anuradha, S., Rao, S.S.R. (2003) Application of brassinosteroids to rice seeds (*Oryza sativa*. L) reduced the impact of salt stress on growth, prevented photosynthetic pigment loss and increased nitrate reductase activity. *Plant Growth regul.*, v.40, n.1, p. 29-32.
- Aquino, A.R.L.; Vieira, A.; Azevedo, J.A.; Genú, P.J.C.; Kliemann, H.J. (1996) Nutrição mineral e adubação do abacaxizeiro. In: HAAG, P.H. *Nutrição mineral e adubação de frutíferas tropicais*. Campinas: Fundação Cargill, p.31-58.
- Altoé, J.A.; Marinho, C.S.; Muniz, R.A.; Rodrigues, L.A.; Gomes, M.M.A. (2008). Tangerineira ‘Cleopatra’ submetida a micorrização e a um análogo de brassinosteróide. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v.30, n.1, p.13-17.
- Azpiroz, R.; Wu, Y.; LoCascio, J.C.; Feldmann, K.A. (1998) An Arabidopsis brassinosteroid-dependent mutant is blocked in cell elongation. *The Plant Cell*, Tucson, v.10, p.219-230.
- Bleasdale, J.K.A. (1997) *Fisiologia Vegetal*. São Paulo: EPU, Editora da Universidade de São Paulo.
- Bishop, G.J.; Koncz, C. (2002). Brassinosteroids and Plant Steroid Hormone Signaling. *The Plant Cell*, 14:S97-S110.
- Braun, P.; Wild, A. (1984) The influence of brassinosteroid on growth and parameters of photosynthesis of wheat and mustard plants. *Journal Plant Physiol.*, Amsterdam, v. 116, p. 189-196.

- Bregonci, I.S.; Schmildt, E.R.; Coelho, R.I.; Reis, E.F.; Brum, V.J.; Santos, J.G. (2008) Adubação foliar com macro e micronutrientes no crescimento de mudas micropropagadas do abacaxi cv. Gold [*Ananas comosus* (L.) Merrill] em diferentes recipientes. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, n.3, p.705-711.
- Catunda, P.H.A.; Marinho, C.S.; Gomes, M.M.A.; Carvalho, A.J.C. de (2008). Brassinosteróide e substratos na aclimatização do bacaxizeiro 'Imperial'. *Acta Sci. Agron. Maringá*, v.30, n.3, p.345-352.
- Clouse, S.D.; Sasse, J. (1998) Brassinosteroids: essential regulators of plant growth and development. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, Palo Alto, v.49, p.427-451.
- Colli, S. Outros reguladores: brassinosteróides, poliaminas, ácidos jasmônico e salicílico. In: KERBAUY, G.B. Fisiologia vegetal. São Paulo: Guanabara Koogan, p. 333-340, 2004.
- Cunha, G.A P.; Cabral, J.R.S.; Souza, L.F.S. (1999) *O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia*. Brasília: EMBRAPA. 480p.
- Cunha, G.A.P. Da; Reinhardt, D.H.R.C. (2004) *Manejo de mudas de abacaxi*. Cruz das Almas, EMBRAPA. (Comunicado Técnico, 105).
- Davies, Peter J. Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology. 2ª ed.; Netherlands: Kluwer Academic Publishers, p. 1-65, 1995.
- Giacomelli, E. J. 1982. Expansão da abacaxicultura no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, p. 28-29.
- Gorgatti, A N. et al. **Abacaxi para exportação**: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: Frupex. 1996. 41p.
- Krishna, P. Brassinosteroid-mediated stress responses. *J. Plant Growth Regul.*, Heidelberg, v. 22, n. 4, p. 289-297, 2003.
- Marquardt, V., Adam, G. (1991) Recent advances in brassinosteroid research. *Chemistry of Plant Protection*, v.7, p103-139.
- Morillon, R., Catterou, M., Sangwan, R.S., Sangwan, B.S., Lassalles, J.P. Brassinolide may control aquaporin activities in *Arabidopsis thaliana*. *Planta*, v.212, n.2, p.199-204, 2001.
- Ono, E.O; Nakamura,T.; Machado, S.R.; Rodrigues, J.D. Application of brassinosteroid to *Tabebuia Alba* (Bignoniaceae) plants. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*. Campinas-SP. 12(3),p187-194, 2003.

- Pustovoitova, T.N., Zhdanova, N.E., Zholkevich, V.N. (2001) Epibrassinolide increases plant drought resistance. *Dokl.Biochem.Biophys.* V. 376, n. 1,p.36-38.
- Reinhardt, H.R.C., Cunha, G.A.P. da. (1999) Métodos de programação. In: Cabral, J.R.S., Souza, L.F. da S. *O abacaxizeiro – cultivo, agroindústria e economia*. Brasília, Embrapa/Mandioca e Fruticultura, p.105-138
- Reinhardt, H.R.C. (1982) Propagação de abacaxizeiro: método usual e por seção de caule. In: *Simpósio Brasileiro de Abacaxizeiro*. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. p.47-59.
- Ruggiero, C.; Nogueira Filho, G.C; Gottardi, M.V.C. Considerações gerais sobre a cultura do abacaxizeiro no Brasil. In : RUGGIERO, C: **Controle integrado da fusariose do abacaxizeiro**. Jaboticabal: FUNEP, 1994.p.1-14.
- Sampaio, A.C.; Cunha, R.J.P.; Cunha, A.R. Influência do nitrogênio, de épocas de plantio e do ácido 2,3-clorofenoxipropiônico sobre a produtividade e épocas de produção do abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.19, n.2, p.169- 177,1997.
- Souza, L. F. S. Correção de acidez e adubação. In: CUNHA, G. A. P.; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. S. (Orgs.). **O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia**. Brasília, DF: Embrapa, 1999. p. 169-202.
- Tanaka, K.; Nakamura, Y.; Asami, T.; Yoshida, S.; Matsuo, T.; Okamoto, S. *Journal of Plant Growth Regulation* **2003**, 22, 259-271.
- Veloso, C.A.C.; Oeiras, A.H.L.; Carvalho, E.J.M.; Souza, F.R.S. de. (2001) Resposta do abacaxizeiro a adição de nitrogênio, potássio, e calcário em latossolo amarelo do nordeste paraense. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal, SP, v.23, n.2, p.396-402.
- Wang, Y.Q.; Luo, W.H.; Xu, R.J.; Zhao, Y.J. Effect of epibrassinolide on growth and fruit quality of watermelon. *Plant Physiol. Communications*, Pequim, v. 30, p. 423-425, 1994.

3.2. Análise de crescimento de mudas de abacaxizeiro submetidas ao brassinosteróide e à adubação nitrogenada.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da adubação nitrogenada e de um análogo de Brassinosteróide em diferentes épocas de crescimento das mudas de abacaxizeiro provenientes do seccionamento do caule. O experimento foi conduzido em DBC, em esquema fatorial 3x4x4, onde foram avaliadas três doses de N (5, 10 e 15 g L⁻¹) utilizando a uréia e quatro concentrações de um análogo de brassinosteróide (0; 0,5; 0,75 e 1,0 mg L⁻¹) e quatro épocas de avaliação (90, 150, 210 e 270) dias após o plantio, com quatro blocos, em um total de 48 parcelas experimentais, cada parcela foi composta de 20 secções. Para cada época avaliou-se o número de gemas brotadas por secção, o comprimento e o diâmetro das mudas. Nas condições deste experimento, observou-se que as gemas presentes nas secções, apresentam brotação escalonada, provavelmente estas apresentaram dormência apical, visto que a presença de uma brotação inibe o desenvolvimento de outras. As concentrações de brassinosteróide e a adubação nitrogenada não proporcionaram efeito na quebra da dormência das gemas. Houve efeito positivo das concentrações de brassinosteróide no comprimento das mudas de abacaxizeiro provenientes do seccionamento do caule, permitindo a produção de mudas com mais de 25 cm a partir dos sete

meses após o plantio. A adubação nitrogenada proporcionou mudas acima de 25 cm a partir dos sete meses após o plantio.

Termos para indexação: Ananas comosus, análise de crescimento, reguladores, nitrogênio.

ABSTRACT

Analysis of pineapple seedling growth treated with brassinosteroid and nitrogen fertilization.

The aim of this study was to evaluate the effect of nitrogen and a brassinosteroid analogue at different stages of growth of pineapple seedlings obtained from the sectioning of the stem. The experiment was conducted at DBC in 3x4x4 factorial design, where was evaluated three levels of N (5, 10 and 15 g L⁻¹) using urea and four concentrations of a brassinosteroid analogue (0, 0.5, 0, 75 and 1.0 mg L⁻¹) and four times of avaluation (1990, 150, 210 and 270) days after planting, with four blocks, totaling 48 experimental plots, each plot consisted of 20 sections. For each time we evaluated the number of sprouted buds per section, the length and diameter of seedlings. For the conditions of this experiment, we observed that the buds in the sections, presented budding staggered, they probably had apical dormancy, whereas a budding presence inhibits the development of the others. The concentrations of nitrogen and brassinosteroid not present effect on breaking dormancy of buds. There was a positive effect of the brassinosteroid concentrations on the length of the pineapple seedlings obtained from the sectioning of the stem, allowing the production of seedlings with over 25 cm, from the seventh month after planting. Nitrogen fertilization provided seedlings with over 25 cm, from the seventh month after planting

Index terms: Ananas comosus, growth analysis, regulators, nitrogen.

INTRODUÇÃO

O sucesso econômico no cultivo de produtos agrícolas depende muito do uso de material de plantio de boa qualidade, que se constitui no insumo mais importante de qualquer cultura. A situação do material de plantio do abacaxizeiro no Brasil pode ser definida como de escassez de mudas de boa qualidade, que tenham vigor e sanidade adequada para garantir um bom desenvolvimento inicial das plantas e um risco mínimo de ocorrer doenças e pragas (Cunha e Reinhardt, 2004).

Os sistemas de produção de mudas de abacaxizeiro no Brasil têm se tornado um dos principais, senão o principal, fator limitante para o melhor desenvolvimento da abacaxicultura, já que é ausente a figura do viveirista, levando os produtores a adquirirem mudas em plantios comerciais ou até mesmo nos CEASAs, o que compromete a qualidade do material e eleva sobremaneira os riscos com esta atividade agrícola.

Resultados obtidos por Siebeneichler (2002), Siebeneichler et al. (2008), Coelho et al., (2007 e 2009), Ramos (2006), Catunda et al., (2008) e Bregonci et al. (2008), trabalhando com reguladores de crescimento, nutrientes minerais, substratos e técnicas tais como seccionamento de caule e micropropagação, demonstraram as possibilidades dos avanços que podem ser obtidos e que devem ser aprimorados nos processos de produção de mudas e de adubação do abacaxizeiro.

O nitrogênio é um nutriente importante para o metabolismo vegetal, pois constitui componentes fundamentais como ácidos nucléicos e proteínas (Taiz e Zeiger, 2004). Sua deficiência pode reduzir o potencial produtivo da cultura, já que podem ocorrer reduções significativas na taxa de formação e expansão foliar e na taxa assimilatória líquida por unidade de área (Cruz et al., 2007). No abacaxizeiro, o nitrogênio é considerado o elemento de maior importância no crescimento vegetativo (Aquino et al., 1986)

Reinhardt (1998) e Reinhardt e Cunha (1999) recomendam adubações foliares com uréia e sulfato de potássio em mudas de secções de caule com 6 a 8 semanas de plantadas, com altura de 4,0 a 5,0 cm.

Segundo Coelho (2007), os estudos sobre nutrição e adubação do abacaxizeiro referem-se em geral a estádios de crescimento após o plantio das mudas no campo, incluindo seus efeitos sobre a produtividade e qualidade dos frutos obtidos. Entretanto, são escassas as informações em relação à avaliação da adubação durante a fase de viveiro.

De acordo com Bleasdale (1997) e Davies (1995), os hormônios vegetais têm um importante papel no controle do crescimento, diferenciação e desenvolvimento das plantas. A utilização de reguladores vegetais pode ser uma alternativa para melhorar a eficiência da produção de mudas de abacaxizeiro pelo seccionamento de caule.

Os brassinosteróides podem ser utilizados na produção de mudas de abacaxizeiro, oriundas do seccionamento de caule, visto que, estas substâncias atuam no crescimento e desenvolvimento das plantas, além de agirem como substâncias antiestressantes.

As respostas dos brassinosteróides incluem efeitos sobre a divisão de células (Clouse e Sasse, 1998), alongamento celular (Azpiroz et al., 1998), crescimento das plantas (Oriika Ono et al., 2000), inibição de raízes (Colli, 2004) e são substâncias que conferem às plantas tolerância a certos tipos de estresses, como temperaturas extremas, seca, salinidade e ataque de patógenos (Krishna, 2003). Eles estimulam a atividade fotossintética, por meio da aceleração na fixação de CO₂, incrementando a biossíntese de proteínas e a quantidade de açúcares redutores (Braun e Wild, 1984).

Catunda et al. (2008), avaliaram o efeito da aplicação de diferentes concentrações de um análogo de brassinosteróide - BIOBRAS-16 (0; 0,1; 0,3; 0,5 e 1,0 mg L⁻¹), no período de aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro 'Imperial', o análogo promoveu maior crescimento da parte aérea das mudas.

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da adubação nitrogenada e de um análogo de Brassinosteróide em diferentes épocas de crescimento das mudas de abacaxizeiro provenientes do seccionamento do caule.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado na área da Unidade de Apoio à Pesquisa 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. Foram coletadas amostras do solo na camada superficial de 0 a 20 cm de profundidade para análise, cujos resultados se encontram na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise química do solo da área experimental.

pH	P	K	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Mn	M.O
H ₂ O	mg/dm ³	mmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³				%
5,6	22	1,19	40,2	35,0	0,0	45,3	0,9	2,34	13,2	34,0

O experimento foi conduzido em DBC, em esquema fatorial 3x4x4, onde foram avaliadas três doses de N (5, 10 e 15 gL⁻¹) utilizando a uréia como fonte e quatro concentrações de um análogo de brassinosteróide o 2-alfa,3-alfa,6-oxo-5-alfa-espirostanodiol (0; 0,5; 0,75 e 1,0 mg L⁻¹), às quais foi adicionado o Tween20 a 0,1% como agente surfactante, e quatro épocas de avaliação (90, 150, 210 e 270) dias após o plantio, com quatro blocos, em um total de 48 parcelas experimentais, cada parcela foi composta de 20 secções.

Para o preparo das secções foram utilizados caules da cultivar Smooth Cayenne, oriundos de plantações comerciais estabelecidas no Município de São Francisco do Itabapoana - RJ. A coleta dos caules foi realizada logo após a colheita dos frutos. As plantas selecionadas foram arrancadas e, em seguida, com o auxílio de um facão tiveram suas folhas eliminadas com exceção das bainhas.

Obtidas as secções estas foram imediatamente tratadas por imersão em solução aquosa contendo o fungicida CERCOBIN 700WP (grupo químico: BENZIMIDAZOL) na concentração de 1g L⁻¹ e o inseticida COMFIDOR 700WG (grupo químico: CLORONICOTINIL) na concentração de 0,03g L⁻¹, por 5 minutos e a seguir foram colocadas para secar.

As secções foram plantadas, em canteiros, na posição inclinada, com as gemas voltadas para cima, no espaçamento de 15 cm entre as linhas e 10 cm

entre secções nas linhas. A adubação nitrogenada e o brassinosteróide foram fornecidos via foliar.

As aplicações do brassinosteróide, nas diferentes concentrações (0; 0,5; 0,75 e 1,0 mg L⁻¹), foram feitas em três diferentes épocas (60, 90 e 120 dias após o plantio) utilizando-se pulverizadores manuais, para cada época, a aplicação foi realizada em dois dias consecutivos, sendo pulverizado 100 ml da solução em cada parcela, cerca de 5 ml por secção. As parcelas que não receberam o análogo foram pulverizadas com água pura.

O nitrogênio foi fornecido via foliar, utilizando-se a uréia como fonte. As três concentrações de nitrogênio foram fornecidas primeiramente aos 62 dias após o plantio das secções, sendo repetido em intervalo de 30 dias, pulverizando-se 100 ml da solução em cada parcela, cerca de 5 ml por secção.

Noventa dias após o plantio das secções e em intervalos de 60 dias as secções foram avaliadas quanto ao número de gemas brotadas, comprimento e diâmetro das mudas. Para a avaliação do comprimento das mudas foi utilizada uma régua graduada, para isso, as plantas tiveram suas folhas agrupadas para cima, aferindo-se desde a base da planta até a extremidade da maior folha; o diâmetro do caule foi aferido cerca de um centímetro acima do solo utilizando-se um paquímetro digital.

Os valores obtidos para as características avaliadas foram submetidos a análises de variância. Quando significativas as médias foram submetidas à análise de regressão a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve resposta significativa para o número de gemas brotadas para as diferentes épocas de avaliação, comportando-se de forma linear crescente. Nota-se que as maiores médias de brotações foram verificadas aos 270 dias após o plantio, que foi de 1,18 brotações por secção (Figura 1).

Os resultados para o número de gemas brotadas por secção elucidam a presença do fenômeno da dormência das gemas, visto que uma secção de 10 cm pode conter de 6 a 10 gemas, no entanto não ocorre a germinação de todas ao

mesmo tempo (Figura 2). Verifica-se que ocorre a inibição do crescimento das demais gemas pela presença de outra dominante, isso pode estar relacionado ao fenômeno da dominância apical.

Segundo Taiz e Zeiger (2004), duas hipóteses foram inicialmente propostas para explicar o mecanismo da dominância apical: a hipótese nutricional e a hipótese hormonal. Segundo a hipótese nutricional, a gema em crescimento ativo constitui um forte dreno de nutrientes e comanda o suprimento destes para esta região, em detrimento das demais gemas axilares. De acordo com a hipótese hormonal, uma gema apical em crescimento ativo não é somente uma região de consumo de nutrientes, mas também de síntese de hormônios, os quais controlam o desenvolvimento das demais gemas.

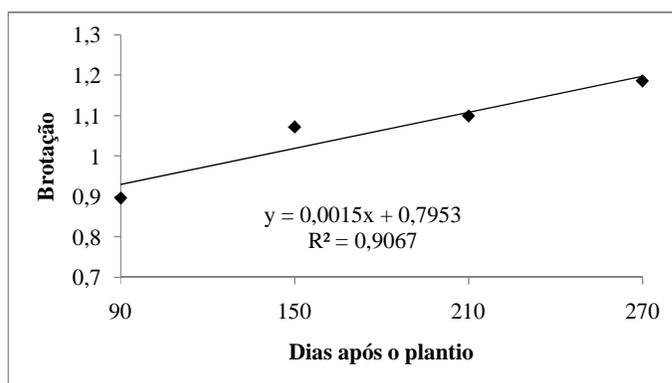


Figura 1. Número médio de gemas brotadas nas secções de talos de abacaxizeiro de acordo com a época de avaliação.

A ausência de efeito do brassinosteróide na brotação das gemas, obtidas neste trabalho, pode estar relacionada ao pouco contato destas substâncias com as gemas não brotadas, visto que, a solução foi pulverizada diretamente nas folhas das mudas brotadas, ocorrendo pouco escorrimento nas gemas não brotadas. Alguns trabalhos já demonstraram a atuação do brassinosteróide no desenvolvimento de gemas laterais.

Cortes et al. (2003) verificaram o efeito de diferentes concentrações de dois análogos de brassinosteróides (0; 0,00001; 0,001; 0,1; 10 mg L⁻¹) nas gemas

laterais de cactos (*O. ficus-indica* (L) Mill. var. *lutea*). Os autores concluíram que os dois análogos de brassinosteróides proporcionaram o desenvolvimento das gemas vegetativas sete dias mais cedo do que o controle, e aumentaram a taxa de crescimento dos brotos, o número de gemas vegetativas estimuladas, o rendimento do número de brotos totais colhidos e o seu peso fresco. As melhores respostas foram obtidas nas concentrações de 0,1 e 10 mg L⁻¹ para o BR-6 e 0,001 e 10 mg L⁻¹ para o BR-16 e não foi observada alteração na morfologia dos brotos colhidos .

Coelho et al. (2009) avaliaram a propagação do abacaxizeiro, 'Smooth Cayenne', utilizando-se secções de caule tratadas com ácido giberélico (GA₃) e 6-benzilaminopurina (BAP). Os autores verificaram que os fitormônios não influenciam na produção das mudas, os maiores valores para massa da matéria fresca e massa da matéria seca das mudas foram obtidos sem aplicação de BAP e GA₃.

O tratamento por imersão, durante três horas em solução contendo 2,5 ou 5,0 mg L⁻¹ de forchlorfenuron (*N*-(2-chloro-4-pyridyl)-*N*phenylurea) (CPPU), promoveu a brotação em 85% das gemas axilares em segmento de caule do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' (Adaniya et al., 2004).

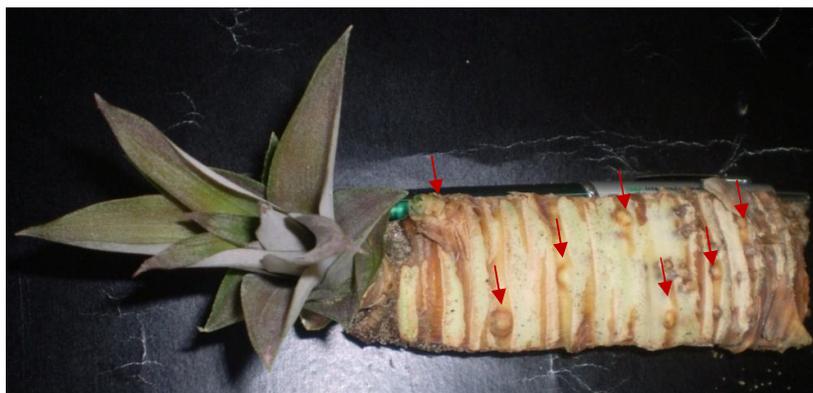


Figura 2. Secção de talo de abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' com 10 cm de comprimento sem as bainhas das folhas. As setas indicam as gemas não germinadas.

Verificou-se resposta significativa para o comprimento das mudas avaliadas em diferentes épocas, em função das diferentes concentrações de brassinosteróide.

O comprimento da muda é uma característica biométrica importante para a indicação do tamanho ideal de mudas de abacaxizeiro para plantio definitivo no campo. Ventura et al. (2003) recomendam altura entre 20 a 50 cm, Reinhardt e Cunha (1999) recomendaram a altura mínima de 25 cm como adequada para o plantio definitivo das mudas obtidas por secções de caule.

Neste trabalho, através de estimativas, observou-se que as mudas tratadas com as doses de 0;0; 0,5; 0,75 e 1,0 mg L⁻¹ atingiram altura mínima para ser transferidas para o campo (25 cm), respectivamente aos 227, 215; 199 e 209 dias após o plantio (Figura 3).

Os dados obtidos neste experimento confirmam a atuação dos brassinosteróides no crescimento de plantas, observa-se que a dose de 0,75 mg L⁻¹ pode reduzir o tempo de permanência das mudas no viveiro em até 28 dias quando comparado com as mudas que não receberam o brassinosteróide.

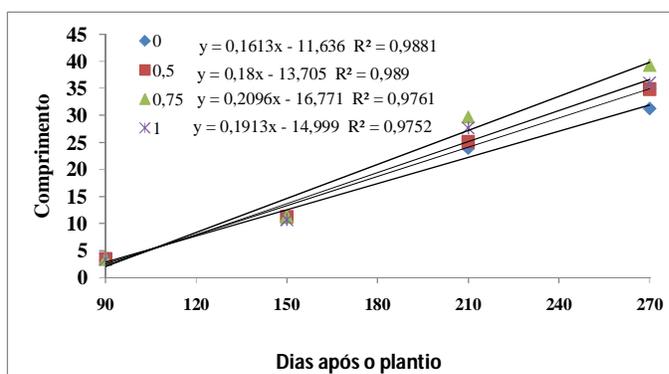


Figura 3. Comprimento das mudas (cm) de abacaxizeiro provenientes do seccionamento do caule, nas quatro épocas de avaliação, com a aplicação de diferentes concentrações de Brassinosteróide.

Verifica-se que as respostas às aplicações de brassinosteróide foram mais expressivas nas avaliações finais. Segundo Vázquez e Rodríguez (2000), os BS atuam em tecido foliar que está em crescimento ativo, e o seu efeito é observado somente em um período limitado na etapa de crescimento.

Outro fator importante da atuação do brassinosteróide, observado por muitos autores, é que há maior resposta ao brassinosteróide quando a planta não está em condições ideais de desenvolvimento. Kamuro e Takatsuto (1991) verificaram a influência que as condições ambientais exercem nas respostas à aplicação dos BR em plantas de arroz crescidas em diferentes temperaturas. Os efeitos promotores de crescimento dos BR foram verificados em temperaturas baixas, enquanto em condições adequadas para o cultivo não foram verificados.

Esse comportamento foi confirmado por Khripach et al. (2000), que observaram um pequeno efeito dos BR quando as condições em que as plantas foram cultivadas estavam propícias a elas.

Esse fato pode explicar a ausência de resposta do brassinosteróide no início de desenvolvimento dos rebentos, visto que neste período todas as exigências para o desenvolvimento dos rebentos são supridas pelas reservas contidas nas secções, com o passar do tempo as reservas foram sendo exauridas e desta forma houve maior resposta por parte do brassinosteróide.

Verificou-se através de estimativas que as doses de 5, 10 e 15 g L⁻¹ de uréia proporcionaram mudas aptas para o plantio definitivo no campo com 25 cm de comprimento, respectivamente, a partir de 216, 211 e 209 dias após o plantio.

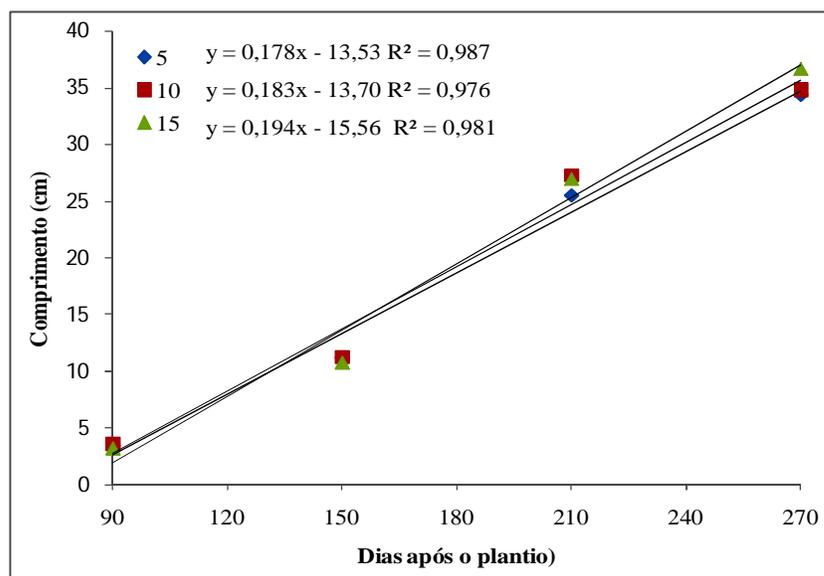


Figura 4. Comprimento das mudas (cm) de abacaxizeiro provenientes do seccionamento do caule, nas quatro épocas de avaliação, com a aplicação de diferentes doses de adubação nitrogenada (5, 10 e 15 g L⁻¹).

Houve efeito significativo da adubação nitrogenada apenas na última época de avaliação, onde a dose de 15 g L⁻¹ proporcionou maiores comprimentos (Figura 5).

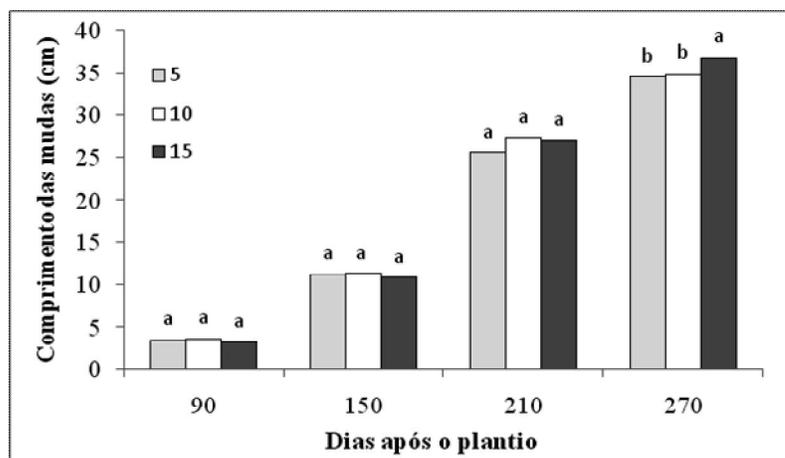


Figura 5. Comprimento das mudas (cm) de abacaxizeiro provenientes do seccionamento do caule, nas quatro épocas de avaliação, com a aplicação de diferentes doses de adubação nitrogenada (5, 10 e 15 g L⁻¹).

A ausência de resposta significativa à adubação nitrogenada nos primeiros meses de desenvolvimento das mudas, também pode estar relacionada à quantidade de reservas inicialmente disponíveis nas secções, com o passar do tempo essas reservas foram consumidas pelos rebentos. Quando estas foram esgotadas, as adubações nitrogenadas começaram a proporcionar efeitos significativos.

Os dados de comprimento de plantas corroboram com o trabalho de Coelho et al. (2007), que avaliaram a resposta das mudas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' provenientes do seccionamento do caule a adubações foliares, os autores verificaram a ausência de efeito dos tratamentos no comprimento das mudas nas primeiras avaliações, houve respostas significativas no sétimo mês após o transplante.

Com relação ao diâmetro das mudas, não houve interação significativa entre a época de avaliação e os demais fatores estudados, verificou-se interação significativa entre a adubação nitrogenada e as doses de brassinosteróide, sendo

que as doses também proporcionaram efeito significativo quando analisadas isoladamente.

Observa-se na Figura 6 os valores do diâmetro do caule em relação à adubação nitrogenada e das doses de brassinosteróide (Figura 6). Na dose de 5 g L⁻¹ a concentração estimada de 0,60 mg L⁻¹ do análogo de brassinosteróide proporcionou as maiores médias de diâmetro das mudas, sendo estimada em 21,85 mm, sendo 11,8% maior do que a menor média, observada nas plantas que não receberam o análogo do brassinosteróide. Para a adubação de 10 g L⁻¹, as maiores médias de diâmetro foram proporcionadas na concentração estimada de 0,54 mg L⁻¹, que apresentaram diâmetro estimado de 22,30 mm, incremento de 10,85% em relação à testemunha. Na adubação de 15 g L⁻¹ a dose estimada de 0,36 mg L⁻¹ proporcionou as menores médias de diâmetro, sendo de 19,94 mm, as maiores médias foram verificadas na dose de 1,0 mg L⁻¹ apresentando 20,44 mm.

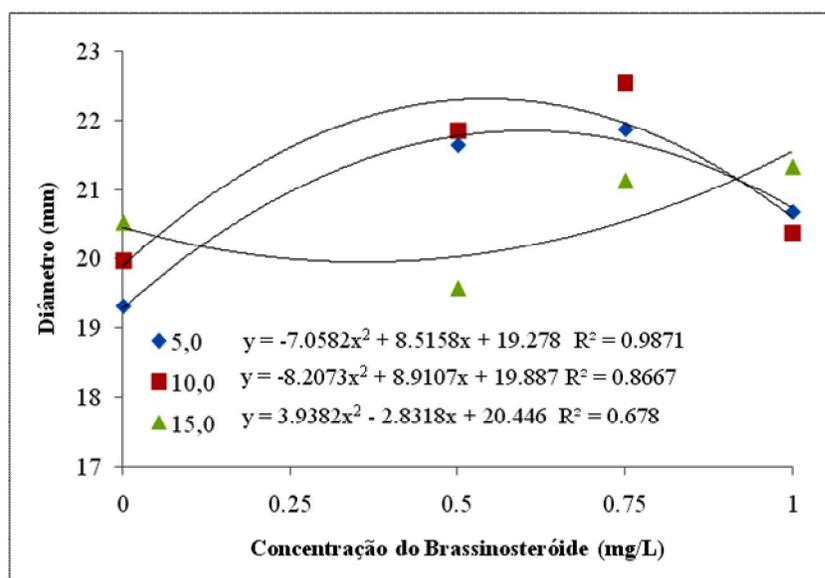


Figura 6. Diâmetro (mm) das mudas de abacaxizeiro provenientes do seccionamento do caule, submetidas a diferentes doses de brassinosteróide e a adubações nitrogenadas aos 270 dias após o plantio.

CONCLUSÕES

A avaliação do crescimento dos rebentos de abacaxizeiro em diferentes épocas possibilitou as seguintes conclusões:

- As gemas, presentes nas secções, apresentaram germinação escalonada, provavelmente estas apresentam dormência apical, visto que a presença de uma brotação inibe o desenvolvimento de outras. As concentrações de brassinosteróide e a adubação nitrogenada não proporcionaram efeito na quebra da dormência das gemas;
- Houve efeito positivo das concentrações de brassinosteróide no comprimento das mudas de abacaxizeiro provenientes do seccionamento do caule, permitindo a produção de mudas com mais de 25 cm a partir de 199 dias após o plantio;
- A adubação nitrogenada proporcionou mudas acima de 25 cm a partir dos 210 dias após o plantio das secções.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adaniya, S.; Minemota, K.; Moromizato, Z.; Molomura, K. The use of CPPU for efficient propagation of pineapple. **Scientia Horticultura**, Amsterdam, v.100, p.7-14, 2004.
- Aquino, A.R.L.; Vieira, A.; Azevedo, J.A.; Genú, P.J. C.; Kliemann, H.J. Nutrição mineral e adubação do abacaxizeiro. In: HAAG, P.H. **Nutrição mineral e adubação de frutíferas tropicais**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.31-58.
- Catunda, P.H.A. Brassinosteróide e substratos: efeitos na aclimatização, crescimento e nos teores de nutrientes do abacaxizeiro. Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 108p. 2007.
- Coelho, R. I.; Carvalho, A. J. C.; Marinho, C. S.; Lopes, J. C.; Pessanha, P. G. O. Resposta à adubação com uréia, cloreto de potássio e ácido bórico em mudas

- do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.29. 2007. p. 161-165.
- Coelho, R. I.; Carvalho, A.J.C.; Thibaut, J.T.L.; Lopes, J.C. Brotação de gemas em secções de caule de abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' tratadas com reguladores de crescimento. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 203-209, 2009.
- Cortes, P.A.; Terrazas, T.; Leon, T.C.; Larque-Saavedra, A. Brassinosteroid effects on the precocity and yield of cladodes of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (L) Mill.) *Scientia horticulturae.*, vol.97, n. 1, p.65-73, 2003.
- Cruz, J.L.; Pelacani, C.R.; Carvalho, J.E.B. de; Souza Filho, L.F.da S.; Queiroz, D.C. Níveis de nitrogênio e a taxa fotossintética do mamoeiro "golden". **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.1, p.64-71, 2007.
- Cunha, G.A.P. da; Reinhardt, D.H.R.C. **Manejo de mudas de abacaxi**. Cruz das Almas, EMBRAPA. 2004. (Comunicado Técnico, 105).
- Ramos, M.J.M. Caracterização de sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro cultivar Imperial. Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, 87p. 2006.
- Reinhardt, H.R.C., Cunha, G.A.P. da. Métodos de propagação In: Cabral, J.R.S., Souza, L.F. da S. *O abacaxizeiro – cultivo, agroindústria e economia*. Brasília, Embrapa/Mandioca e Fruticultura, p.105-138, 1999.
- Reinhardt, H.R.C. Propagação de abacaxizeiro: método usual e por seção de caule. In: *Simpósio Brasileiro de Abacaxizeiro*. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. p.47-59, 1982.
- Siebeneichler, S.C. O boro na cultura do abacaxizeiro 'Perola' no Norte do Estado do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 75p. 2002.
- Taiz, L.; Zeiger, E. *Plant Physiology*. California: The Benjamin/ Commings Publishing, 690p. 2004.

3.3. Brotação e desenvolvimento de gemas de secções do caule de abacaxizeiro submetidas ao brassinosteróide.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de diferentes concentrações de brassinosteróide na brotação e no desenvolvimento inicial de gemas de secções de caule de abacaxizeiro 'Smooth Cayenne'. O experimento foi conduzido em blocos casualizados, com quatro tratamentos, cada tratamento correspondeu a uma concentração de brassinosteróide: testemunha; 0,5 mgL⁻¹; 0,75 mgL⁻¹ e 1,0 mgL⁻¹, com quatro blocos, cada parcela experimental foi composta por oito secções. Obtidas as secções, estas foram imersas nas soluções de brassinosteróide de acordo com os tratamentos, durante 5 minutos, as secções correspondentes à testemunha foram imersas em água pura. O número de gemas brotadas foi contabilizado diariamente. Três meses após o plantio das secções, os rebentos foram colhidos, sendo avaliado quanto: ao número de gemas brotadas, comprimento, diâmetro, número de folhas, peso fresco da parte aérea e do sistema radicular e teor nutricional das plantas. O brassinosteróide proporcionou efeitos positivos no desenvolvimento de gemas axilares de secções do caule de abacaxizeiro e mostrou-se eficiente na quebra da dormência das gemas. O brassinosteróide proporcionou incremento no comprimento, diâmetro, número de folhas, peso de matéria fresca e peso de matéria seca da parte aérea dos rebentos emitidos. O brassinosteróide não proporcionou efeito no estado

nutricional da parte aérea dos rebentos emitidos, com exceção para o cálcio, onde o brassinosteróide proporcionou maiores teores

Termos para indexação: *Ananas comosus*, gema; dormência, brassinosteróide.

ABSTRACT

Sprouting and development of buds in stem sections of pineapple treated with brassinosteroid.

This work aimed to verify the effect of different concentrations of brassinosteroid in sprouting and initial development of bud in stems sections of 'Smooth Cayenne' pineapple. A randomized block design was used with four treatments, each treatment corresponded to a concentration of brassinosteroid: control, 0.5 mg L⁻¹, 0.75 mg L⁻¹ and 1.0 mg L⁻¹ with four blocks, each plot was composed by eight sections. Sections obtained, they were immersed in brassinosteroid solutions, according to the treatments, during 5 minutes, the sections corresponding to control, were immersed in pure water. The number of buds sprouted was counted daily. Three months after planting the sections, the shoots were harvested, and were evaluated: the number of sprouted buds, length, diameter, leaf number, fresh weight of shoot and root and nutrient content of plants. The brassinosteroid provided positive effects on the development of axillary buds from the stem sections of pineapple and proved efficient in breaking dormancy of buds. The brassinosteroid provided an increase in the length, diameter, number of leaves, weight of aerial fresh and dry weight of shoots issued. The brassinosteroid provided no effect on the shoot nutritional content of seedlings issued, except for calcium where the brassinosteroid led to higher levels.

Index terms: *Ananas comosus*, bud, dormancy, brassinosteroid.

INTRODUÇÃO

Os hormônios vegetais têm um importante papel no controle do crescimento, diferenciação e desenvolvimento das plantas. São eles que regulam a velocidade de crescimento das partes individuais e integram essas partes para produzir a forma que é reconhecida como uma planta (Bleasdale, 1977). Eles desempenham um papel em determinar se a planta é anã ou gigante, se suas folhas envelhecem e caem, se as gemas laterais se desenvolvem, etc. Eles afetam todas as fases do crescimento vegetal. Estão presentes nos tecidos vegetais em concentrações muito baixas, mas seu efeito é, freqüentemente, imenso e drástico.

Os fitormônios formam um grupo bastante numeroso de compostos de uso comercial, divididos em categorias, de acordo com sua estrutura e efeitos. Não são encontrados naturalmente, mas exercem sobre as plantas uma ação semelhante a dos hormônios, causando respostas fisiológicas e influenciando o desenvolvimento das plantas. Vêm sendo utilizados há muito tempo, não só para combater ervas daninhas, mas também para criar condições favoráveis para a melhoria do rendimento e qualidade de produtos agrícolas.

A compreensão dos mecanismos controladores do crescimento e da dormência das plantas é de fundamental importância para a resolução de muitos problemas na agricultura. Estes fatores interferem na reprodução de muitas espécies de interesse econômico, assim como no seu armazenamento e distribuição no mundo.

Período de interrupção do crescimento é comum à maioria das plantas, este período é denominado de dormência e pode ser definido como a habilidade do órgão em reter a viabilidade, mantendo baixa atividade metabólica, sem nenhum crescimento observável (Berrie, 1985).

A propagação do abacaxizeiro, pelo seccionamento do talo é um método simples, que permite a formação de mudas através do desenvolvimento de gemas axilares de pedaços (secções) do talo da planta-mãe. As gemas passam do estado dormente para outro fisiologicamente ativo pela eliminação da ação hormonal dominante do meristema apical.

Heenkenda (1993) afirmou que a multiplicação rápida empregando secções de caule, em Sri Lanka, inviabilizou-se devido ao longo tempo requerido para a formação das mudas e da elevada perda verificada no viveiro. Para melhorar a eficiência da produção de mudas através do seccionamento, torna-se necessário o aprimoramento e a incorporação de novas técnicas no processo produtivo.

O rendimento de gemas desenvolvidas por secção de talo de abacaxizeiro é baixo, em condições normais, a média é de uma a três gemas brotadas por secção. A utilização de fitormônios poderia proporcionar maiores médias de brotação, no entanto, são poucos os relatos sobre o uso de reguladores de crescimento na propagação *ex vitro* do abacaxizeiro.

Segundo Adaniya et al. (2004), o tratamento por imersão, durante três horas em solução contendo 2,5 ou 5,0 mgL⁻¹ de forchlorfenuron (*N*-(2-chloro-4-pyridyl)-*N*-phenylurea) (CPPU), promoveu a brotação de 85% das gemas axilares em segmento de caule do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' e o tratamento com 6-benziladenina, na concentração de 10 ou 25 mg L⁻¹, também foi mais efetivo do que a testemunha.

Coelho *et al.* (2009), avaliaram a propagação *ex vitro* do abacaxizeiro, 'Smooth Cayenne', pelo método de secções de caule tratadas com ácido Giberélico (GA₃) e 6-benzilaminopurina (BAP) nas concentrações de 0; 100; 200; 300 e 400 mg L⁻¹, verificaram que o GA₃ e BAP não influenciam na produção de mudas do abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne. Os maiores valores para massa da matéria fresca e massa da matéria seca das mudas foram obtidos sem aplicação de BAP e GA₃, utilizando-se de secções de caule com 14 cm de comprimento.

Os brassinosteróides (BRs) são lactonas polihidroxi-esteroidais que ocorrem naturalmente em plantas. Os BRs são hormônios que promovem o alongamento celular, expansão celular, aumentam o gravitropismo, retardam a abscisão de folhas, aumentam a resistência ao estresse e promovem a diferenciação de xilema (Fujioka e Sakurai, 1997).

Vários reguladores de crescimento já foram identificados atuando no desenvolvimento de gemas axilares de varias culturas com aplicações de 6-benzilaminopurina (BAP) promoveram o crescimento das gemas laterais em *Pisum sativum* (Pillary e Railton, 1983). Huck e Rieseberg (1983) aumentaram o número de gemas brotadas por folhas de *Bryophyllum calycinum* com aplicações de citocininas; Allan & Mac Millan (1991) obtiveram grande número de brotações

laterais, utilizando citocinina, benziladenina (BA) e GA_3 aplicados no caule das plantas de mamoeiro; Junior e Ayub (2002) verificaram efeito positivo da aplicação de cianamida hidrogenada na brotação de gemas laterais e terminais de macieiras da cv. Eva.

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de diferentes concentrações de brassinosteróide na quebra da dormência e no desenvolvimento inicial de gemas de secções de caule de abacaxizeiro 'Smooth Cayenne'.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, situada no município de Campos dos Goytacazes – RJ. Sendo conduzido em blocos casualizados, com quatro tratamentos, cada tratamento correspondeu a uma concentração de brassinosteróide (2-alfa,3-alfa,6-oxo-5alfa-espirostanodiol): 0; 0,5; 0,75 e 1,0 mg L^{-1} , com quatro blocos, cada parcela experimental foi composta por oito secções.

Para o preparo das secções foram utilizados caules da cultivar Smooth Cayenne, oriundos de plantações comerciais estabelecidas no município de São Francisco do Itabapoana - RJ. A coleta dos caules foi realizada logo após a colheita dos frutos. As plantas selecionadas foram arrancadas e, em seguida, com o auxílio de um facão tiveram suas folhas eliminadas com exceção das bainhas.

No galpão, os caules tiveram a parte basal com presenças de raízes, juntamente com o ápice eliminados, utilizando-se de uma guilhotina. Posteriormente, os caules foram seccionados mediante corte transversal ao eixo do talo em pedaços com comprimento de 10 cm. Em seguida, foram novamente seccionados longitudinalmente, obtendo-se quatro secções.

Obtidas as secções estas foram imediatamente tratadas por imersão em solução aquosa contendo o fungicida CERCOBIN 700WP (grupo químico: BENZIMIDAZOL) na concentração de 1g L^{-1} e o inseticida COMFIDOR 700WG (grupo químico: CLORONICOTINIL) na concentração de 0,03g L^{-1} , por 5 minutos e a seguir foram colocadas para secar.

Um dia após o tratamento fitossanitário, as secções foram imersas durante

5 minutos nas soluções de brassinosteróide de acordo com os tratamentos, as secções correspondentes à testemunha foram imersas em água pura. Aos 30 e 60 dias após o plantio aplicou-se novamente as concentrações de brassinosteróide, utilizando-se pulverizadores manuais, sendo pulverizado 50 ml da solução em cada parcela, cerca de 5 ml por secção. As aplicações ocorriam sempre após as 16 horas.

As secções foram plantadas, em jardineiras, na posição inclinada, com as gemas voltadas para cima, totalizando oito secções por jardineira. Utilizou-se como substrato areia autoclavada durante 1 hora à temperatura de 120°C.

Aos 45 e 90 dias após o plantio das secções, contabilizou-se o comprimento e o diâmetro das brotações. Aos 120 dias após o plantio, as secções foram colhidas, em seguida foram avaliadas as seguintes características: número de gemas brotadas, comprimento, diâmetro, número de folhas, peso fresco da parte aérea (folhas e caule) e do sistema radicular, peso seco da parte aérea e do sistema radicular e o estado nutricional das plantas (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn e Mn).

A gema era considerada brota quando se apresentava intumescida com cerca de 2 cm. Para a avaliação do comprimento das mudas utilizou-se uma régua graduada, para isso, as mudas tiveram suas folhas agrupadas para cima, aferindo-se desde a base até a extremidade da maior folha; o diâmetro do caule foi aferido cerca de um centímetro acima do solo utilizando-se um paquímetro digital. O peso fresco da parte aérea e do sistema radicular foi aferido com o auxílio de uma balança de precisão. Por fim, a parte aérea e o sistema radicular foram colocados para secar em estufa de circulação de ar para a avaliação do peso seco.

Para a determinação dos nutrientes, foram pesadas duas amostras de matéria seca moída da parte aérea das mudas de cada tratamento, para se proceder as digestões sulfúricas e nitro-perclórica. Os teores de nitrogênio foram determinados pela digestão sulfúrica, enquanto que os teores de P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn, e Mn foram determinados pela digestão nitro-perclórica. O K foi dosado por espectrofotometria de emissão atômica; o P foi determinado, calorimetricamente, pelo método do molibdato; o Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, por espectrometria de absorção atômica; o S, por turbidimetria do sulfato. O N orgânico foi dosado pelo método de Nessler.

Os valores obtidos para as características avaliadas foram submetidos a análises de variância. As médias foram submetidas à análise de regressão e comparadas pelo teste Tukey, ambos a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As primeiras brotações foram observadas aos 19 dias após o plantio das secções. Verificou-se que o brassinosteróide adiantou a brotação, visto que o controle foi o último a emitir rebentos, sendo contabilizado somente aos 26 após o plantio.

Verifica-se na Figura 1 que a maior média de gemas brotadas por secção foi obtida na concentração de 1,0 mg L⁻¹, sendo de 1,93 gemas brotadas por secção, a menor média estimada foi de 0,99 gemas brotadas por secção encontrada na concentração estimada de 0,27 mg L⁻¹. As secções que não receberam brassinosteróide apresentaram em média 1,12 gemas brotadas por secção, sendo, que a concentração de 1,0 mg L⁻¹ proporcionou incremento de 41,9% em relação a este tratamento.

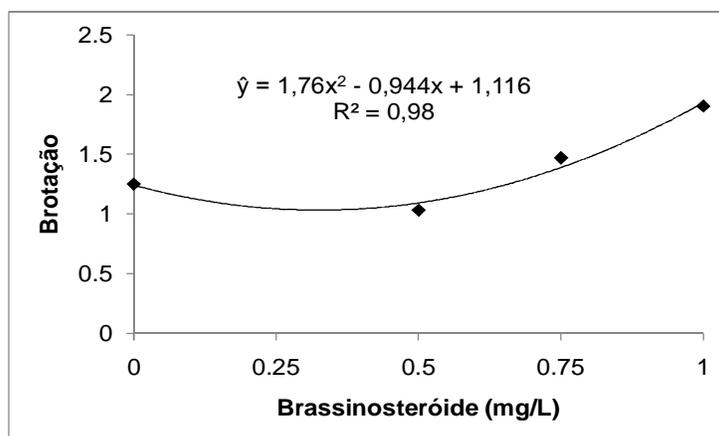


Figura 1 – Brotações de gemas de secções de caule do abacaxizeiro submetidas a diferentes concentrações de brassinosteróide 120 dias após o plantio.

Coelho et al. (2009) observaram efeito significativo para o tamanho das secções, BAP e GA₃ sobre o número de gemas brotadas por secção, o maior valor para número de gemas brotadas estimado pelo modelo foi de 3,30 com secções de 14 cm, 300 mg L⁻¹ GA₃ e 400 mg L⁻¹ BAP, contra o menor valor de 2,29 na ausência de GA₃ e BAP.

Adaniya et al. (2004), estudando o efeito de reguladores de crescimento na propagação do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne', verificaram maior eficiência do tratamento com 6-benzyladenine na concentração de 10 e 25 mg L⁻¹ sobre a brotação das gemas (7,6 gemas) em relação ao controle (2,2 gemas), por secção de caule com 12 cm de comprimento sem corte longitudinal.

As médias de brotações obtidas neste trabalho foram menores do que as obtidas por Coelho et al. (2009) e Adaniya et al. (2004), esse resultado é explicado pelo fato das secções utilizadas por Coelho et al. (2009) apresentarem maiores dimensões, visto que utilizaram secções de 14 cm de comprimento e o Adaniya et al. (2004) utilizaram secções de 12 cm de comprimento, no entanto, não cortaram longitudinalmente as secções, neste trabalho as secções utilizadas apresentavam 12 cm e foram cortadas longitudinalmente, desta forma o número de gemas presentes por secções provavelmente eram menores.

O tratamento por imersão, durante três horas em solução contendo 2,5 ou 5,0 mg L⁻¹ de forchlorfenuron (*N*-(2-chloro-4-pyridyl)-*N*phenylurea) (CPPU), promoveu a brotação em 85% das gemas axilares em segmento de caule do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' (Adaniya et al., 2004).

A maior média de comprimento dos rebentos aos 120 dias após o plantio foi observada na concentração de 1,0 mg L⁻¹, sendo de 16,9 cm (Figura 2 A). A menor média estimada de comprimento foi encontrada na concentração de 0,30 mg L⁻¹, apresentando média estimada de 11,04 cm, sendo 34,67% menor que a média proporcionada pela concentração de 1,0 mg L⁻¹. A média estimada do comprimento dos rebentos para as secções que não receberam o brassinosteróide foi de 12,16 cm.

Para o diâmetro, a menor média estimada foi encontrada na concentração de 0,24 mg L⁻¹ proporcionando média estimada de 19,17 mm, a maior média foi observada na concentração de 1,0 mg L⁻¹, sendo de 23,71, um incremento de 19,31% (Figura 2 B).

Houve incremento de 18,92% quando se comparou a concentração que proporcionou a maior e a menor média estimada de número de folhas, sendo respectivamente de $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ e $0,22 \text{ mg L}^{-1}$.

A concentração de $1,0 \text{ mg L}^{-1}$, também proporcionou maiores médias de matéria fresca e seca da parte aérea, tendo incremento estimado de 37,5 e 58,5% respectivamente, quando comparados com as concentrações que resultaram nas menores médias, que foram de $0,35 \text{ mg L}^{-1}$ e $0,37 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente.

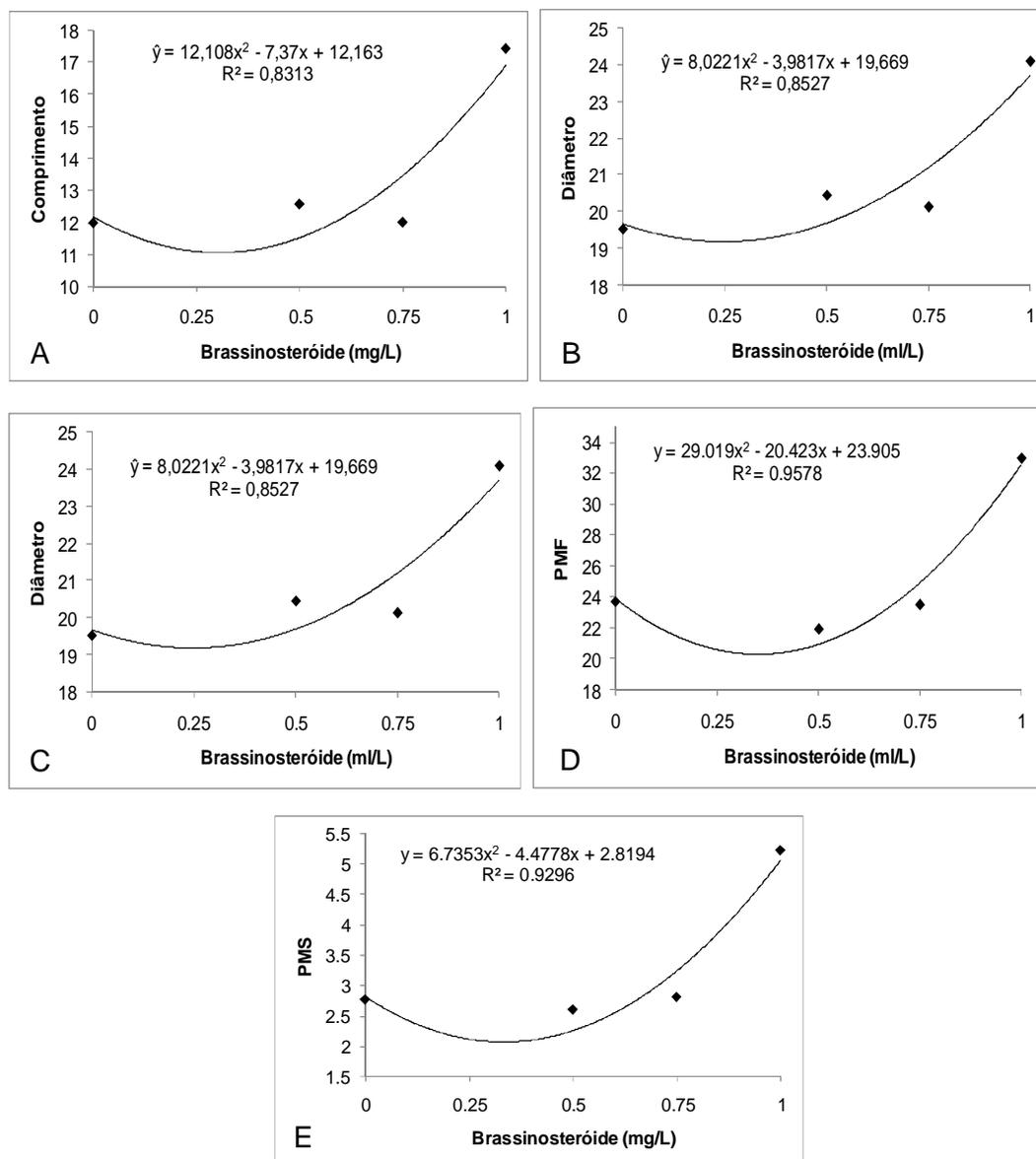


Figura 2 – (A) Comprimento, (B) diâmetro, (C) número de folhas, (D) peso da Matéria Fresca da Parte Aérea (PMF) e (E) peso da matéria seca da Parte Aérea de mudas de abacaxizeiro provenientes do sectionamento de caule submetidas a diferentes concentrações de brassinosteróide aos 120 dias após o plantio.

Os resultados obtidos neste experimento confirmam a atuação do brassinosteróide no crescimento e desenvolvimento vegetal. Segundo Tanaka et al. (2003), os efeitos positivos do brassinosteróide, observados em nível macroscópico do crescimento vegetal são: os brassinosteróides estimulam certas enzimas que desempenham papel importante no fenômeno de crescimento, como a ativação da bomba de prótons, a síntese protéica e de ácidos nucléicos. Também induz uma mudança na composição de alguns aminoácidos em proteínas. Ao nível das membranas celulares, provocam mudanças na composição de ácidos graxos ocasionando mudança nas suas propriedades (plasticidade), aumentam a capacidade de síntese de compostos polissacarídicos que facilitam o fenômeno de transporte de moléculas (translocação), desempenham um papel dominante em relação a outros fitormônios, na medida em que regulamentam a sua atividade, ou a sua produção, a atividade dos brassinosteróides é sinérgica com o de auxinas e giberelina, provavelmente por induzir a síntese de etileno, bem como o cis-épijasmonico.

Segundo Morillon et al. (2001), os BR podem controlar a atividade das aquaporinas presentes na membrana plasmática, proporcionam o aumento da permeabilidade à água e o afrouxamento da parede celular, resultando na expansão celular sem a perda da integridade da plasmalema. Catalá et al. (1997), verificaram que os brassinosteróides são capazes de promover aumento na transcrição de RNAm, que codificam enzimas do tipo xiloglicano endotrasglicosilases, sendo que estas atuam no enfraquecimento da união dos xiloglicanos existentes com as microfibrilas de celulose.

Vários estudos já demonstraram o efeito positivo do brassinosteróide na produção de mudas de várias espécies. Cortes et al. (2003), verificaram o efeito de diferentes concentrações de dois análogos de brassinosteróides (0; 0,00001; 0,001; 0,1; 10mg.L⁻¹) nas gemas laterais de cactos (*O. ficus-indica* (L) Mill. var. lutea), os autores concluíram que os dois análogos de brassinosteróides proporcionaram o desenvolvimento das gemas vegetativas sete dias mais cedo do que o controle, e aumentaram a taxa de crescimento dos brotos, o número de gemas vegetativas estimuladas, o rendimento do número de brotos totais colhidos e o seu peso fresco.

Peñalver et al. (1998) recomendam que no manejo das plântulas de abacaxizeiro produzidas em biofábricas, na fase de aclimatização, as raízes

sejam imersas em uma solução de brassinosteróide ($0,1 \text{ mg L}^{-1}$) para incrementar o crescimento da parte aérea na fase de aclimatização.

Catunda et al. (2008), avaliaram o efeito da aplicação de diferentes concentrações de um análogo de brassinosteróide - BIOBRAS-16 (0; 0,1; 0,3; 0,5 e 1 mgL^{-1}) e do uso de dois substratos sobre a aclimatização de mudas micropropagadas do abacaxizeiro 'Imperial', o análogo de brassinosteróide e o substrato bagaço de cana + torta de filtro promoveram maior crescimento da parte aérea das mudas. A menor concentração efetiva do BIOBRAS-16, relacionada ao maior crescimento, foi de 0,5 e $0,1 \text{ mg L}^{-1}$.

Altoé et al. (2008), verificaram o efeito da aplicação de diferentes concentrações de BIOBRAS-16 (0,0; 0,1; 0,5; 0,75 e $1,00 \text{ mg L}^{-1}$) sobre o crescimento vegetativo e o estado nutricional da tangerineira 'Cleópatra' na fase da semeadura à repicagem e concluíram que houve efeito benéfico das concentrações 0,1; 0,5 e $1,00 \text{ mg L}^{-1}$ do BB-16 sobre o diâmetro do caule das plantas.

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

Os efeitos induzidos pelos brassinosteróides não podem ser considerados de forma isolada, já que esses compostos interagem com outros reguladores vegetais, com sinais ambientais (principalmente qualidade da luz), estado hídrico e nutricional das plantas (Vázquez e Rodríguez, 2000). Entretanto, existem poucas informações de seu efeito sobre o estado nutricional de plantas.

Quanto ao teor nutricional das mudas, verificou-se resposta significativa apenas para o cálcio, onde as mudas tratadas com brassinosteróide na concentração de $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ apresentaram maior média, sendo de $6,39 \text{ g Kg}^{-1}$ e a menor média foi encontrada nas mudas que não receberam o brassinosteróide, sendo de $4,87 \text{ g Kg}^{-1}$ (Figura 3). Segundo Malavolta (1982), a faixa de 5,0 a $7,0 \text{ g kg}^{-1}$ é tida como valores adequados para o abacaxizeiro na folha "D" inteira.

Os teores nutricionais indicam a pouca influência do brassinosteróide na capacidade de acúmulo de nutrientes aos 120 dias após o plantio das secções de caule do abacaxizeiro. Nesta fase de desenvolvimento, os rebentos absorvem

nutrientes acumulados nas reservas das secções do caule e isso pode ter proporcionado a falta de resposta significativa dos demais nutrientes (Tabela 1).

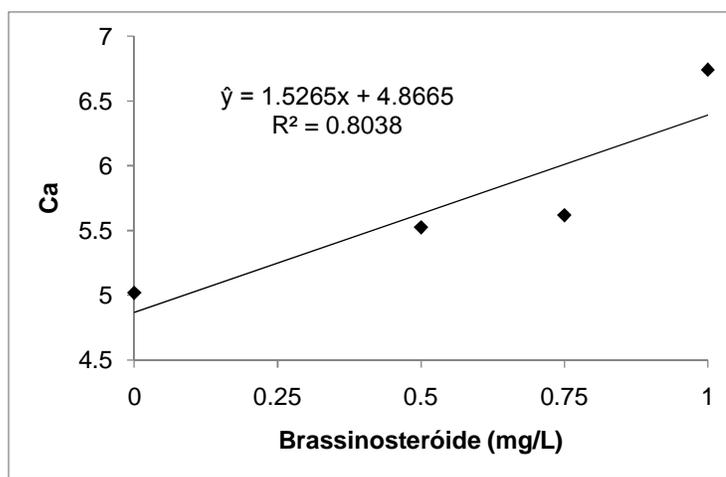


Figura 3 – Teores médios de Cálcio (g Kg^{-1}) encontrados em mudas de abacaxizeiro provenientes do seccionamento de caule submetidas a diferentes concentrações de brassinosteróide aos 120 dias após o plantio.

Aos 130 dias após repicagem, Altoé (2006) não verificou efeito do brassinosteróide nos conteúdos de N, P, K, Ca, Mg, S e Zn na massa seca das folhas da tangerineira ‘Cleopatra’. Catunda et al. (2007) não observaram efeito de diferentes concentrações do brassinosteróide sobre os teores de N, P e K na folha “D” do abacaxizeiro coletada aos 180 dias após o transplântio.

Tabela 1 - Teores médios de nutrientes encontrados em mudas de abacaxizeiro provenientes do seccionamento de caule submetidas a diferentes concentrações de brassinosteróide aos 120 dias após o plantio.

BRS mgL^{-1}	N	K	Mg	S	Zn	Fe	Cu mg/kg	Mn
TES	12,0 a	1,9 a	1,2 a	1,2 a	17,8 a	60,5 a	6,5 a	171,1 a
0,5	12,3 a	2,0 a	1,3 a	1,2 a	17,7 a	51,0 a	6,5 a	163,2 a
0,75	11,5 a	2,1 a	1,2 a	1,1 a	16,6 a	49,3 a	6,5 a	172,2 a
1,0	11,6 a	2,1 a	1,3 a	1,3 a	15,9 a	68,4 a	6,8 a	173,4 a

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

Nas condições deste trabalho conclui-se que:

- O brassinosteróide proporciona efeitos positivos no desenvolvimento de gemas axilares de secções do caule de abacaxizeiro e mostra-se eficiente na quebra da dormência das gemas;
- O brassinosteróide proporciona incremento no comprimento, diâmetro, número de folhas, peso de matéria fresca e peso de matéria seca da parte aérea dos rebentos emitidos;
- O brassinosteróide não proporciona efeito no estado nutricional da parte aérea dos rebentos emitidos, com exceção para o cálcio, onde o brassinosteróide proporciona maiores teores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adaniya, S.; Minemota, K.; Moromizato, Z.; Molomura, K. The use of CPPU for efficient propagation of pineapple. **Scientia Horticultura**, Amsterdam, v. 100, p. 7-14, 2004.
- Allan, P.; Mac MILLAN, C.N. Advances in propagation of *Carica papaya* L. cv. Honey Gold cuttings. **Journal of the South African Horticulture Science**, Stellenbosch, v.1, n.2, p.69-72, 1991.
- Altoé, J.A. Tangerina 'Cleopatra' submetida a micorrização e a um análogo de brassinosteróide. 2006. 72p. Tese (Mestrado em produção vegetal)-Campos-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 2006.
- Altoé, J.; Marinho, C.; Muniz, R.; Rodrigues, L.; Gomes, M. Tangerineira 'Cleopatra' submetida a micorrização e a um análogo de brassinosteróide. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 13-17, 2008.
- Bleasdale, J.K.A. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: EPU, Editora da Universidade de São Paulo, 1977.
- Catalá, C., Rose, J.K.C., Bennett, A.B. Auxin regulation and spatial localization of endo-1,4- β -D-glucanase and xyloglucan endotransglycosylase in expanding

tomato hypocotyls. **The Plant journal : for cell and molecular biology**, Inglaterra, v. 12, n. 2, p. 417-426, 1997.

Catunda, P.H.A. Brassinosteróide e substratos: efeitos na aclimatização, crescimento e nos teores de nutrientes do abacaxizeiro. 2007. 108p. Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 2007.

Catunda, P.H.A.; Marinho, C.S.; Gomes, M.M.A e Carvalho, A.J.C. Brassinosteróide e substratos na aclimatização do abacaxizeiro 'Imperial'. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 345-352, 2008.

Coelho, R. I.; Carvalho, A.J.C.; Thibaut, J.T.L; Lopes, J.C. Brotação de gemas em secções de caule de abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' tratadas com reguladores de crescimento. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 203-209, 2009.

Cortes, P.A.; Terrazas, T.; Leon, T.C.; Larque-Saavedra, A. Brassinosteroid effects on the precocity and yield of cladodes of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (L) Mill.) **Scientia horticulturae**, Amsterdam, v.97, n. 1, p.65-73, 2003.

Heenkenda, H. M. S. Effect of plant size on sucker promotion in Mauritius pineapple by mechanical decapitation. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 334, p. 331-336, 1993.

Cruz Junior, A. O; AYUB, R. A. Quebra de dormência de gemas de macieira cv. Eva tratadas com cianamida hidrogenada. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 576-578, 2002.

Fujioka, S., Sakurai, A. Biosynthesis and metabolism of brassinosteroids. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.100, p710-715. 1997

Morillon, R., Catterou, M., Sangwan, R.S., Sangwan, B.S., Lassalles, J.P. Brassinolide may control aquaporin activities in *Arabidopsis thaliana*. **Planta**, Berlin, v. 212, n. 2, p. 199-204, 2001.

Peñalver, D.A.; Terry, F.J.; Rodríguez, M.A.D. Aclimatización. In: Ponce,J.N.P. **Propagación y Mejora Genética de Plantas por Biotecnología**. Instituto de Biotecnología de las Plantas. Vila Clara. P.193-201. 1998

Pillary, I. e Railton, I.D. Complete release of axillary bud from apical dominance in intact, ligh-grow seedlings of *Pisum sativum* L following a single application of cytokinin. **Plant Physiology**, v. 71 p. 972-974, 1983.

Tanaka K, Nakamura Y, Asami T, Yoshida S, Matsuo T, Okamoto S. Physiological roles of brassinosteroids in early growth of Arabidopsis: brassinosteroids have a synergistic relationship with gibberellin as well as auxin in light-grown hypocotyl elongation. **Journal of Plant Growth Regulation**. New York, v. 22, p. 259–271, 2003.

Vázquez, M.C.N., Rodríguez, R.C.M. **Brasinoesteroides**: nuevos reguladores del crecimiento vegetal con amplias perspectivas para la agricultura. Campinas: IAC, 2000 p. 83. (Documentos IAC, n. 68).

3.4. Substratos e Osmocote na nutrição e desenvolvimento de mudas micropropagadas de abacaxizeiro cv. 'Vitória'

RESUMO

O principal entrave da abacaxicultura brasileira é a ausência de mudas com qualidade e em quantidade. A obtenção de mudas livres de pragas e doenças é possível por meio da cultura de tecidos, no entanto essas mudas necessitam de um período de aclimatização. O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de diferentes substratos e doses de adubo de liberação lenta no desenvolvimento e nutrição de mudas micropropagadas de abacaxi durante a segunda fase de aclimatização. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três substratos (1- solo de superfície; 2- compostagem de bagaço de cana-de-açúcar e torta de filtro e 3- um substrato composto (solo + areia + Plantmax[®])) e 5 doses de Osmocote[®]: 0, 10, 20, 25 e 30 g.planta⁻¹, com quatro blocos. O substrato que proporcionou maiores teores de N, P e K nas plantas foi o composto de bagaço de cana mais torta de filtro. O Osmocote[®] proporcionou incremento no comprimento da planta, no número de folhas e no peso da matéria seca da parte aérea. Dosagens elevadas de Osmocote[®] proporcionaram a redução do pH dos substratos e acúmulo de nutrientes, tornando-se tóxicos às mudas.

Termos para indexação: *Ananas comosus*, nutrição; micropropagação.

ABSTRACT

Substrates and Osmocote® in nutrition and development of plantlets micropropagated of pineapple cv. 'Vitória'

The main obstacle of the Brazilian pineapple tree is the lack of seedlings with quality and in quantity. The obtaining of plants free of pests and diseases is possible through tissue culture, however these plants need a period of acclimatization. The aim of this study was to verify the effect of different substrates and doses of controlled-release fertilizer in the development and nutrition of micropropagated pineapple during the second phase of acclimatization. The experimental design was in randomized blocks with three substrates (1- surface soil; 2- composting of sugarcane pulp and filter cake and 3- a substrate composed (soil + sand + Plantmax®)) and 5 doses of Osmocote®: 0, 10, 20, 25 and 30 g.plant⁻¹, with four blocks. The substrate that provided the largest amounts of N, P and K in plants was the composite of sugarcane pulp and filter cake. The Osmocote® provided an increase in the length of the plant, in the number of leaves and in dry weight of shoot. High doses of Osmocote® provided the pH reduction of substrates and accumulation of nutrients, making it toxic to plants.

Terms for indexation: *Ananas comosus*, nutrition; micropropagation.

INTRODUÇÃO

Na atividade agrícola vários são os fatores que corroboram para que o produtor consiga o nível de qualidade que o consumidor requer aliado à alta produtividade, sendo que, a disponibilidade adequada de nutrientes às plantas durante a fase de desenvolvimento e produção, associado à escolha de variedades adaptadas para cada região, assim como a utilização de material propagativo sadio e vigoroso são essenciais para o sucesso econômico do produtor.

O fato de a abacaxicultura brasileira ser constituída predominantemente pelas cultivares Pérola e Smooth Cayenne, ambas suscetíveis à fusariose, principal doença do abacaxizeiro, faz-se necessário o desenvolvimento de cultivares resistentes (Cabral et al., 2003). Alguns programas de melhoramento genético lançaram novas variedades, como a 'Vitória', visando à resistência à fusariose e à produção de frutos de qualidade que atendam as exigências do mercado.

A situação do material de plantio de abacaxizeiro no Brasil pode ser definida como de escassez de mudas de boa qualidade, que tenham vigor e sanidade adequada para garantir um bom desenvolvimento inicial das plantas e um risco mínimo de ocorrência de doenças e pragas. A escassez da oferta de mudas com qualidade e em quantidade pode ser atribuída à baixa eficiência dos métodos, ao tempo relativamente longo para a obtenção das mudas em relação ao ciclo da cultura e ao alto custo de produção (Cunha e Reinhardt, 2004).

A obtenção de mudas totalmente livres de pragas e doenças é possível por meio da cultura de tecidos vegetais, a qual permite a obtenção de milhares de mudas a partir de uma única gema, em curto espaço de tempo (Pasqual *et al.*, 2001). Este processo baseia-se no princípio da totipotencialidade das células, ou seja, qualquer célula de organismo vegetal apresenta todas as informações genéticas necessárias à regeneração de uma planta completa (Pasqual *et al.*, 2001; Gallo & Crocomo, 1995).

Plântulas micropropagadas precisam de um período de aclimatização, imediatamente após a remoção do ambiente *in vitro*. Na fase de aclimatização as mudas são levadas para as casas de vegetação ou viveiros, a fim de aclimatizarem, ou seja, adaptar sua fisiologia heterotrófica para uma fisiologia autotrófica. Nessa fase, as mudas são fortemente influenciadas pelas condições ambientais como luminosidade e temperatura, assim como aos tratamentos culturais como adubações, irrigações e substratos utilizados.

As plântulas de abacaxizeiro quando saem das condições '*in vitro*', são levadas para casa de vegetação com cerca de 5cm, sendo acondicionadas geralmente em bandejas de isopor, permanecendo neste ambiente por cerca de 5 a 6 meses, atingindo cerca de 10 a 12 cm. No entanto, estas mudas ainda não estão adequadas para ser transferidas para o campo, desta forma necessitam de uma segunda fase de aclimatização, podendo ser em casa de vegetação com

cobertura de sombrite com microaspersores em sistema de irrigação programável, ou em viveiros no chão, com cobertura de sombrite e microaspersão, até atingirem 20 a 30 cm de comprimento, esta fase pode durar de 4 a 8 meses.

Em escala comercial, as tecnologias convencionais para aclimatização não atendem às necessidades da micropropagação de várias culturas. Em abacaxizeiro, a utilização da micropropagação em larga escala depende do desenvolvimento e/ou adequação de técnicas que visem a uma multiplicação e a aclimatização mais adequadas, eficientes e de baixo custo. (Pasqual *et al.* 1998).

Alguns fatores são fundamentais para a otimização do processo de aclimatização, com a escolha do substrato adequado para cada espécie associado a um programa eficiente de adubação, a melhor compreensão destes fatores proporcionará a obtenção de mudas de melhor qualidade, em menor tempo.

Um bom substrato deve apresentar propriedades físicas e químicas adequadas para o desenvolvimento da planta, ser poroso para facilitar a drenagem e permitir a aeração, apresentar boa sanidade, baixo nível de salinidade e boa disponibilidade de nutrientes. A qualidade do substrato depende, primordialmente, das proporções e dos materiais que compõem a mistura (SILVA *et al.*, 2001).

Adicionalmente ao uso do substrato, podem ser feitas adubações que ajudem o desenvolvimento e o crescimento das mudas, além de reduzir os custos de produção pelo menor tempo de permanência no viveiro. A eficiência das adubações em cobertura depende basicamente das doses e fontes dos adubos utilizados, da capacidade de troca catiônica e das características físicas do substrato (SGARBI *et al.*, 1999).

Uma das formas para aumentar a eficiência da adubação é o parcelamento dos nutrientes, principalmente do nitrogênio, porém, essa prática aumenta o custo operacional. Segundo SGARBI *et al.* (1999), uma alternativa é a utilização de fontes de fertilizante que apresentem liberação lenta ou controlada dos nutrientes, permitindo a disponibilidade contínua, e, portanto, menor possibilidade de deficiência, dispensando aplicações parceladas de outras fontes, reduzindo os custos operacionais (MENDONÇA *et al.*, 2004).

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de diferentes substratos e doses de adubo de liberação lenta (Osmocote®) no crescimento e nutrição de

mudas micropropagadas de abacaxizeiro cv. 'Vitória' durante a segunda fase de aclimatização nas condições de Campos de Goytacazes.

MATERIAL E MÉTODOS

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

As mudas de abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.) Merrill) 'Vitória' provenientes de cultura de tecidos foram adquiridas no Laboratório de Biotecnologia BIOMUDAS de Venda Nova Imigrante-ES, onde estavam acondicionadas em bandejas de isopor de 200 células, preenchidas com Plantmax[®] hortaliças. As mudas foram aclimatizadas por 5 meses (primeira fase) em casa de vegetação com cobertura lateral em plástico transparente equipada com sistema de nebulização automática.

As mudas utilizadas no experimento foram padronizadas por tamanho e peso, apresentando em média 11,7 cm de altura e 134,4 g (somatório da parte aérea e do sistema radicular juntamente com o substrato da bandeja), com desvio padrão de $\pm 0,98$ cm e $\pm 32,1$ g, respectivamente.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 5, sendo 3 substratos (1- solo de superfície ; 2- compostagem de bagaço de cana-de-açúcar e torta de filtro e 3- um substrato composto de uma mistura (solo + areia + Plantmax hortaliças ht[®]) e 5 doses de Osmocote[®]: 0, 10, 20, 25 e 30 g planta⁻¹ ou (0; 3,33; 6,67; 8,33 e 10 kg m⁻³) com quatro blocos, em um total de 60 plantas.

As mudas foram transferidas para vasos com capacidade de 3 dm³ preenchidos com os substratos, de acordo com o tratamento. As doses de Osmocote (NPK 14-14-14) foram misturadas ao substrato antes do transplântio das mudas.

A composição do substrato mistura foi preparada utilizando-se (v/v) 60% de solo de superfície, 20% de areia lavada e 20% de Plantmax hortaliças ht[®]. A

compostagem foi obtida através da mistura entre bagaço de cana-de-açúcar e torta de filtro na proporção de 3:2, (v/v). Durante o período de compostagem, a mistura foi revolvida e molhada periodicamente com uma solução na concentração de 6 g kg⁻¹ de uréia. O substrato solo de superfície foi coletado na UAP - UENF – Unidade de Apoio à Pesquisa da Universidade Estadual Norte Fluminense Darci Ribeiro. Na Tabela 1 encontram-se os resultados da análise química dos substratos utilizados.

Aos 240 dias após o transplântio as plantas foram coletadas e imediatamente avaliados o comprimento da planta, o número de folhas e o diâmetro do colo da planta. O comprimento foi medido com o auxílio de uma régua graduada e o diâmetro através de um paquímetro digital. Em seguida as plantas foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 70°C, para a obtenção da massa seca da parte aérea e do sistema radicular das plantas. Com a matéria seca foi realizada a análise nutricional da parte aérea das mudas, onde foram avaliados os teores de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn e Mn.

Tabela 1 - Composição química de amostras dos substratos utilizados no cultivo do abacaxizeiro 'Vitória' na fase de aclimatização.

Substratos	pH H ₂ O	P mg/dm ³	K	Ca mmol _e dm ⁻³	Mg	Al	Fe	Cu mg dm ⁻³	Zn	Mn	M.O %
Solo	5,8	9	1,23	39,8	38,0	0,0	29	0,98	2,96	13,7	37,4
Compostagem	6,5	663	4,60	54,7	20,6	0,0	113	1,82	29,9	79,3	73,7
Mistura	6,0	32	1,10	51,3	19,3	0,0	52	0,38	1,94	27,2	47,0

Para a determinação dos nutrientes, a matéria seca da parte aérea foi moída, em seguida pesaram-se duas amostras de cada tratamento para se proceder, às digestões sulfúricas e nitro-perclórica. Os teores de nitrogênio foram determinados pela digestão sulfúrica enquanto que os teores de P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, e Mn foram determinados pela digestão nitro-perclórica. O P foi determinado, colorimetricamente, pelo método do molibdato; o K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, por espectrometria de absorção atômica (Malavolta et al., 1997). O N orgânico foi dosado pelo método de Nessler.

Os valores obtidos para as características avaliadas foram submetidos a análises de variância. As médias foram comparadas pelo teste Tukey e as doses de adubo de liberação lenta foram submetidas à análise de regressão, ambos a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de sobrevivência das plantas micropropagadas de abacaxizeiro foi de 100% para todos os tratamentos testados.

Não houve interação significativa entre os fatores estudados para as variáveis de desenvolvimento de planta, houve efeito significativo quando estes foram analisados isoladamente.

Os substratos utilizados não proporcionaram diferenças significativas entre as médias das variáveis comprimento da planta, diâmetro do colo da planta, número de folha e matéria seca da parte aérea. A variável que foi influenciada significativamente pelo substrato foi o peso da matéria seca da raiz.(Tabela 2).

Com relação ao peso da matéria seca das raízes, as médias proporcionadas pelo substrato solo de superfície foram estatisticamente superiores às demais. Catunda *et al.* (2008) estudaram diferentes substratos na aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro e verificaram que plantas cultivadas no substrato composto por bagaço de cana mais torta de filtro apresentaram média de massa seca de raízes inferiores à média das plantas cultivadas no Plantmax®.

Segundo Moreira *et al.*, (2006), os substratos esterco; composto orgânico; solo + plantmax e solo + esterco + plantmax proporcionaram resultados estatisticamente superiores para as características avaliadas no sistema radicular de mudas micropropagadas de abacaxizeiro cv. Pérola em fase de aclimatização. Segundo Moreira *et al.*, (2006), os autores desses resultados evidenciam a necessidade de se ter proporções adequadas de componentes no substrato, principalmente de matéria orgânica, para o adequado desenvolvimento das plantas, visto que o substrato exerce influência significativa na arquitetura do

sistema radicular, no estado nutricional das plantas e no movimento de água no sistema solo-planta-atmosfera.

Os resultados deste experimento diferem dos dados obtidos por Moreira *et al.*, (2006), visto que as maiores médias de peso seco de raiz foram encontradas no substrato solo de superfície, o qual possui menor quantidade de matéria orgânica. Este substrato tem menor disponibilidade de nutrientes, isso pode ter acarretado na maior emissão de raízes por parte das plantas pela necessidade de explorarem maior área de substrato para absorver a quantidade de nutrientes necessária para o seu desenvolvimento.

Tabela 2 – Valores médios de comprimento da planta, diâmetro do colo da planta, número de folhas (NF), matéria seca da parte aérea (MSPA); matéria seca da raiz (MSR) de mudas micropropagadas de abacaxizeiro cv. Vitoria, em função de diferentes substratos durante a aclimatização.

Substrato	Comprimento	Diâmetro	NF	MSPA	MSR
Solo	38,55 a	30,35 a	32,25 a	15,54 a	1,03 a
Compostagem	39,50 a	28,00 a	32,95 a	15,95 a	0,59 b
Mistura	35,90 a	25,99 a	30,60 a	13,06 a	0,35 b
CV	14,44	33,10	9,88	30,05	62,32

Médias seguidas por letras distintas, na vertical, diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Hartmann *et al.* (1990) mencionam que os principais efeitos dos substratos se manifestam sobre as raízes, podendo acarretar algumas influências sobre o crescimento da parte aérea. Apesar da diferença ocasionada pelos diferentes substratos na quantidade de raízes emitidas pelas mudas de abacaxizeiro, esse fator não alterou significativamente nenhuma variável da parte aérea da planta. Os substratos que proporcionaram menores emissões de raízes suprimiram essa deficiência com a maior disponibilidade de nutrientes. Segundo Taiz e Zeiger (2004), se a rizosfera recebe água e nutrientes em abundância um sistema radicular pequeno atende as necessidades nutricionais.

Os tratamentos de adubação com Osmocote® apresentaram diferença significativa para todas as variáveis biométricas estudadas. As variáveis

comprimento da planta, número de folhas e matéria seca da parte aérea apresentaram comportamento quadrático em relação às doses de Osmocote® (Figura 1).

A altura da muda é uma característica biométrica importante para a indicação do tamanho ideal de mudas de abacaxizeiro ir para o plantio definitivo no campo. Ventura (2003) recomenda altura entre 20 a 50 cm, e Cunha e Reinhardt (2004) recomendam altura mínima de 30 cm. Verifica-se na Figura 1 que todas as doses de Osmocote® estudadas apresentavam altura mínima de 30 cm, no entanto a dose estimada de 11,95 g proporcionou o maior crescimento da planta (42,97 cm), isso é de grande importância na cadeia produtiva da muda de abacaxizeiro, visto que quanto mais rápido for o crescimento das mudas menor será o tempo de permanência destas no viveiro, diminuindo o custo de produção destas mudas, que é hoje, um dos principais gargalos da utilização das mudas micropropagadas de abacaxizeiro por parte dos produtores. A menor média estimada para o comprimento da planta foi observada na maior dose de Osmocote® 30 g/planta, atingindo 29,52 cm. As plantas que não receberam Osmocote® apresentaram 37,02 cm de comprimento, a dose de 30 g proporcionou perdas de 20,25% em relação à testemunha (Figura 1A).

Segundo Giacomelli (1982), quando as condições climáticas são favoráveis o abacaxizeiro emite, em média, uma folha por semana. Assim, o número de folhas com desenvolvimento normal, em abacaxizeiro, é uma importante característica para a avaliação do crescimento e desenvolvimento de planta, pois, tem forte correlação com a área foliar, matéria fresca e seca da parte aérea e altura de planta. A dose estimada de 13,32 g de Osmocote® proporcionou maior média de número de folhas e a dose de 30 g a menor, sendo respectivamente de 34,8 e 29,34 folhas (Figura 1B).

A melhor resposta de matéria seca da parte aérea foi obtida na dose de 13,64 g de Osmocote®, sendo de 19,96g, valor este bem superior ao obtido na dose de 30 g, sendo de 9,8 g, representando incremento de 50,9 % na matéria seca da parte aérea das mudas (Figura 1C).

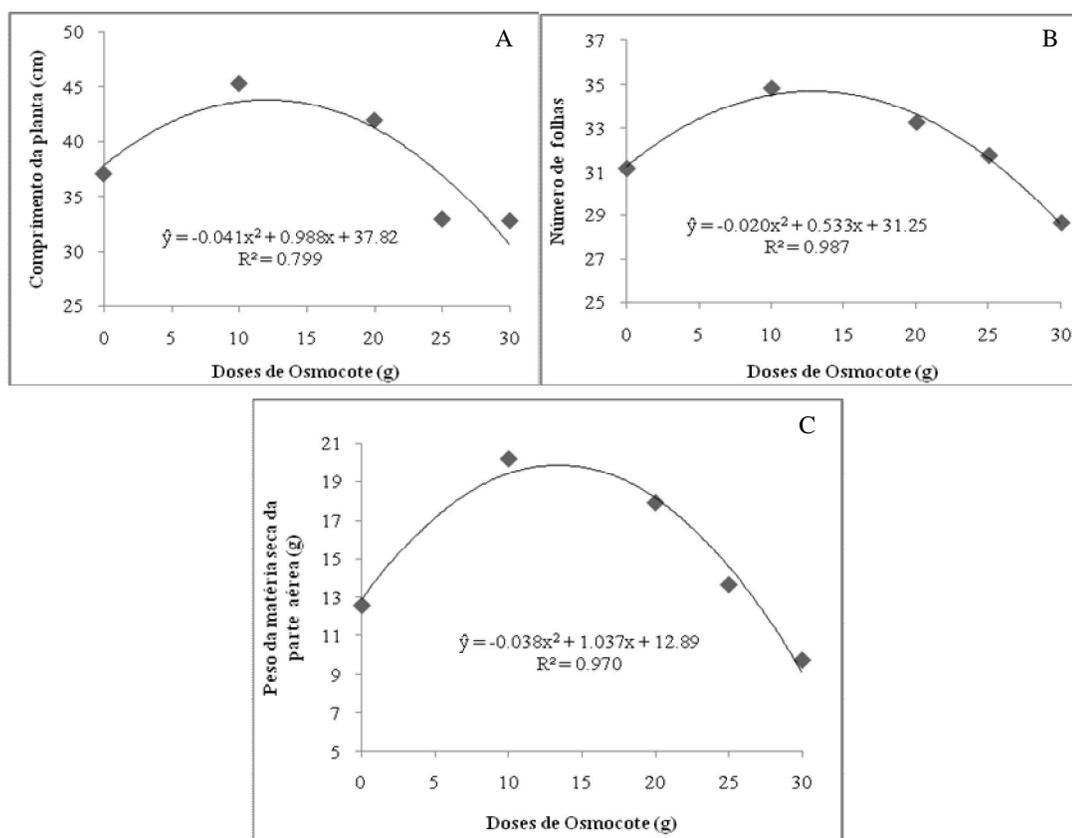


Figura 1 - Comprimento (A), número de folhas (B) e peso da matéria seca da parte aérea (C) de mudas micropropagadas de abacaxizeiro cv. Vitória em função da aplicação de Osmocote.

As variáveis diâmetro do colo das plantas e peso de matéria seca das raízes apresentaram comportamento linear, onde as plantas que não receberam o Osmocote[®] apresentaram as maiores médias, com o aumento das doses de Osmocote[®] as médias das duas variáveis decresceram acentuadamente (Figura 2).

Os dados de peso de matéria seca de raiz, confirmam os resultados obtidos nos diferentes substratos, onde houve maior desenvolvimento de raízes nos substratos com menor disponibilidade de nutrientes.

As maiores doses de Osmocote[®] inibiram a formação de raízes e o desenvolvimento da parte aérea das plantas (Figura 2B).

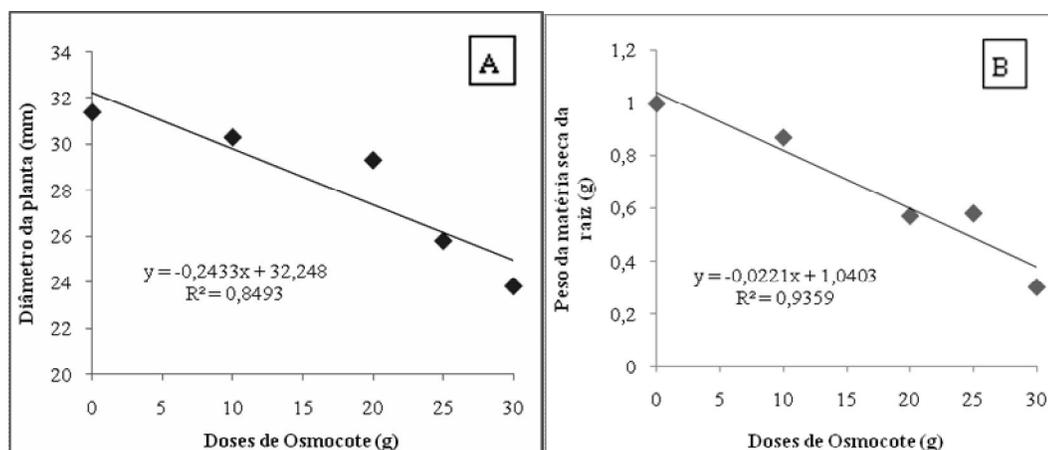


Figura 2 – Diâmetro do colo da planta (A), peso da matéria seca da raiz (B) de mudas micropropagadas de abacaxizeiro cv. Vitória em função da aplicação de Osmocote

Estes resultados demonstram que o Osmocote[®] proporciona acréscimos nas principais características da parte aérea das mudas micropropagadas, com exceção do diâmetro do colo. Quando houve o aumento dessa dosagem ocorreram perdas significativas, isso pode ter sido ocasionado pelas mudanças químicas observadas nos substratos à medida que se aumentavam as doses de Osmocote[®]. Na Tabela 3 encontram-se os resultados da análise química dos substratos com suas respectivas doses ao final do experimento.

O pH foi reduzido com o aumento das doses de Osmocote[®] em todos os substratos estudados, verifica-se que no solo de superfície a testemunha (sem adição de Osmocote[®]) apresenta pH igual a 5,6, quando foram acrescentados 30 g de Osmocote[®] o pH caiu para 4,2. Na compostagem, o pH caiu de 6,4 na testemunha para 4,6 na dose de 30 g, no substrato mistura essa queda foi de 6,1 para 4,3.

O pH do solo influencia a solubilidade dos nutrientes, e conseqüentemente, a disponibilidade dos mesmos para as plantas. Em pH igual a 7,0 todos os macronutrientes estão disponíveis para as plantas, porém, o zinco, o cobre, o manganês e o ferro são insolúveis em pH alto. O ideal é chegar-se a um valor intermediário de pH onde todos os nutrientes estejam disponíveis.

Outro importante fator é que em solos com pH elevado o alumínio permanece precipitado, este elemento é muito tóxico para as plantas e, ao ser precipitado sua absorção pelos vegetais é evitada. Observa-se que para todos os

substratos na testemunha a quantidade de Al foi 0,00 mmol_c dm⁻³, à medida que a dose de Osmocote[®] foi aumentada e conseqüentemente o pH reduzido, houve a solubilização deste elemento, visto que no substrato solo, compostagem e mistura na dose de 30 g de Osmocote[®] apresentaram: 7,00; 3,60 e 2,60 mmol_c dm⁻³ de Al, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 - Composição química dos substratos com suas respectivas doses de osmocote ao final do experimento.

Tratamentos Subs. (dose)	Ph H ₂ O	P mg/dm ³	mmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³				M.O %
			K	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Mn	
Solo (0g)	5,6	5	1,10	39,10	35,00	0,00	28,28	0,88	2,86	12,36	36,03
Solo (10g)	4,5	23	3,0	34,50	28,50	3,60	36,00	1,10	3,36	38,05	37,76
Solo (20g)	4,1	43	6,60	24,10	18,40	5,50	35,15	0,99	3,00	98,50	32,58
Solo (25g)	4,2	75	13,50	30,10	26,50	5,00	47,00	1,40	4,11	176,6	31,55
Solo (30g)	4,2	70	7,50	34,80	31,50	7,00	42,16	1,08	3,43	163,9	31,03
Compost (0)	6,4	651	4,40	53,30	18,60	0,00	111,1	1,62	29,40	78,50	71,89
Compost (10)	5,8	707	6,30	56,10	18,50	0,00	106,0	1,23	27,20	58,90	77,58
Compost (20)	5,0	647	13,50	57,80	18,50	2,70	117,4	0,96	23,45	55,85	58,48
Compost (25)	4,6	651	17,50	63,40	19,10	3,60	140,3	1,32	23,05	66,50	54,82
Compost (30)	4,6	672	21,70	63,50	19,10	3,60	140,6	1,33	23,40	75,85	56,89
Mistura (0)	6,1	24	1,00	50,70	17,30	0,00	51,26	0,34	1,64	26,79	45,00
Mistura (10)	5,0	48	3,10	47,60	16,60	1,00	53,10	0,37	1,65	30,12	45,00
Mistura (20)	4,5	78	7,50	53,30	18,50	2,00	69,30	0,44	2,04	67,60	43,62
Mistura (25)	4,3	108	14,00	49,30	18,00	2,30	75,49	0,47	2,14	78,15	38,96
Mistura (30)	4,3	81	13,00	45,50	16,90	2,60	48,82	0,33	1,70	75,75	37,76

Observa-se na Tabela 3 que as doses de Osmocote[®] proporcionaram acúmulo de nutrientes no substrato ao final do experimento, sendo que o P, K, Al, Fe e Mn foram os que tiveram maior incremento quando comparado com a testemunha. A quantidade de nutrientes disponíveis no solo tem grande influência no estado nutricional da planta, quando a disponibilidade é baixa, as plantas podem apresentar sintomas de deficiência, no entanto quando em elevadas concentrações, podem prejudicar as plantas, tornando-se tóxicos.

Na Figura 3 encontram-se os teores de N da parte aérea das mudas de abacaxizeiro, verifica-se que a compostagem na dose estimada de 14,47 g de Osmocote[®] apresentou o máximo de N na parte aérea das mudas, sendo de 21,42 g kg⁻¹, já para o solo e para a mistura o máximo de N, ocorreram em doses mais elevadas, sendo respectivamente as doses estimadas de 22,42 e 22,93 g de Osmocote[®], a partir destas doses houve decréscimo nos teores de N.

Malavolta (1992) cita teor de 20-22 g kg⁻¹ como adequado para o abacaxizeiro na folha inteira ou na porção clorofilada.

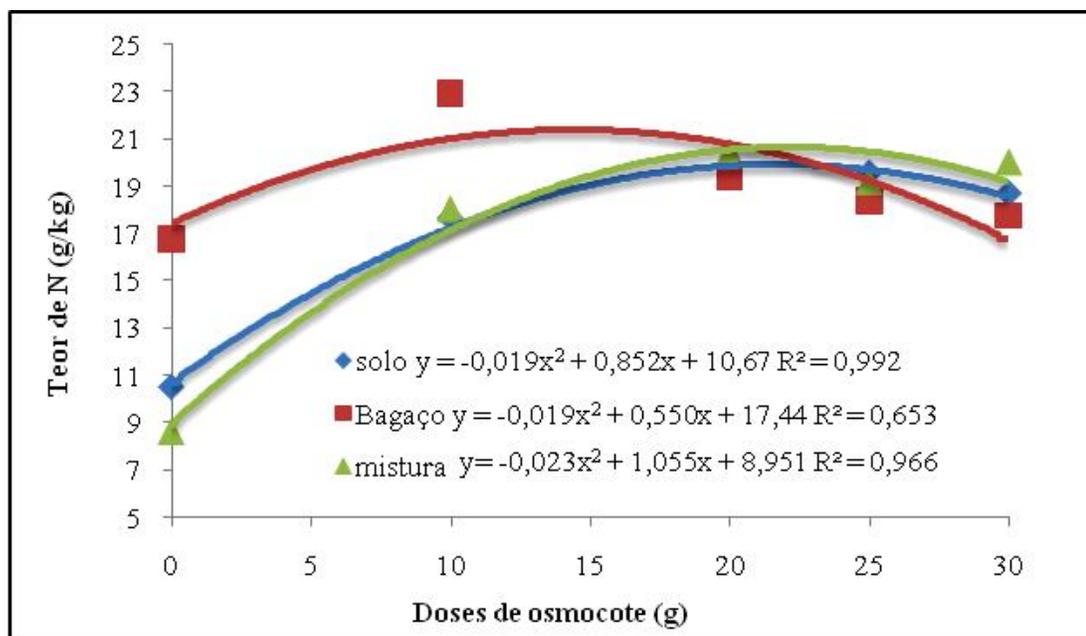


Figura 3 - Teor de N (g kg⁻¹) nas mudas do abacaxizeiro oito meses após o transplântio para cada dose de osmocote e tipo de substrato utilizado

Os teores médios de N encontrados nas mudas de abacaxizeiro, cultivados na compostagem foram superiores aos encontrados por Catunda (2007), que obteve teores de N de 9,15 a 11,37 g kg⁻¹ na matéria seca da folha “D” de plantas com oito meses de idade cultivadas no mesmo substrato. Sendo superiores também aos resultados encontrados Ramos (2006), que variaram de 13,3 a 14,8 g kg⁻¹ em folhas “D” coletadas aos 5, 7, 9 e 12 meses em solução nutritiva completa. Siebeneichler (2002), trabalhando com o abacaxizeiro ‘Pérola’, encontrou teor foliar de N de 16,3 g kg⁻¹, na folha “D” inteira, coletada aos sete meses, em solo arenoso.

Os teores de P, K e Ca obtidos nas mudas de abacaxizeiro foram influenciados pelos substratos, onde a compostagem proporcionou teores significativamente superiores dos demais para o P e o K. Para o Ca a compostagem proporcionou médias superiores apenas em relação à mistura (Tabela 4).

Na Tabela 3, observa-se que a compostagem apresenta teores elevados de P, na dose zero de Osmocote® (testemunha) o teor foi de 651 mg/dm³ e na maior dose apresentou 672 mg/dm³ ao final do experimento, já para o solo de superfície e na mistura a variação foi de 5 e 70 mg/dm³ e de 24 e 71 mg/dm³, respectivamente. O alto teor de P contido na compostagem ocasionou o maior acúmulo de P nas mudas de abacaxizeiro, atingindo 6,09 g Kg⁻¹. Resultados superiores aos encontrados por Catunda (2007), que obteve teores de P na folha “D” das plantas cultivadas no substrato Plantmax® de 1,91 a 2,26 g kg⁻¹ e no substrato bagaço de cana de 2,21 a 2,73 g kg⁻¹. Esses teores também foram superiores aos encontrados por Ramos (2006), que variaram de 1,04 a 1,37 g kg⁻¹ em folhas “D” de mudas cultivadas em solução nutritiva completa e por Siebeneichler (2002), que encontrou o valor de 2,09 g kg⁻¹ na folha “D” coletada aos sete meses em solo arenoso. Malavolta (1992) cita uma faixa de 2,1 a 2,3 g kg⁻¹ como valores adequados para o abacaxizeiro na folha “D” inteira ou em sua porção clorofilada.

Tabela 4 - Teores de P, K e Ca (g kg⁻¹) nas mudas do abacaxizeiro oito meses após o transplântio para cada tipo de substrato utilizado

Substrato	P	K	Ca
Solo	1,46 b	40,80 b	11,96 a
Compostagem	6,09 a	57,14 a	10,77 a
Mistura	1,96 b	45,71 b	5,77 b
CV (%)	27,9	22,56	22,02

Médias seguidas por letras distintas, na vertical, diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Catunda (2007) obteve teores de K de 37,0 a 40,9 g kg⁻¹ nas plantas cultivadas no substrato Plantmax® e de 25,37 a 27,62 g kg⁻¹ observados na compostagem. Os valores obtidos neste trabalho superam estes teores, visto que na compostagem, o teor médio foi de 57,14 g kg⁻¹ (Tabela 4). Observa-se na Tabela 2 que as diferentes doses de Osmocote® proporcionaram acúmulo de potássio nos substratos, isso possivelmente acarretou no maior acúmulo de K nas

plantas de abacaxizeiro. Malavolta (1982) sugere uma faixa de 39,0 a 57,0 g kg⁻¹ como valores adequados para o abacaxizeiro na folha “D” inteira.

Os maiores teores de Ca nas plantas foram proporcionados pelos substratos solo e na compostagem, 11,96 e 10,77 g Kg⁻¹, respectivamente, valores próximos aos encontrados por Bregonci et al. (2008), que estudaram diferentes doses de NPK na aclimação do abacaxizeiro cv Gold na fase de aclimação que obteve teor médio de Ca na mudas de 12,2 g Kg⁻¹. Segundo Malavolta (1982), a faixa de 5,0 a 7,0 g kg⁻¹ é tida como valores adequados para o abacaxizeiro na folha “D” inteira.

O teor de Mg decresceu com o aumento das doses de Osmocote[®], apresentando 5,38 g Kg⁻¹ na testemunha e 3,07 g Kg⁻¹ na maior dose (Figura 4). Viégas et al. (2002) encontraram redução dos teores foliares de Mg com o aumento de doses de KCl, em experimento de campo com a cv. Perola. Resultados semelhantes foram encontrados por Spironello et al. (2004), onde os teores foliares de Mg reduziram com o aumento de níveis de K₂O para a cv. Smooth Cayenne. Outro fator que pode ter ajudado no decréscimo de Mg foi a redução do pH com o aumento das doses de Osmocote[®].

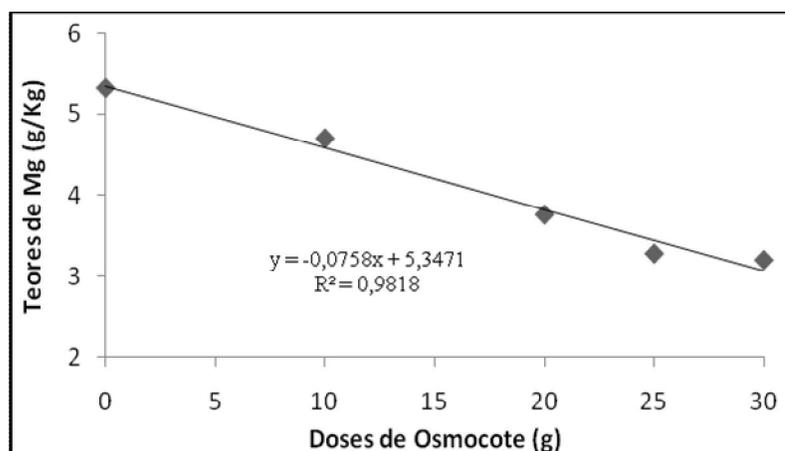


Figura 4 - Teor de Mg (g kg⁻¹) nas mudas do abacaxizeiro oito meses após o transplântio de acordo com as doses de osmocote.

Os micronutrientes Zn, Fe e Cu apresentaram teores foliares médios, respectivamente de: 9,50 mg Kg⁻¹, 270,44 mg Kg⁻¹ e 3,96 mg Kg⁻¹, estes teores estão abaixo dos adequados, segundo Malavolta (1982) são respectivamente de:

17,00 - 39,00 mg Kg⁻¹; 600 - 1000 mg Kg⁻¹ e 5,0 - 17,00 mg Kg⁻¹. Estes resultados se assemelham aos encontrados por Bregonci et al. (2008), que estudaram diferentes doses de NPK na aclimação do abacaxizeiro cv Gold na fase de aclimação, sendo observado ao final do experimento teores foliares abaixo dos níveis adequados para os micronutrientes Zn, Fe e Cu. Segundo Malavolta (1980), quando se aumenta o nível de fósforo na solução do solo, há insolubilização do ferro, devido à precipitação do mesmo na superfície radicular e também, com o aumento do Ca no meio, diminuí a absorção de Fe.

O Osmocote[®] proporcionou grande acúmulo de Mn em todos os substratos (Tabela 3), isso fez com que os teores de Mn encontrados nas plantas aumentassem de acordo com as doses (Figura 5). Malavolta (1982) sugere que os teores de Mn adequados são de 90-100 mg Kg⁻¹, teores bem abaixo dos encontrados neste trabalho. Os maiores teores de Mn encontrados na parte aérea foram encontrados na mistura na dose estimada de 24,10 g de Osmocote[®], sendo de 1006,5 mg Kg⁻¹. Já para o solo a dose estimada de 24,37 g foi a que proporcionou o maior teor de Mn nas mudas, sendo 862,44 mg Kg⁻¹. Para o bagaço a dose de 30 g de Osmocote[®] foi a que ocasionou maior teor de Mn nas mudas.

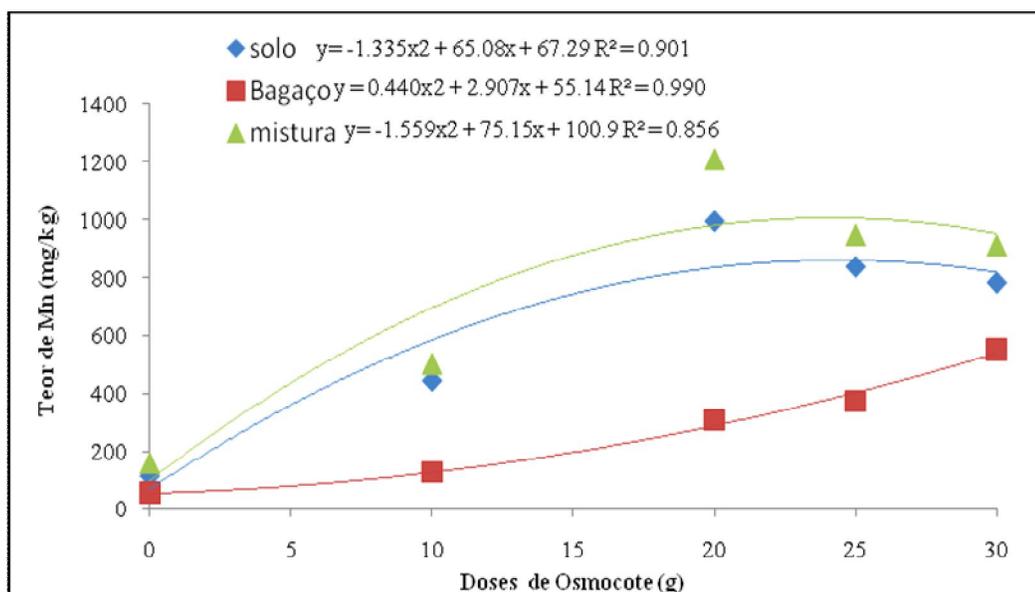


Figura 5 - Teor de Mn (mg kg⁻¹) nas mudas do abacaxizeiro oito meses após o transplântio para cada dose de osmocote e tipo de substrato utilizado

A utilização do Osmocote[®] está sendo realizada com sucesso na produção de mudas de várias espécies, como na produção de maracujazeiro-amarelo (Pereira et al., 2000), maracujazeiro-doce (Mendonça et al., 2004), mudas de mamoeiro 'Sunrise Solo' e 'Tainung 1' (Yamanishi et al., 2004).

Os resultados obtidos sugerem que as mudas de abacaxizeiro micropropagadas podem ser cultivadas durante o período de aclimação nos três tipos de substrato estudados (Solo de superfície; compostagem de bagaço de cana + torta de filtro; mistura: solo + plantimax + areia), porém o substrato que proporcionou maiores teores de N, P e K nas plantas foi a compostagem. O Osmocote[®] (14:14:14) pode ser utilizado na aclimação de mudas de abacaxizeiro, pois favoreceu o comprimento da planta, o número de folhas e o peso da matéria seca da parte aérea, no entanto, a super-dosagem proporcionou perdas nestas características, provavelmente pela toxidez ocasionada pelos elevados teores de nutrientes no substrato e a conseqüente redução do pH.

CONCLUSÕES

Os três substratos estudados proporcionaram bom desenvolvimento da parte aérea das mudas micropropagadas, sendo que em todos os substratos as plantas atingiram tamanho satisfatório para ir para o campo (acima de 30 cm).

O substrato que proporcionou maiores teores de N, P e K nas mudas micropropagadas do abacaxizeiro Vitória foi o composto de bagaço de cana mais torta de filtro.

O Osmocote[®] proporcionou incremento no comprimento da planta, no número de folhas e no peso da matéria seca da parte aérea. Dosagens elevadas proporcionaram a redução do pH dos substratos, acarretando no acúmulo de nutrientes, tornando-se tóxicos para as mudas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BREGONCI, I.D.S., SCHMILDT, E.R., COELHO, R.I., REIS, E.F.D., BRUM, V.J., and SANTOS, J.G.D. Adubação foliar com macro e micronutrientes no crescimento de mudas micropropagadas do abacaxizeiro cv. Gold [Ananas comosus (L.) Merrill] em diferentes recipientes. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.32, n.3, p.705-711, 2008.

CATUNDA, P.H.A. **Brassinosteróide e substratos: efeitos na aclimatização, crescimento e nos teores de nutrientes do abacaxizeiro**. 2007. 108f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2007.

CATUNDA, P.E.A.; MARINHO, C.S.; GOMES, M.M.A. & CARVALHO, A.J.C. Brassinosteróide e substratos na aclimação do abacaxizeiro 'Imperial'. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 30, n. 3, p. 345-352, 2008.

CUNHA, G.A.P. da; REINHARDT, D.H.R.C. **Manejo de mudas de abacaxi**. Cruz das Almas, EMBRAPA. 2004. (Comunicado Técnico, 105).

GALLO, L.A. & CROCOMO, OJ. 1995. A cultura de tecidos em fitopatologia. In: FILHO AB; KIMATI H; AMORIM L. (eds). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres. p.495-505.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR, F. T. **Plant propagation: principles and practices**. - 5. ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1990. 642p.

MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas: amostragem, interpretação e sugestões de adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992. 124p.

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

MENDONÇA, V.; RAMOS, J. D.; GONTIJO, T. C. A.; MARTINS, P. C. C.; DANTAS, D. J.; PIO, R.; DE ABREU, N. A. A. Osmocote® e substratos alternativos na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 799-806, 2004.

- MOREIRA, M.A. et al. Efeito do substrato na aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxi cv. Pérola. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 875-879, set./out., 2006.
- PASQUAL M; HOFFMANN A; RAMOS JD. **Cultura de tecidos - tecnologia e aplicações. Introdução: Situação e Perspectivas**. Lavras: UFLA/FAEPE. 72 p. 2001.
- PASQUAL, M., M. A. MOREIRA & A. DOS A. SOBRINHO. Biotecnologia aplicada à produção de mudas de abacaxi. Informe Agropecuário, v.19, n.195, p.20-23, 1998.
- RAMOS, M.J.M. **Caracterização de sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro cultivar imperial**. 2006. 96f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Universidade Estadual do Norte Fluminense.
- SGARBI, F.; SILVEIRA, R. V. A.; HIGASHI, E. N.; PAULA, T. A. E; MOREIRA, A.; RIBEIRO, F. A. Influência da aplicação de fertilizante de liberação controlada na produção de mudas de um clone de *Eucalyptus urophylla*. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZAÇÃO E NUTRIÇÃO FLORESTAL, 2., 1999, Piracicaba, SP. **Anais**. Piracicaba: IPEF-ESALQ, 1999. p.120-125.
- SIEBENEICHLER, S.C. Composição mineral da folha em abacaxizeiro: Efeito da parte da folha analisada. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal-SP, v.24, n.1, p.194-198, 2002.
- SILVA, R. P.; PEIXOTO, J.R.; JUNQUEIRA, N.T.V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa* DEG). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.377-381, agosto 2001.
- SPIRONELLO, A.; QUAGGIO, J. A.; TEIXEIRA, L. A. J.; FURLANI, P. R. ; SIGRIST, J. M. M. Pineapple yield and fruit quality effected by NPK fertilization in a tropical soil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 155-159, 2004.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- VENTURA, J. A.; GOMES, J. A.; ALVES, F. L.; ARLEU, R.J.; ROCHA, M. A. M. ; SALGADO, José Sergio . **Recomendações técnicas para a cultura do abacaxizeiro**. Vitória: INCAPER, 2003
- VIÉGAS, P. R. A.; MELO, A.S.; COSTA, L.A.S.; MÉLO, D. L.F.M. ;MAGALHÃES, L.T.S. Efeito da adubação potássica sobre o estágio nutricional da planta, a

produção e a qualidade de frutos de abacaxizeiro em solos do tabuleiro costeiro de Sergipe. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2002, Belém, PA. **Anais** do XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Belém: Editora da EMBRAPA/CPATU, 2002.

Yamanishi, O.K.; Fagundes, G.R.; Filho; J.A.M.; Valone, G.V.V. efeito de diferentes substratos e duas formas de adubação na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 2, p. 276-279, Agosto 2004.

5. RESUMOS E CONCLUSÕES

Foram instalados quatro experimentos objetivando o aprimoramento das técnicas de produção de mudas de abacaxizeiro, que proporcione mudas de qualidade e em quantidade. Para isso, verificou-se o efeito da adubação e de um análogo do brassinosteróide no crescimento e desenvolvimento de mudas provenientes do seccionamento do caule do abacaxizeiro e na aclimação de mudas micropropagadas. No primeiro experimento objetivou-se identificar o efeito de brassinosteróide e de nitrogênio na produção de mudas de abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' provenientes do seccionamento do caule. No segundo experimento o objetivo foi verificar o efeito de concentrações de brassinosteróide e de adubações nitrogenadas na produção de mudas de abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' provenientes do seccionamento do caule ao longo do desenvolvimento até 270 dias após o plantio. No terceiro experimento verificou-se o efeito da imersão das secções em soluções de brassinosteróide e pulverizações foliares, na quebra da dormência das gemas axilares do abacaxizeiro, no desenvolvimento inicial e na nutrição dos rebentos. No quarto experimento, avaliou-se a influência de substratos e doses de osmocote no desenvolvimento e nutrição de mudas micropropagadas de abacaxizeiro 'Vitória'. Nas condições destes trabalhos pode-se tirar as seguintes conclusões:

- A aplicação do análogo de brassinosteróide (2-alfa,3-alfa,6-oxo-5-alfa-espirostanodiol) promoveu o crescimento da parte aérea de mudas

provenientes do seccionamento do caule do abacaxizeiro “Smooth Cayenne”;

- O análogo do brassinosteróide proporcionou maior teor de nitrogênio na parte aérea das mudas;
- A adubação nitrogenada promove maior comprimento das mudas provenientes do seccionamento do caule do abacaxizeiro “Smooth Cayenne”;
- A adubação nitrogenada não influencia o teor nutricional na parte aérea das mudas do abacaxizeiro;
- As gemas apresentaram brotação escalonada, provavelmente estas apresentam dominância apical, visto que a presença de uma brotação inibe o desenvolvimento de outras;
- Houve efeito positivo das concentrações de brassinosteróide no comprimento das mudas de abacaxizeiro provenientes do seccionamento do caule, permitindo a produção de mudas com mais de 25 cm a partir dos 199 dias após o plantio;
- A adubação nitrogenada proporcionou mudas acima de 25 cm a partir dos sete meses após o plantio;
- O brassinosteróide proporcionou efeitos positivos no desenvolvimento de gemas axilares de secções do caule de abacaxizeiro e mostrou-se eficiente na quebra da dormência das gemas;
- O brassinosteróide proporcionou incremento no comprimento, diâmetro, número de folhas, peso de matéria fresca e peso de matéria seca da parte aérea dos rebentos emitidos;
- O brassinosteróide não proporcionou efeito no estado nutricional da parte aérea dos rebentos emitidos, com exceção para o cálcio, onde o brassinosteróide proporcionou maiores teores;
- Os três substratos estudados: proporcionaram bom desenvolvimento da parte aérea das mudas micropropagadas, sendo que em todas as plantas atingiram tamanho satisfatório para ir para o campo (acima de 30 cm) ;
- O substrato que proporcionou maiores teores de N, P e K nas mudas micropropagadas de abacaxizeiro Vitória foi o composto de bagaço de cana mais torta de filtro;

- O Osmocote® proporcionou incremento no comprimento da planta, no número de folhas e no peso da matéria seca da parte aérea. Dosagens elevadas proporcionaram a redução do pH dos substratos, acarretando no acúmulo de nutrientes, tornando-se tóxicos para as mudas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aghion, D.; Beauchesne, G. Utilization de la technique de culture sterile d'organes pour des clones d'*Ánanas*. **Fruits**, v.15, n.10, p.444-446, 1960.
- Allan, P.; Mac Millan, C.N. Advances in propagation of *Carica papaya* L. cv. Honey Gold cuttings. **Journal of the South African Horticulture Science**, Stellenbosch, v.1, n.2, p.69-72, 1991.
- Altoé, J.A. Tangerina 'Cleopatra' submetida a micorrização e a um análogo de brassinosteróide. 2006. 72p. Tese (Mestrado em produção vegetal)-Campos-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 2006.
- Arora, N.; Bhardwaj, R.; Sharma, P.; Arora, H.K. 28-Homobrassinolide alleviates oxidative stress in salttreated maize (*Zea mays* L.) plants. *Braz. J. Plant Physiol.*, 20(2):153-157, 2008.
- Arteca, R.N. Plant growth substances: principles and applications. New York: CHAPMAN & HALL, 1995. 332p.
- Back, T.G. e Pharis, R.P. 2003. Structure-activity studies of brassinosteroids and the search for novel analogues and mimetics with improved bioactivity. *Journal of Plant Growth Regulation*, 22:350–361
- Back, T. G., Baron, D. L., Luo, W., & Nakajima, S. K.. A concise, improved procedure for the synthesis of brassinolide and some novel side chain analogues, *Journal of Organic Chemistry* 62: 1179-1182 1997.

- Barboza, S.B.S.C., Caldas, L.S. e Souza, L.A.C. **Micropropagação do híbrido PExSC-52 e da cultivar Smooth Cayenne de abacaxizeiro**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.39, n.8, p.725-733, ago. 2004
- Braga, M.F.; SÁ, M.E.L. Smooth Cayenne pineapple propagation by stem sections. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.1, p.175-178, 2001.
- Bregonci, I.S.B.; Schumíldt, E.R.; Coelho, R.I.; Reis, E.F.; Brum, V.J.; Santos, J.G. Adubação foliar com macro e micronutrientes no crescimento de mudas micropropagadas do abacaxizeiro cv. Gold [*Ananas comosus* (L.) Merrill] em diferentes recipientes. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 32, n. 3, p. 705-711, maio/jun., 2008.
- Brosa, C. 1999. Structure-activity relationship. Brassinosteroids: Steroidal Plant Hormones. Eds. A. Sakurai, T. Yokota & S.D. Clouse, pp. 191–222.
- Cabral, J.R.S.; Matos, A.P. de. **Imperial, nova cultivar de abacaxi**. Cruz da Almas, BA: Embrapa-CNPMP, 4p. 2005 (Comunicado Técnico, 114).
- Campostrini, E., Otoni, W.C (1996) Aclimatização de plantas: abordagens recentes. Boletim da ABCTP. Brasília-DF, n.25, p2-12.
- Campos, M. L. Controle hormonal da defesa a herbivoros em tomateiro. Piracaba, p.117, 2009. (Dissertação de Mestrado).
- Catunda, P.H.A.; MARinho, C.S.; Gomes, M.M.A.; Carvalho, A.J.C. Brassinosteróide e substratos na aclimatização do abacaxizeiro 'Imperial'. Acta Sci. Agron. Maringá, v. 30, n. 3, p. 345-352, 2008
- Coelho, R. I.; CARVALHO, A.J.C.; Thibaut, J.T.L.; Lopes, J.C. Brotação de gemas em secções de caule de abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' tratadas com reguladores de crescimento. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 31, n. 1, p. 203-209, Março 2009.
- Coelho, R.I. Clonagem do abacaxizeiro a partir de coroas e secções dse caule tratadas com reguladores de crescimento e fertilizantes químicos. Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 114p. 2005.
- Coelho, R. I.; Carvalho, A. J. C.; Marinho, C. S.; Lopes, J. C.; Pessanha, P. G. O. Resposta à adubação com uréia, cloreto de potássio e ácido bórico em mudas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne'. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.29. 2007. p. 161-165.

- Cunha, G.A.P. da; Cabral, R.S.C. Taxonomia, espécies, cultivares e morfologia. In: Cabral, J.R.S., Souza, L.F. da S. **O abacaxizeiro – cultivo, agroindústria e economia**. Brasília, Embrapa/Mandioca e Fruticultura, p.15-51. 1999.
- Cunha, G.A.P. da; Reinhardt, D.H.R.C. **Manejo de mudas de abacaxi**. Cruz das Almas, EMBRAPA. 2004. (Comunicado Técnico, 105).
- Cunha, G.A.P. da; Reinhardt, D.H.R.C. **A propagação do abacaxizeiro**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 70p. 1994. (Coleção Plantar, 11).
- Escalona, M.; Lorenzo, J.C.; Gonzalez, B.L.; Danquita, M.; Gonzales, J.L.; Desjardins, Y.; Borroto, C.G. Pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) micropropagation in temporary immersion systems. **Plant Cell Reports**, v.18, p.743-748, 1999.
- Fauth, A.; Tofol, M.; Silva, A. L.; Maraschin, M. Aclimação de mudas de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill) resistentes à fusariose, cultivados in vitro . **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 16, n. 2, p. 7-12, set. 1994.
- Ferreira, F.R., Giacometti, D.C., Bianchetti, L.B., Cabral, J.R.S. (1992) Coleta de germoplasma de abacaxizeiros (*Ananas comosus* (L.) Merrill) e espécies afins. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Cruz das Almas-BA, v.14, n.2, p.5-11.
- Fujioka S. & Sakurai a. Biosynthesis and metabolism of brassinosteroids. **Plant Physiology**, Washington, v.100, n. 3, p. 710–715, 1997.
- Gattoni, L.A.(1961) Nuevo método de propagación de la piña. *Ceiba*, v.9, n.1, p.13-20.
- Gomes, M.M.A.; Campostrini, E.; Leal, N.R.; Viana, A.P.; Ferraz, T.M.; Siqueira, L.N.; Rosa, R.C.C.; Netto, A.T.; Va'zquez, M.N.; Zullo, M.A.T. Brassinosteroid analogue effects on the yield of yellow passion fruit plants (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Scientia Horticulturae**. n.110, p.235–240, 200
- González R, R., Quintín, M.D., Expósito, L.A., González, J.L., Martínez, T. Hidalgo, M. Effectiveness of eighth strains of azotobacter on the adaptation of tissue cultured plantlets of pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.), CV 'Smooth Cayenne'. **Acta Horticulturae**, n. 425, p.277-284, 1997.
- Gregory, L.E. & Mandava, N.B., The activity and interaction of brassinolide and gibberelic acid in mung bean epicotyls, **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.54, n. 3, p. 239-243, 1982.

- Guerra, M.P., Vesco, L.L.D., Pescador, R., Schuelter, A.R., Nodari, R. O. Estabelecimento de um protocolo regenerativo para a micropropagação do abacaxizeiro. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.34, n.9, p.1557-1563, set. 1999.
- Hartman, H. T.; Kester, D.E.; Davies, F. T. (1990). *Plant Propagation: Principles and Practices*. Englewood Cliffs: Prentise-Hall, Inc.
- Haubrick, L. L. & Assmann, S. M. 2006. Brassinosteroids and plant function: some clues, more puzzles. *Plant, Cell and Environment*, 29:446–457.
- IBGE (2009). Dados de safra de abacaxi no Brasil. <http://www.sidra.ibge.gov.br>. acesso em 25/01/2009.
- Kazakova, V. N.; Karsunkina, N. P., & Sukhova, L. S., **1991**, Effect of brassinolide and fusicoccin on potato productivity and tuber resistance to fungal diseases under storage, *Izv. Timiryazevs-Kh. Akad.* 0: 82-88 (*apud* Biological Abstracts 94(8): 85021).
- Kiss, E.; Kiss, J.; Gyulai, G.; Heszky, L. E. (1995). A novel method for rapid micropropagation of pineapple. *HortScience*, Alexandria, 30(1):127-129.
- Mazzafera, P., & Zullo, M. A. T., Brassinosteróides em café, *Bragantia* 49: 37-41. **1990**.
- Mazorras, L.M., Núñez, M., Hechavarria, M., Coll, F. Sanches-Blanco, M.J. Influence of brassinosteroids on antioxidant enzymes activity in tomato under different temperatures. *Biologia Plantarum*, 45 (4):593-596, 2002.
- Matos, A.P. de; Cabral, J.R.S.; Caldas, R.C. Reação de genótipos de abacaxizeiro à incidência do escurecimento-interno do fruto. In: Congresso Brasileiro De Fruticultura, 18., 2004, Florianópolis (SC). **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004. 1 CD-ROM.
- Maynard, B. K.; Bassuk, N. L. (1996). Stock Plant Etiolation, Banding and Shading Effects on the Histology of Adventitious Rooting in Stems of *Carpinus betulus* L. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, 121(5):853-860.
- Medina, J.C.. Cultura. In: Instituto de Tecnologia de Alimentos. *Frutas tropicais 2 – abacaxi*. Campinas, p. 5-68, 1978.
- Meudt, W.J., Thompson, M.J.; Bennett, H.W., Investigations on the mechanism of brassinosteroids response. III. Techniques for potential enhancement of crop production, 10th proceedings of Plant Growth regulators Society of America, Madison, pp.312-318, 1983. In: ZULLO, M.T. & ADAM, G., Brassinosteroid

- phytohormones – structure, bioactivity and applications. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, Stuttgart, Alemanha, v.14, n.3, p.143-181, 2002.
- Meudt, W. J.; Thompson, M. J., & Bennett, H. W., , Investigations on the mechanism of brassinosteroid response. III. Techniques for potential enhancement of crop production, *10th Proceedings of Plant Growth Regulators Society of America*, Madison. pp. 312-318, 1983.
- Morillon, R., Catterou, M., Sangwan , R.S., Sangwan, B.S., Lassalles, J.P. Brassinolide may control aquaporin activities in *Arabidopsis thaliana*. *Planta*,v.212, n.2, p.199-204, 2001.
- Mori, K.; Takematsu, T.; Sakakibara, M., & Oshio, H., 1986, Homobrassinolide, and its production and use, *US Patent* 4,604,240.
- Moreira, M. A.; Carvalho, J.G.; Pasqual, M.; Fráguas, C. B.; Silva, A.B. Efeito de substratos na aclimação de mudas micropropagadas de abacaxizeiro cv. Pérola. *Ciênc. agrotec. Lavras*, v. 30, n. 5, p. 875-879, set./out., 2006.
- Moreira, M. A. produção e aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro *Ananas comosus* (L) Merrill cv. PÉROLA. Tese de doutorado apresentada a Universidade federal de Lavras. MG. p. 81. 2001.
- Py, C. *La piña tropical (Lánanas)*. Barcelona: Blume, 278p. 1969.
- PY, C. Production accélérée de matériel vegetal de plantation. **Fruits**, Paris, 34(2):107-116, Févr., 1979.
- Py, C.; Lacoeyllhe, J.J.; Teison, C. **L´ananas, as culture, sés produits**. Paris: G.P. Maisonneuve et Larose et A.C.C.T., 562p. 1984.
- Praxedes, S.C.; Silva Júnior, A.F. da; Figueiredo, F.L.B.; Figueiredo, M. de L.; Câmara, F.A.A.; Oliveira, O.F. de. Estiolamento in vitro do abacaxizeiro pérola em presença de ANA e AIA. *Caatinga*, Mossoró, RN, v. 14, n. 1/2, p. 13-15, 2001.
- Mazorras, L.M., Núñez, M., Hechavarria, M., Coll, F. Sanches-Blanco, M.J. Nfluence of brassinosteroids on antioxidant enzymes activity in tomato under different temperatures. *Biologia Plantarum*, 45 (4):593-596, 2002.
- Rangan, T.S. Pineapple. In: AMMIRATO, P.V.; EVANS, D.A.; SHARP, W.R.; YAMADA, Y. (Eds.). *Handbook of plant cell culture*. New York: Macmillan, 1984. v.3, p.373-382.
- Ramos, M.J.M. Caracterização de sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro cultivar Imperial. Tese de Doutorado. Universidade

- Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, 87p. 2006.
- Reinhardt, D.H.R.C., Souza, L.F. da S., Cabral, J.R.S. **Abacaxi. Produção: aspectos técnicos.** Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA). Brasília: CTT 77p. 2000. (Frutas do Brasil, 7)
- Reinhardt, D.H.R.C., Souza, L.F. da S., Cunha, G.A.P. da. Manejo do abacaxi 'Pérola' para produção de rebentões. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v.18, n.3, p.319-327. 1996.
- Reinhardt, H.R.C., Cunha, G.A.P. da. (1999) Métodos de programação. In: Cabral, J.R.S., Souza, L.F. da S. *O abacaxizeiro – cultivo, agroindústria e economia.* Brasília, Embrapa/Mandioca e Fruticultura, p.105-138.
- Reinhardt, D.H.R.C., Souza, L.F. da S., Cabral, J.R.S. **Abacaxi. Produção: aspectos técnicos.** Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA). Brasília: CTT 77p. 2000. (Frutas do Brasil, 7)
- Siebeneichler, S.C. O boro na cultura do abacaxizeiro 'Perola' no Norte do Estado do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 75p. 2002.
- Siebeneichler, S.C., Monnerat, P.H.; Carvalho, A.J.C. de; Silva, J.A. da. Boro em abacaxizeiro 'Pérola' no norte fluminense: teores, distribuição e características do fruto. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.30, n.3, p.787-793. 2008.
- Silva, A. B.; Pasqual, M.; Moreira, M.A.; Maciel, A.L.R.; Alves, J.M.C.; Pereira, A. B. Aclimação de brotações de abacaxi (*ananas comosus* L.) produzidas *in vitro*: ação de agromix[®], húmus e kelpak[®]. *Revista Un. Alfenas, Alfenas*, v. 4, p. 107-110, 1998.
- Sutter, E.G.; Novello, V.; Shackel, K. Physiological and anatomical aspects of water stress of cultured plants. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n230, p 113-119, 1988.
- Sharma, P.; Bhardwaj, R.; Arora, N.; Arora, H.K. Effect of 28-homobrassinolide on growth, zinc metal uptake and antioxidative enzyme activities in *Brassica juncea* L. seedlings. *Braz. J. Plant Physiol.*, 19(3):203-210, 2007.
- Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal.* 3a ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- Tanaka, K.; Nakamura, Y.; Asami, T.; Yoshida, S.; Matsuo, T.; Okamoto, S. *Journal of Plant Growth Regulation* **2003**, 22, 259-271.

- Teixeira, J.B.; Cruz, A.R.R.; Ferreira, F.R.; Cabral, J.R.S. Biotecnologia aplicada à produção de mudas: Produção de mudas micropropagadas de abacaxi. **Biotecnologia Ciências e Desenvolvimento**. Cultura de tecido, Brasília, v.3, p.42-47, 2001.
- Vásquez, M.C.N., Rodríguez, R.C.M. Brassinosteróides: nuevos reguladores del crecimiento vegetal com amplias perspectivas para la agricultura . Campinas: IAC, 2000. (Documento IAC, n. 68).
- Zimmerman, R.H. Micropagation of woody plants: post tissue culture aspects. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n. 120, p.217-222, 1988.
- Ziv, M. In vitro acclimatization. In: Aitken-Christie, J., Kozai, T., Smith, M.L.A. (eds) *Automation and environmental control in plant tissue culture*. Dordrecht, Kluwer academic Publishers, p.493-516. 1995.
- Yi, H.C., Joo, S., Nam, K.H., Lee, J.S., Kang, B.G., Kim, W.T. 1999. Auxin and brassinosteroid differentially regulate the expression of three members of the 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase gene family in mung bean (*Vigna radiate* L.). *Plant and Molecular Biology*, 41:443–454.
- Yopp, J.N., Mandava, N.B., Sasse, J.M. (1981) Brasinolide, a growth-promoting steroidal lactone. I. active in selected auxin bioassays. *Physiol. Plant.* n.53, p.445-452.