



YLANA CLÁUDIA MEDEIROS PAULA

**NUTRIÇÃO MINERAL NA
MICROPROPAGAÇÃO DE BANANEIRA**

**LAVRAS - MG
2010**

YLANA CLÁUDIA MEDEIROS PAULA

NUTRIÇÃO MINERAL NA MICROPROPAGAÇÃO DE BANANEIRA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador
Dr. Moacir Pasqual

Co-orientadora
Dra. Janice Guedes de Carvalho

**LAVRAS – MG
2010**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Paula, Ylana Cláudia Medeiros

Nutrição mineral na micropropagação de bananeira / Ylana
Cláudia Medeiros Paula. – Lavras: UFLA, 2010.

57 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: Moacir Pasqual.

Bibliografia.

1. *Musaceae*. 2. Omissão. 3. Cultura de tecidos vegetais. 4.
Fruticultura. 5. Cultivares I. Universidade Federal de Lavras. II.
Título.

CDD – 634.7728911

YLANA CLÁUDIA MEDEIROS PAULA

NUTRIÇÃO MINERAL NA MICROPROPAGAÇÃO DE BANANEIRA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 04 de Agosto de 2010.

Dr. Paulo Jorge de Pinho FAPEMIG/ UFLA

Dra. Leila Aparecida Salles Pio CAPES/ UFLA

Dr. Moacir Pasqual
Orientador

Dra. Janice Guedes de Carvalho
Coorientadora

LAVRAS - MG
2010

A Deus, que é a luz da minha vida.

A meus pais, José Cláudio e Ilka Medeiros, pelo incentivo e principalmente por me darem o amor mais puro e verdadeiro que existe.

A Iluska, minha irmã, que amo tanto.

Aos meus irmãos, Cláudio Júnior e Alcides Neto, pelo carinho.

E a minha sobrinha, Maria Eduarda.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras por todos os conhecimentos adquiridos durante o curso de mestrado.

Ao professor Moacir Pasqual pela sensatez dos seus atos que faz com que todos o admirem. Pela oportunidade que me destes de trabalhar no laboratório e disposição em ajudar.

A professora Janice Guedes de Carvalho pela co-orientação e amizade.

A pesquisadora Leila Aparecida Salles Pio pelo auxílio, paciência, generosidade e amizade.

Ao pesquisador Paulo Jorge de Pinho pelo auxílio e amizade.

Aos amigos Vantuil e Claret pelos ensinamentos e convívio agradável que jamais esquecerei.

Ao laboratorista Adalberto pelo auxílio e amizade.

Aos amigos do Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais, doutorandos, mestrandos e alunos de iniciação científica, pelo carinho, incentivo e amizade.

A Pesquisadora Aparecida Gomes de Araujo pelo auxílio na execução desta dissertação, ensinamentos e amizade.

Aos Professores Vander e Maria Clarete pela orientação, apoio e principalmente pela amizade.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido pelos ensinamentos.

A Marli, secretária de Pós-graduação/Fitotecnia-UFLA.

Aos funcionários da UFLA, principalmente do Departamento de Agricultura e do Departamento de Ciência do Solo.

Aos meus irmãos de coração Alice, Ingryd, Janine, Jucielly, Leonardo e Segundo, pela amizade e companheirismo. Amo vocês.

A todos os meus familiares pelo carinho e incentivo, principalmente, a tia Fátima.

Ao Grupo de Pesquisa de Fruticultura e a todos os integrantes: Anna Luiza, Andréa, Andrezza, Adriana, Django, Gerarda, Glêidson, Graziane, Jarina, Lenilton, Luciana, Mauro, Poliana, Priscila, Raiane, Thaiza e Wilton.

A Inêz, José Maria, Viviane e Cleber, sei que posso contar com vocês. Obrigada pela amizade.

Aos meus amigos do Vila Romana: Carlos, Renata, Deicy, Álvaro, Roberto, Fabiana, Rafael, Kelvin, Shirley, Luciana, João Gabriel, Marcos, Thaís, Marcelo, Gabriela, Carol, Marina, Thaíz, Jéssica e Mauro. Obrigada pelo carinho, incentivo e amizade.

Aos meus vizinhos Mauro, Elza, Rui, Maria Clara e Antônio pela amizade e apoio.

“Se algum dia vocês forem surpreendidos pela injustiça ou pela ingratidão, não deixem de crer na vida, de engrandecê-la pela decência, de construí-la pelo trabalho”.

Edson Queiroz

RESUMO

Objetivou-se, com o presente trabalho avaliar o crescimento e o teor de nutrientes absorvidos em plantas de bananeira *in vitro* em diferentes concentrações nutricionais de potássio e magnésio e verificar o crescimento de variedades de bananeira submetidas à diferentes meios de cultura e deficiência de nutrientes. Foram utilizados como fonte de explantes, cultivares de bananeira pré-estabelecidas *in vitro*, fornecidas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. As relações estabelecidas entre potássio e magnésio foram representadas por quinze tratamentos em esquema fatorial 5 K:Mg (22:1, 20:3, 15:8, 10:13 e 5:18) x 3 (cultivares). Foi concluído que as cultivares Caipira, Japira e Tropical apresentaram melhores resultados no tratamento com a concentração 20:3, pior desempenho foi observado na concentração 5:18 e absorção de potássio pela planta é inversamente proporcional a absorção de magnésio. A absorção de nutrientes minerais por explantes de bananeira das cultivares Bucaneiro e Tropical, em função das diferentes meios de cultura foram representados por vinte tratamentos em esquema fatorial 10 (meios de cultura) x 2 (cultivares). Os tratamentos foram: MS, metade da concentração de sais do meio de cultura MS - ½ MS, Hoagland, metade da concentração de sais da solução de Hoagland- ½ Hoagland, meios com omissão de N, P, K, Ca, Mg e S, tendo como base o meio Hoagland. Observou-se que os explantes das cultivares Bucaneiro e Tropical apresentaram médias superiores com relação à altura da parte aérea, número de folhas, matéria fresca e seca da parte aérea, quando utilizou-se o meio MS, o meio Hoagland não apresentou resultados satisfatórios e a deficiência de alguns elementos observados nos outros tratamentos resultaram num menor crescimento da planta.

Palavras-chave: *Musa* spp. Nutrientes. Omissão.

ABSTRACT

The work objective was to evaluate the growth and nutrient content in banana plants under *in vitro* conditions in different concentrations of potassium and magnesium and to verify the growth of banana plants varieties under different culture media and nutritional deficiency. Were used as explants source, pre-established banana plants cultivars *in vitro* conditions, from Embrapa Cassava and Tropical Fruits. Relationships established between potassium and magnesium were represented by fifteen treatments in a factorial scheme 5 K:Mg (22:1, 20:3, 15:8, 10:13 and 5:18) x 3 (cultivars). It was concluded that the Caipira, Tropical and Japira cultivars showed better results in 20:3 concentration, worse performance was observed at concentration 5:18 and potassium uptake by plants is inversely proportional to the magnesium uptake. The mineral nutrients absorption by explants of banana plants, Tropical and Bucaneiro cultivars, under different culture media was represented by twenty treatments in a factorial scheme 10 (culture media) x 2 (cultivars). Treatments were: MS, half of the salt concentration of MS medium - $\frac{1}{2}$ MS, Hoagland, half the salt concentration of Hoagland solution, Hoagland $\frac{1}{2}$, culture media with omission of N, P, K, Ca, Mg and S, based on Hoagland medium. It was observed that Bucaneiro and Tropical cultivars explants had higher average in shoot height, leaf number, shoot fresh and dry weight, when it was used the MS medium. Hoagland medium did not show satisfactory results and some elements deficiency decreasing plant growth.

Keywords: *Musa* spp. Nutrients. Omission.

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	
1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Importância da bananicultura	12
2.2	Caracterização geral da família <i>Musaceae</i>	13
2.2.1	Bucaneiro	14
2.2.2	Caipira	15
2.2.3	Japira	15
2.2.4	Tropical	15
2.3	Micropropagação	16
2.4	Meios de cultura	16
2.5	Nutrição mineral da bananeira	17
2.6	Funções dos nutrientes minerais	18
2.6.1	Cálcio (Ca)	18
2.6.2	Enxofre (S)	19
2.6.3	Fósforo (P)	19
2.6.4	Magnésio (Mg)	20
2.6.5	Nitrogênio (N)	20
2.6.6	Potássio (K)	21
3	CONCLUSÃO	22
	REFERÊNCIAS	23
	SEGUNDA PARTE – ARTIGOS	28
	ARTIGO 1 Cultivo <i>in vitro</i> de bananeira em diferentes concentrações de potássio e magnésio	29
1	INTRODUÇÃO	31
2	REFERENCIAL TEÓRICO	32
3	MATERIAL E MÉTODOS	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS	41
	ARTIGO 2 Omissão de nutrientes em meios de cultura na micropropagação de bananeira	43
1	INTRODUÇÃO	46
2	REFERENCIAL TEÓRICO	47
3	MATERIAL E MÉTODOS	49
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
5	CONCLUSÃO	54
	REFERÊNCIAS	56

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

A banana é a fruta mais consumida no mundo, apresentando importante papel na nutrição alimentar das mais variadas classes sociais. Economicamente a bananeira é uma cultura bastante significativa, pois sua produção, na escala de milhões de toneladas, garante emprego e renda para milhares de trabalhadores.

As cultivares mais usadas (Prata Anã, Pacovan, Maçã, Grande Naine e Terra) são muito suscetíveis à Sigatoka negra e, à exceção da Terra e Maçã, são, também, suscetíveis à Sigatoka amarela. Com relação ao mal-do- Panamá, a ‘Grande Naine’ e a ‘Terra’, são resistentes, a ‘Maçã’ é altamente suscetível e as demais cultivares são medianamente suscetíveis. Embora cerca de 60% da banana produzida no Brasil sejam do tipo Prata AAB (Prata Anã e Pacovan) sua comercialização é restrita ao mercado nacional. Somente as cultivares do subgrupo Cavendish AAA (Grande Naine e Nanicão) apresentam características adequadas para exportação.

Devido a sua grande escala de produção e consumo mundial, tem-se buscado cada vez mais mudas de bananeira que apresentam uma alta qualidade genética e fitossanitária. A cultura de tecidos é uma prática que além de possibilitar a obtenção dessas características, permite uma elevada produção de mudas num curto intervalo de tempo, homogeneidade no plantel e um maior vigor nas plantas.

Os meios de cultura utilizados na micropropagação são constituídos de diversas substâncias tais como, vitaminas, nutrientes e reguladores de crescimento. Sendo a nutrição mineral um importante fator no crescimento e desenvolvimento vegetal.

Cada nutriente mineral apresenta funções importantes na formação das plantas. Porém, alguns elementos quando em solução nutritiva interferem nas atividades fisiológicas de outros nutrientes, ocorrendo o antagonismo quando o aumento no fornecimento de um íon resulta na diminuição da absorção de outro íon e o inverso é denominado de sinergismo.

O objetivo deste trabalho é avaliar o crescimento e a absorção mineral de mudas de diferentes variedades de bananeira micropropagadas, levando-se em consideração a composição nutricional do meio de cultura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da bananicultura

Dentre os diversos campos de atividades de que se compõe à agricultura, a fruticultura assume um importante papel. Na alimentação, os frutos são excelentes fontes de vitaminas, minerais e fibra dietética (SILVA; PEIXOTO; JUNQUEIRA, 2001).

A cultura da bananeira possui importante valor econômico e social no mundo, ocupando uma área total de aproximadamente 4,1 milhões de hectares, em 107 países, com uma produção de 70 milhões de toneladas. O Brasil é o quarto produtor mundial de banana, tendo produzido 7,11 milhões de toneladas em 2008, em uma área superior a 513 mil hectares (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2010).

Em termos de valor de produção, dentre os alimentos de colheita, a banana é o quarto mais importante do mundo, depois de arroz, trigo e milho (ARIAS et al., 2003).

O Estado de Minas Gerais se destaca em quinto lugar com uma produção em 2007 de 537.778 toneladas em uma área colhida de 36.627 mil hectares e um rendimento de 14.683kg/ha (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2008).

O aumento do consumo mundial, com a abertura de novos mercados e a maior exigência dos consumidores brasileiros, está indicando um novo rumo a ser tomado pela bananicultura nacional. Na busca de novas áreas de plantio e da renovação de áreas pouco produtivas, a introdução de mudas de bananeira com alta qualidade genética e fitossanitária é fundamental (TRINDADE; LINS; MAIA, 2003).

Um dos principais aspectos que limitam a expansão da cultura da bananeira é a utilização de mudas produzidas por meio de métodos convencionais, que além de apresentar baixa taxa de multiplicação, pode se constituir num mecanismo de disseminação de doenças e pragas (ROELS et al., 2005).

Atualmente, o método de propagação de plantas mais adotado é a micropropagação. Isso se deve a: obtenção de mudas livres de patógenos, conservação de germoplasma, grande quantidade de mudas produzidas em um curto período de tempo, facilidade no transporte, dentre outros aspectos positivos. Porém, existem poucos estudos referentes à diferentes concentrações de macro e micronutrientes em variedades de bananeira.

Segundo Borges et al. (1997), a micropropagação da bananeira é realizada em condições controladas de laboratório, proporciona maior eficiência dentre os métodos de multiplicação de plantas, apresentando um rendimento de 150 a 300 mudas por matriz, num período de 6 a 8 meses.

2.2 Caracterização geral da família Musaceae

As bananas pertencem à classe *Monocotyledoneae*, da ordem *Scimitales*. A família *Musaceae* possui três subfamílias, uma delas a *Musoideae* com dois gêneros, o gênero *Musa*, onde se encontram os frutos comestíveis e de interesse

tecnológico e o gênero *Ensete* com frutos ornamentais. As variedades do gênero *Musa* apresentam cerca de 30 espécies seminíferas, ou seja, variedades com polpa abundante e desprovidos de sementes (CRUZ, 1995; JOLY, 1991).

A espécie vegetal *Musa* sp., conhecida popularmente como bananeira, é abundantemente distribuída no Brasil, para fins principalmente alimentares, pois seu fruto é amplamente consumido por apresentar grande valor nutritivo. Desenvolve-se em todas as regiões tropicais do mundo e o fruto representa grande importância econômica em muitos países em desenvolvimento.

A bananeira é uma planta não-lenhosa, cujo falso tronco é formado por camadas sucessivas de folhas sobrepostas, constituindo um conjunto rígido. O caule verdadeiro, rizoma, é subterrâneo e as bananas se formam a partir de um pseudocaulo que só dá fruto uma única vez e morre em seguida, devendo ser cortado imediatamente após a colheita para fortalecer o rizoma, que fornecerá novos brotos (VALLE; CAMARGOS, 2003). A polpa de banana verde contém de 70 a 80% de amido, em base seca, que é comparável ao endosperma do grão de milho com a polpa de batata branca (ZHANG et al., 2004).

As cultivares mais difundidas no Brasil são as do grupo Prata (*Prata*, *Pacovan* e *Prata-Anã*), do grupo Nanica (*Nanica* ou *Caturra*, *Nanicão* e *Grande Naine*) e Maçã. As variedades 'Prata' e 'Pacovan' ocupam aproximadamente 60% da área cultivada com banana no Brasil (OLIVEIRA et al., 1999).

A seguir serão descritas as cultivares utilizadas nos experimentos.

2.2.1 Bucaneiro

Segundo Silva, Flores e Lima Neto (2002), este híbrido pertence ao Subgrupo Prata, apresenta em sua constituição somente o genoma A. É um híbrido tetraplóide (AAAA) de Gros Michel, filho do mesmo pai e da mesma mãe, ou seja, irmãos completos. Esta variedade está próxima à variedade 'FHIA'

02, outro híbrido AAAA. Apresenta porte médio, resistência à Sigatoka negra e ao mal-do-Panamá.

2.2.2 Caipira

Internacionalmente conhecida como “Yangambi km 5”, é uma variedade de banana de mesa, pertencente ao grupo AAA, de porte médio a alto, frutos pequenos e muito doces. Foi selecionada a partir de avaliações realizadas em vários locais, destacando-se pelo seu vigor vegetativo, resistência à Sigatoka-amarela, Sigatoka-negra e ao mal-do-Panamá, além de resistência à broca-do-rizoma, evidenciada por baixos índices de infestação pela praga (BORGES; SOUZA, 2004).

2.2.3 Japira

Híbrido AAAB, que resultou do cruzamento da `Pacovan` com diplóide M53 e apresenta a maioria de suas características, tanto de desenvolvimento quanto de rendimento, superior à cultivar Prata e bastante semelhante à `Pacovan`. No entanto, é superior à estas cultivares no que diz respeito à reação às doenças, sendo resistente à sigatoka-amarela, à sigatoka-negra e ao mal-do-panamá. As plantas apresentam bom perfilhamento, desenvolvimento e crescimento, produzindo frutos de excelente qualidade para mercado. Os frutos são muito similares aos da banana `Prata`, tendo maior “vida de prateleira”, após a colheita, além de maior resistência à antracnose (RODRIGUES; DIAS; PACHECO, 2008).

2.2.4 Tropical

É um híbrido tetraplóide do grupo AAAB, resultante de cruzamento da variedade Yangambi n° 2 com o híbrido diplóide (AA) M53, de porte médio a alto, criado pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical (YB42-21), em Cruz das Almas, BA. Os frutos são maiores, mais grossos e com sabor semelhante aos da variedade Maçã. A variedade Tropical, além de resistente à Sigatoka-amarela, é também tolerante ao mal-do-Panamá. Todavia, não é resistente à Sigatoka-negra.

Seu plantio está direcionado principalmente para regiões produtoras de banana “Maçã” (BORGES; SOUZA, 2004).

2.3 Micropropagação

A cultura de tecidos vegetais compreende um conjunto de técnicas nas quais um explante (célula, tecido ou um órgão) é isolado e cultivado sob condições assépticas em um meio nutritivo artificial. O princípio básico da cultura de tecidos é a totipotencialidade das células, ou seja, qualquer célula no organismo vegetal contém toda a informação genética necessária para a regeneração de uma planta completa (TORRES; CALDAS; FERREIRA, 1998).

Mudas micropropagadas, produzidas por cultura de tecidos, possuem alta qualidade genética e fitossanitária, além do considerável aumento do número de plantas dentro de curto espaço de tempo (SOUZA; CORDEIRO; TRINDADE, 2000). Essas mudas produzem 30% mais do que mudas obtidas convencionalmente (SANADA, 1993), permitem colheita sincronizada nos primeiros ciclos da cultura, graças à homogeneidade das mudas, e possibilitam maior vigor das plantas, maior número de frutos por penca, maior número de pencas por cacho, menor variabilidade no tamanho e forma dos frutos, e menor incidência de nematóides em áreas contaminadas (ORELLANA et al., 1991; QUYNH; UYEN, 1993). Por outro lado, esse método apresenta um elevado custo inicial, podendo representar mais de 25% do total do custo de implantação da cultura (BATISTA, 1996).

2.4 Meios de cultura

Os meios nutritivos utilizados para as culturas fornecem as substâncias essenciais para o desenvolvimento dos tecidos e controlam, em grande parte, o padrão do desenvolvimento *in vitro* (TORRES; CALDAS; FERREIRA, 1998).

A constituição do meio é baseada nas exigências das plantas quanto aos nutrientes minerais, com algumas modificações para atender em necessidades específicas. É constituído de componentes essenciais e opcionais. Os essenciais compreendem a água, os sais inorgânicos, a fonte de carbono e energia, vitaminas e substâncias reguladoras de crescimento. Entre os componentes adicionais estão incluídos os aminoácidos e amidas, ácidos orgânicos e substâncias naturais complexas (GUERRA; NODARI, 2007).

O pH é considerado um fator crítico do meio de cultura (MURASHIGE, 1974). Segundo Pierik (1987), o pH ideal varia de 5,0 a 6,5 para o crescimento adequado da maioria das espécies. Níveis inferiores a 4,5 e superiores a 7,0, geralmente podem ocasionar paralisação do crescimento e do desenvolvimento *in vitro* (MURASHIGE, 1974).

2.5 Nutrição mineral da bananeira

A demanda de nutrientes pela planta depende da sua taxa de crescimento e da sua eficiência em converter em biomassa os nutrientes absorvidos (NOMURA et al., 2008).

O cultivo da bananeira demanda grandes quantidades de nutrientes para manter um bom desenvolvimento e obter altos rendimentos, pois produz bastante massa vegetativa e absorve e exporta elevada quantidade de nutrientes (LÓPEZ, 1994; ROBINSON, 1996).

Segundo Borges (2004), quando o aumento no fornecimento de um íon resulta na diminuição da absorção de outro íon, ocorre o antagonismo. O inverso é chamado sinergismo. Em bananeira, as interações mais estudadas são entre potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), mas outros antagonismos e sinergismos têm sido relatados, como aqueles envolvendo nitrogênio (N) e K e K e sódio (Na).

2.6 Funções dos nutrientes minerais

Segundo Bonato et al. (1998), as principais funções dos nutrientes minerais tais como, nitrogênio (N), enxofre (S) e fósforo (P) que servem como constituintes de proteínas e ácidos nucleicos. Outros nutrientes minerais, tais como magnésio (Mg) e os micronutrientes (exceto cloro), podem funcionar como constituintes de estruturas orgânicas, predominantemente envolvidos na função catalítica de enzimas.

Um elemento para ser essencial deve satisfazer a dois critérios: primeiro, fazer parte de uma molécula que seja componente intrínseco da estrutura ou do metabolismo da planta; segundo, se a planta for severamente privada do elemento, a mesma deve exibir anormalidades em seu crescimento, desenvolvimento ou reprodução em comparação com plantas menos privadas (EPSTEIN; BLOOM, 2004).

A seguir serão descritos os macronutrientes que estão sendo estudados nos experimentos.

2.6.1 Cálcio (Ca)

O Ca, desempenha papel importante na morfogênese, por causa da interação com substâncias reguladoras de crescimento e parece haver associação com as citocininas, principalmente nas áreas onde está ocorrendo diferenciação (ARRUDA et al., 2000).

O Ca auxilia na desintoxicação de altas concentrações de outros elementos minerais na planta (MARSCHNER, 1995) e exerce também função estrutural (atuando na formação da parede celular) e nos processos de divisão celular (ARRUDA et al., 2000).

A utilização do Ca pelas plantas *in vitro* pode ser influenciada pelo tipo de tampa do frasco. Quando os frascos são fechados com parafilme, mantêm alta umidade, o que pode dificultar o fluxo de Ca para a parte aérea (SHA; MCCOWN; LLOYD, 1985).

2.6.2 Enxofre (S)

O S é um nutriente de baixa redistribuição interna na planta, e apresenta, portanto, tendência a se elevar nas folhas mais velhas. Tem como função principal a ativação de enzimas. Como constituinte de vários aminoácidos e proteínas, sua deficiência provoca uma série de distúrbios metabólicos, como: diminuição da fotossíntese, da atividade respiratória e da síntese de proteínas (MALAVOLTA, 1980). Dois dos aminoácidos considerados essenciais (metionina e cisteína) são constituídos por S (PERES, 2003).

2.6.3 Fósforo (P)

O P desempenha importante papel na respiração vegetal e no armazenamento, transporte e utilização de energia no processo fotossintético, agindo também na síntese das proteínas e no metabolismo de enzimas, sendo um elemento essencial para o metabolismo das plantas, principalmente na fase reprodutiva. A baixa disponibilidade de P nos solos tropicais é uma das causas que mais limita o crescimento e a produção das culturas, tornando necessário o fornecimento deste nutriente via adubação (FERNANDES et al., 2000; RAIJ, 1991).

Limitações no desenvolvimento dos tecidos *in vitro* causadas por deficiência de P têm sido observadas por vários pesquisadores. Singha, Oberly e Townsend (1987), trabalhando com *Malus sp.* e *Pyrus communis*, encontraram

que aproximadamente 50% do P inicial do meio foi consumido durante as primeiras seis semanas de cultivo. Mezzetti, Rosati e Casalicchio (1991) observaram que apenas 5,5% do P inicial permanecia no meio de cultura após 30 dias de cultivo com *Actinidia deliciosa*.

2.6.4 Magnésio (Mg)

É considerado o maior ativador de enzimas, especialmente daquelas associadas ao metabolismo energético das plantas (MENGEL; KIRKBY, 1987). O Mg faz parte da molécula de clorofila. É o elemento que ativa o maior número de enzimas e facilita a absorção, pela raiz, de outros elementos, principalmente do P (MALAVOLTA, 1980).

A concentração de Mg na solução ao redor das raízes tem muita influência na absorção (TURNER; BARKUS, 1981), de modo que, aumentando a concentração deste elemento no meio de cultura, aumenta a sua absorção (VELIKY; ROSE; ZINK, 1977).

De acordo com Gallo et al. (1972), a concentração desse elemento na inflorescência nos últimos meses é algo notório, estando mais de 80% desse elemento nessa parte da planta.

2.6.5 Nitrogênio (N)

O N é considerado o elemento mais importante para o crescimento da bananeira (LAHAV; TURNER, 1983). Segundo Loreti, Morini e Concetti (1988), o N tem função importante no desenvolvimento dos tecidos *in vitro*. Estes autores sugerem o uso de baixos níveis de N nos estádios iniciais, e maiores concentrações, subseqüentemente, para aumentar a formação de gemas axilares.

O N é um dos principais elementos essenciais e ativos, sendo absorvido principalmente na forma de nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+). Por ser constituinte de várias biomoléculas essenciais como: aminoácidos, ácidos nucléicos, proteínas, enzimas e outros, sua absorção se dá em diversos processos metabólicos da planta (MAGALHÃES; WILCOX, 1987; SAKUTA, 1987).

2.6.6 Potássio (K)

O K é essencial para o desenvolvimento das plantas. Isso porque participa direta ou indiretamente de inúmeros processos bioquímicos envolvidos com o metabolismo de carboidratos, como a fotossíntese e a respiração, sendo que sua carência é refletida numa baixa taxa de crescimento (COELHO et al., 2006). Seu teor no tecido vegetal para que a planta expresse bom crescimento e produtividade varia de 2% a 5% do peso da matéria seca (MARSCHNER, 1995).

Outro papel proposto para o K e que o liga indiretamente à fotossíntese é o de promoção da translocação dos assimilados das folhas. Esses íons são transportados rapidamente através das membranas das células e duas de suas principais funções são regular o pH e o equilíbrio osmótico dentro das células. Este nutriente possui um papel similar em tecidos cultivados *in vitro*, porém os mecanismos usuais de transporte podem não ocorrer. A deficiência de K no meio de cultura conduz, segundo alguns autores, à hiperidricidade e ao decréscimo na taxa de absorção de fosfato (PASQUAL, 2001).

Segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) e Yamada (1995) o K exerce nas plantas, uma série de funções, relacionadas com o papel de armazenamento de energia. Entre as várias funções cita-se: melhor eficiência de uso da água, devido ao controle da abertura e fechamento dos estômatos; maior translocação

de carboidratos produzidos nas folhas para o restante da planta; maior eficiência enzimática, além da melhoria da qualidade comercial da planta.

3 CONCLUSÃO

Neste contexto, os nutrientes exercem diversas funções para o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Os minerais são de fundamental importância para o desempenho das principais funções metabólicas da célula, embora requeridos em pequenas quantidades.

REFERÊNCIAS

- ARIAS, P. et al. **The world banana economy 1985-2002**. Rome: FAO, 2003. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/007/y5102e/y5102e00.htm>>. Acesso em: 12 jan. 2010.
- ARRUDA, S. C. C. et al. Anatomical and biochemical characterization of the calcium effect on *Eucalyptus urophylla* callus morphogenesis *in vitro*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Sant Paul, v. 63, n. 2, p. 143-154, Nov. 2000.
- BATISTA, L. A. **Métodos de multiplicação de mudas matrizes de bananeira (*Musa spp.*), obtidas por cultura de meristemas**. 1996. 51 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.
- BONATO, C. M. et al. **Nutrição mineral de plantas**. Maringá: UEM, 1998. 137 p.
- BORGES, A. L. Interação entre nutrientes em bananeira. **Banana em Foco**, Cruz das Almas, v. 55, p. 2-4, jan. 2004.
- BORGES, A. L. et al. **O cultivo da banana**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CMPMF, 1997. 109 p. (Circular Técnica, 27).
- BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CMPMF, 2004. 279 p.
- COELHO, R. M. et al. Resposta à adubação com uréia, cloreto de potássio e ácido bórico em mudas do abacaxizeiro 'Smooth cayenne'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19., 2006, Cabo Frio. **Anais...** Maringá: CBF, 2006. p. 146.
- CRUZ, G. L. **Dicionário das plantas úteis do Brasil**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1995. 599 p.
- EPSTEIN, E.; BLOMM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Planta, 2004. 85 p.
- FERNANDES, L. A. et al. Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatada em espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1191-1198, jun. 2000.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Preliminary 2009 data now available for selected countries and products.** Disponível em:

<<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>>. Acesso em: 2 jan. 2010.

GALLO, J. R. et al. Composição química inorgânica da bananeira: *Musa acuminata* Simmonds, cultivar Nanicão. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 70-79, jan. 1972.

GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. **Biotecnologia:** cultura de tecidos vegetal. Florianópolis: UFSC, 2007. Apostila. Disponível em:

<<http://www.cca.ufsc.br/lfdgv/Apostila.htm>>. Acesso em: 20 jan. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sidra.**

Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp>>. Acesso em: 11 set. 2008.

JOLY, A. B. **Botânica:** introdução à taxonomia vegetal. 10. ed. São Paulo: Nacional; EDUSP, 1991. 777 p.

LAHAV, E.; TURNER, D. W. **Banana nutrition.** Berne: IPI, 1983. 62 p.

LÓPEZ, M. A. Fertilización del cultivo de banano com diferentes doses de nitrógeno, fósforo y potasio. In: REUNION DE LA ACORBAT, 10., 1991, Tabaco. **Memórias...** San José: Corbana, 1994. p. 65-79.

LORETI, F.; MORINI, S.; CONCETTI, S. Effect of potassium and nitrogen concentration on growth of peach shoots cultured *in vitro*. **Acta Horticulturae**, Palo Alto, v. 227, n. 1, p. 311-317, Jan. 1988.

MAGALHÃES, J. R.; WILCOX, G. E. Interação entre formas de nitrogênio e reguladores de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 576-585, jan. 1987.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

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

- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic, 1995. 888 p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. E. **Principles of plant nutrition**. Bema: IPI, 1987. 562 p.
- MEZZETTI, B.; ROSATI, P.; CASALICCHIO, G. *Actinidia deliciosa* C.F. Liang *in vitro*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 25, n. 2, p. 91-98, Dec. 1991.
- MURASHIGE, T. Plant propagation through tissue cultures. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 25, p. 135-166, June 1974.
- NOMURA, E. S. et al. Crescimento de mudas micropropagadas da bananeira cv. nanição, em diferentes substratos e fontes de fertilizantes. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 359-363, set. 2008.
- OLIVEIRA, S. O. de et al. Cultivares. In: ALVES, E. J. (Org.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA-SPI; Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1999. p. 85-105.
- ORELLANA, P. et al. La micropropagación del plátano a escala comercial en Cuba. **ACEVIV Boletín Científico**, Havana, v. 3, n. 3, p. 29-38, 1991.
- PASQUAL, M. **Cultura de tecidos vegetais: tecnologia e aplicações: meios de cultura**. Lavras: UFLA-FAEPE, 2001. 74 p.
- PERES, L. E. P. **Nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: ESALQ, 2003. 30 p.
- PIERIK, R. L. M. **In vitro culture of higher plants**. Dordrecht: M. Nyhoff, 1987. 344 p.
- QUYNH, N. T.; UYEN, N. V. **Adapted propagation techniques for commercial crops of the tropics**. Stockholm: International Foundation for Science, 1993. 244 p.
- RAIJ, B. V. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: POTAFOS, 1991. 343 p.
- ROBINSON, J. C. **Bananas and plantains**. Wallingford: CAB Internacional, 1996. 238 p.

RODRIGUES, M. G. V.; DIAS, M. S. C.; PACHECO, D. D. Bananicultura irrigada: inovações tecnológicas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 245, p. 14-24, 2008.

ROELS, S. et al. Optimization of plantain (*Musa AAB*) micropropagation by temporary immersion system. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 82, n. 1, p. 57-66, Nov. 2005.

SAKUTA, M. Effects of sucrose source on betacyanin acculation and growth in suspension cultures of *Phytolacea americana*. **Physiology Plantarum**, Copenhagen, v. 71, n. 4, p. 459-463, Jan. 1987.

SANADA, M. Micropropagation of semitropical crop and its application to cultivation in Okinawa. In: THIQUYNH, N.; UYEN, N. V. (Ed.). **Adapted propagation techniques for commercial crops of the tropics**. Stockholm: International Fondation for Science, 1993. p. 101-105.

SHA, L.; MCCOWN, B. H.; LLOYD, A. P. Occurrence and cause of shoot-tip necrosis in shoot cultures. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Madison, v. 110, n. 5, p. 631-634, Jan. 1985.

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, ago. 2001.

SILVA, S. de O.; FLORES, J. C. O.; LIMA NETO, F. P. Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira em quatro ciclos de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1567-1574, nov. 2002.

SINGHA, S.; OBERLY, G. H.; TOWNSEND, E. C. Changes in nutrient composition and pH of the culture medium during *in vitro* shoot proliferation of crabapple and pear. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 11, n. 3, p. 209-220, Aug. 1987.

SOUZA, A. S.; CORDEIRO, Z. J. M.; TRINDADE, A. V. Produção de mudas. In: CORDEIRO, Z. J. M. (Org.). **Banana: produção: aspectos técnicos**. Brasília: EMBRAPA, 2000. p. 39-46.

TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; FERREIRA, A. T. Retrospectiva da cultura de tecidos de plantas. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. (Ed.). **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CNPQ, 1998. v. 1, p. 11-20.

TRINDADE, A. V.; LINS, G. M. L.; MAIA, I. C. S. Substratos e fungo micorrízico arbuscular em mudas micropropagadas de bananeira na fase de aclimação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 137-142, abr. 2003.

TURNER, D. W.; BARKUS, B. Some factors affecting the apparent root transfer coefficient of banana plants (cv. 'Williams'). **Fruits**, Paris, v. 36, n. 10, p. 607-613, Oct. 1981.

VALLE, H. F.; CAMARGOS, M. **Yes, nós temos banana**. São Paulo: SENAC, 2003. 103 p.

VELIKY, I. A.; ROSE, D.; ZINK, M. W. Uptake of magnesium by suspension cultures of plant cells (*Ipomoea* sp.). **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 55, n. 9, p. 1143-1147, May 1977.

YAMADA, T. **Potássio: funções na planta, dinâmica no solo, adubos e adubação potássica**. Uberlândia: UFU, 1995. 12 p.

ZHANG, P. et al. Effects of arabinoxylans on activation of murine macrophages and growth performance of broiler chicks. **Cereal Chemistry**, Vienna, v. 81, n. 1, p. 511-514, June 2004.

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

(Os artigos estão condizentes com as normas da Revista Brasileira de Fruticultura)

ARTIGO 1

**CULTIVO *IN VITRO* DE BANANEIRA EM DIFERENTES
CONCENTRAÇÕES DE POTÁSSIO E MAGNÉSIO**

Ylana Cláudia Medeiros Paula, Moacir Pasqual, Janice Guedes de Carvalho,
Leila Aparecida Salles Pio, Paulo Jorge de Pinho, Aparecida Gomes de Araujo

RESUMO

Diferentes concentrações de potássio e magnésio em explantes de bananeira das cultivares Caipira, Japira e Tropical, fornecidos pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, foram estudados *in vitro* visando fornecer subsídios para ajuste do meio de cultura. O cultivo dos explantes foi realizado em meio semi-sólido (MS) contendo macro, micronutrientes e vitaminas, durante 60 dias. Foram utilizados quinze tratamentos representados pelo fatorial 5 x 3, sendo 5 concentrações de potássio e magnésio (22:1, 20:3, 15:8, 10:13 e 5:18) e 3 cultivares, com dez repetições, avaliando-se nos propágulos os seguintes parâmetros: altura das plantas; número de folhas; comprimento da raiz; matéria fresca da parte aérea e da raiz; matéria seca da parte aérea e da raiz e a quantidade de macronutrientes (potássio, magnésio e cálcio) absorvidos. Com base nos resultados obtidos as cultivares apresentam melhores resultados no tratamento com a concentração 20:3 e pior desempenho é observado na concentração 5:18. A absorção de potássio pela planta é inversamente proporcional a absorção de magnésio.

Palavras-chave: *Musaceae*. Nutrientes. Crescimento.

ABSTRACT

Different concentrations of potassium and magnesium in explants of banana plants Caipira, Japira and Tropical cultivars, from Embrapa Cassava and Tropical Fruits, were studied *in vitro*, aiming to assist in the adjusting the culture medium. The experiment was conducted at the Laboratory of Tissue Culture, Department of Agriculture, Federal University of Lavras (UFLA). The explants cultivation was made in semi-solid medium (MS) containing macronutrients, micronutrients and vitamins, during 60 days. Were used fifteen treatments represented by factorial scheme 5 x 3, with five concentrations of potassium and magnesium (22:1, 20:3, 15:8, 10:13 and 5:18) and three cultivars, with ten replications, evaluating in the seedlings the parameters: plant height, leaf number, root length, shoot and root fresh matter; shoot and root dry matter and the amount of macronutrients (potassium, magnesium and calcium) absorbed. According the results, the cultivars showed better results with the 20:3 concentration and worse performance is observed at concentration 5:18. Potassium uptake by plants is inversely proportional to the magnesium uptake.

Keywords: *Musaceae*. Nutrients. Growth.

1 INTRODUÇÃO

A bananeira é uma cultura que apresenta importante papel econômico e social a nível mundial, pois a banana é a fruta mais consumida no mundo. Devido à elevada expansão territorial de cultivo, tem-se buscado cada vez mais mudas de alta qualidade.

A cultura de tecidos é uma técnica que possibilita a obtenção de mudas isentas de patógenos, geneticamente superiores, além de uma produção em grande escala num curto intervalo de tempo. Os meios de cultura são compostos de diversas substâncias necessárias a micropropagação *in vitro*, sendo o meio MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) a formulação mais utilizada.

Os nutrientes fazem parte da composição dos meios de cultura, porém pouco se sabe sobre a interação destes em solução *in vitro*, principalmente na cultura da bananeira.

A nível de campo sabe-se que o potássio apresenta importante papel na ativação de enzimas que atuam na fotossíntese e respiração, auxilia na formação de amidos e açúcares, além de aumentar a resistência e o vigor das plantas. Com relação ao magnésio, este auxilia na formação de gorduras e absorção de outros nutrientes. E o cálcio tem importante papel na reprodução celular, colabora na formação de raízes e auxilia na absorção de outros nutrientes.

Tendo em vista que os nutrientes minerais apresentam importante papel na formação vegetal, este trabalho tem como objetivo avaliar parâmetros de crescimento de mudas de bananeira submetidos a diferentes concentrações de potássio e magnésio em meio de cultura MS. E observar a absorção do potássio, magnésio e fósforo pelas mudas estabelecidas *in vitro*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A bananeira (*Musa* spp.) é uma cultura de grande importância socioeconômica no mundo, com o mais alto índice de consumo per capita entre as frutas tropicais, e com um comércio tradicional consolidado e bem distribuído (BRASIL, 2010).

A cultura de tecidos vegetais é uma técnica vantajosa, quando aplicada em variedades que necessitam ser propagadas em curto espaço de tempo e em grande escala. É uma prática, em que um explante (célula, tecido ou órgão) é isolado e cultivado em condições assépticas com meio nutritivo artificial (PASQUAL, 2001). Segundo Lameira, Pinto e Pasqual (1990), atualmente, o cultivo *in vitro* da bananeira constitui uma metodologia de propagação assexuada eficaz. Esta metodologia alternativa pode ser realizada e ser programada para facilitar a disponibilidade de material para plantio em novas áreas o ano todo.

Os elementos minerais exigidos em maiores quantidades para o crescimento de plantas são incluídos nos meios nutritivos nas formas de sais inorgânicos, podendo o K ser adicionado como componente de suplementos orgânicos. O K é absorvido pelas plantas na forma de K^+ e é usualmente o cátion mais abundante nas células vegetais. Seu principal papel é o de ativador de numerosas enzimas (FIGUEIREDO, 2008).

A absorção de um determinado nutriente pode ser influenciada por outro. Por exemplo, a presença do íon K^+ tem efeito de inibição competitiva entre os íons Mg^{+2} e Ca^{+2} (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

A dinâmica dos nutrientes é de grande importância nos processos fisiológicos, atuando diretamente no desenvolvimento vegetativo, amadurecimento e senescência das plantas (FERGUNSON; VOLZ; WOOLF, 1999).

A maioria dos estudos sobre nutrição vegetal são realizados com plantas, sob condições de campo ou de casa de vegetação, sendo poucas as informações existentes na literatura sobre o comportamento das plantas de bananeira com relação a nutrição *in vitro*.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros de crescimento de plantas de bananeira *in vitro* com diferentes concentrações nutricionais de potássio e magnésio, estabelecendo as relações mais adequadas para os nutrientes minerais, bem como verificar os teores de K, Mg e Ca absorvidos por explantes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Cultura de Tecidos do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foram utilizados explantes iniciais de bananeira Caipira, Japira e Tropical, pré-estabelecidos *in vitro*, fornecidos pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical.

As plantas foram transferidas para o meio de multiplicação contendo sais minerais e vitaminas do meio MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) acrescidos de 30 g L⁻¹ de sacarose e 2,5 mg L⁻¹ de BAP (6-benzilaminopurina), para obtenção do número de explantes necessários para o experimento e um excedente de reserva para possíveis problemas de contaminações. Os explantes consistiram de brotações, medindo 2,0 cm de comprimento.

O pH do meio foi ajustado para $5,7 \pm 0,1$, posteriormente foram adicionados 1,75 g L⁻¹ de Phytigel e autoclavado. O meio foi distribuído em quantidade de 50 mL por frasco com capacidade de 250 mL.

Para instalação dos experimentos os explantes foram individualizados e colocados em frascos contendo o mesmo meio de cultura, descrito

anteriormente, para facilitar o desenvolvimento da parte aérea e evitar o enraizamento excessivo.

Os explantes foram submetidos aos seguintes tratamentos: variação nas relações potássio/magnésio 22:1, 20:3, 15:8, 10:13, 5:18. Vale salientar que a concentração 22:1 corresponde ao meio MS comum e foi utilizado como testemunha. O esquema fatorial foi 5x3 (K^+ : Mg^{2+} x cultivares), totalizando quinze tratamentos. Essas relações foram estabelecidas de acordo com a composição iônica dos macronutrientes do meio MS. Cada tratamento foi composto por 10 repetições (10 frascos), contendo quatro explantes cada, totalizando 600 explantes.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, para todos os tratamentos. E as médias foram comparadas pelo teste de Scott e Knott (1974), com significância fixada em 5%.

Após a inoculação em meio de cultura, os explantes foram mantidos em sala de crescimento, à temperatura de $25 \pm 2^\circ C$, sob irradiância de $36 \mu mol m^{-2} s^{-1}$ e fotoperíodo de 16 horas.

As avaliações foram realizadas aos 60 dias de cultivo. Em todos os tratamentos foram avaliados os seguintes parâmetros:

- i . altura das plantas:** medida da base inferior ao ápice da folha mais alta de cada propágulo e obtida a média para cada tratamento;
- ii. número de folhas:** determinado o número médio de folhas emitidas por propágulo;
- iii. comprimento da raiz:** medida da inserção do sistema radicular no explante até a sua outra extremidade;
- iv. massa da matéria fresca:** em todos os tratamentos, imediatamente após a coleta do propágulo, o meio aderido as raízes foi retirado, separados o rizoma (incluindo raízes), pseudocaule e folhas, pesando-se cada um separadamente;

v. massa da matéria seca: após a tomada da matéria fresca, o material foi colocado para secagem a 60°C até peso constante, ocasião em que foi anotada o peso matéria seca e

vi. teores de nutrientes: foram determinados na matéria seca da parte aérea os teores totais dos macronutrientes: K, Ca e Mg. Foram determinados os teores de nutrientes usando-se os seguintes métodos: o potássio foi determinado por fotometria de chama; o Ca e o Mg, por espectrofotometria de absorção atômica (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos resultados apresentados pelas tabelas 1 e 2 foi possível observar que os explantes submetidos aos tratamentos com diferentes concentrações de K e Mg foram significativos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott e Knott (1974).

Observa-se na Tabela 1 que a cultivar Caipira obteve melhores resultados em todos os parâmetros avaliados no tratamento com concentração 22:1 e 20:3, embora o tratamento 15:8 também tenha sido satisfatório, com maiores índices de número de folhas, matéria fresca e seca da parte aérea, comprimento da raiz e matéria fresca e seca da raiz. A concentração 5:18 proporcionou os piores resultados em todas as variedades.

A cultivar Japira obteve melhores resultados em todos os parâmetros avaliados no tratamento 22:1. Os tratamentos 20:3, 15:8 e 10:13 também foram bons, exceto para variável número de folhas. O pior desempenho foi obtido com o tratamento 5:18, apesar de ter bom resultado para comprimento de raiz.

Para a cultivar Tropical o melhor resultado foi obtido com a concentração de 20:3 em todas as variáveis, seguido pelo tratamento 15:8 que apresentou melhores resultados nos parâmetros altura de planta, comprimento da

raiz e matéria fresca e seca da raiz. As concentrações 22:1 e 10:13 foram boas apenas para altura da planta e o tratamento 5:18 também obteve o pior desempenho.

Tabela 1 Parâmetros de crescimento e desenvolvimento das cultivares de bananeira Caipira, Japira e Tropical submetidas à meios de cultura com diferentes concentrações de K e Mg. Lavras-MG, 2009

Cultivares*	K:Mg	APA	NF	MFPA	MSPA	CR	MFR	MSR
Caipira	22:1	17,2 a	6,0 a	4,4 a	0,21a	26,1 a	2,4 a	0,12a
	20:3	17,3 a	5,8 a	4,2 a	0,19a	25,8 a	2,5 a	0,12a
	15:8	16,0 b	5,5 a	3,9 a	0,20a	26,5 a	2,8 a	0,13a
	10:13	15,2 b	4,8 b	3,1 b	0,16b	23,9 a	1,9 b	0,10a
	5:18	11,4 c	4,8 b	1,7 c	0,12b	18,6 b	0,2 c	0,03b
Japira	22:1	18,0 a	5,2 a	3,3 a	0,17a	18,6 a	2,0 a	0,07a
	20:3	17,0 a	4,5 b	3,1 a	0,17a	18,1 a	1,9 a	0,07a
	15:8	17,6 a	4,4 b	3,0 a	0,16a	18,6 a	1,9 a	0,07a
	10:13	17,1 a	4,3 b	2,7 a	0,16a	18,5 a	2,1 a	0,08a
	5:18	11,7 b	3,1 c	1,2 b	0,09b	17,8 a	1,0 b	0,03b
Tropical	22:1	17,6 a	5,3 b	4,4 b	0,21b	16,0 b	1,4 b	0,07b
	20:3	18,8 a	5,8 a	6,4 a	0,27a	25,3 a	2,3 a	0,10a
	15:8	17,4 a	5,2 b	4,8 b	0,22b	21,4 a	2,0 a	0,12a
	10:13	16,9 a	4,9 b	3,5 c	0,19b	17,6 b	1,0 b	0,06b
	5:18	14,0 b	4,0 c	3,0 c	0,17b	14,5 b	0,7 b	0,05b

*-Médias seguidas pela mesma letra na vertical pertencem a um mesmo grupo e não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Nota: APA – altura da parte aérea (cm planta⁻¹); NF – número de folhas (unidade planta⁻¹); MFPA – matéria fresca da parte aérea (g planta⁻¹); MSPA – matéria seca da parte aérea (g planta⁻¹); CR – comprimento da raiz (cm planta⁻¹); MFR – matéria fresca da raiz (g planta⁻¹); MSR – matéria seca da raiz (g planta⁻¹).

Menor desenvolvimento da planta foi observado a medida em que se reduz a concentração de K e aumenta a de Mg.

Os dados da altura das plantas na concentração 5:18 em todas as cultivares foi inferior. Segundo Lahav (1972), com a deficiência aguda de K ocorre retardamento geral no crescimento, diminuição da altura da planta, da circunferência do pseudocaule e do tamanho das folhas e menor longevidade das mesmas.

Com a redução de K no meio, a produção de matéria fresca da parte aérea foi reduzida. O K é o elemento extraído em maior quantidade pela bananeira.

Concentrações reduzidas de K no meio ocasionaram um decréscimo na produção de matéria seca e fresca das raízes. Sob condições de deficiência de K, há uma redução da respiração e redução da matéria seca total pela redução da fotossíntese (LAHAV; TURNER, 1983).

Pela tabela 2 é possível observar que os teores de K na cultivar Caipira não apresentaram diferença significativa nos tratamentos 20:3, 22:1 e 15:8, decrescendo bruscamente nas concentrações 10:13 e 5:18. Os teores de Ca foi semelhante nos tratamentos 20:3, 22:1, 15:8 e 10:3, decrescendo na concentração 5:18. O inverso foi observado com o Mg, apresentando melhores resultados nos tratamentos 10:13 e 5:18.

A cultivar Japira se comportou de maneira semelhante à Caipira.

Para cultivar Tropical, a absorção de K foi semelhante em todos os tratamentos, exceto para o 5:18 que proporcionou o pior resultado. O Mg foi melhor absorvido nos tratamentos 10:13 e 5:18 e o Ca apresentou maior teor no tratamento 15:8 e menor no 5:18.

Tabela 2 Teor de K, Mg e Ca em g/Kg de matéria seca absorvidos por explantes de bananeira no meio de cultura MS em função da concentração de potássio e magnésio (K:Mg). Lavras-MG, 2009

Cultivares*	K:Mg	K	Mg	Ca
Caipira	22:1	17,60 a	3,09 d	7,40 a
	20:3	18,19 a	4,62 c	7,36 a
	15:8	17,16 a	6,76 b	7,70 a
	10:13	12,61 b	8,66 a	7,93 a
	5:18	3,52 c	9,29 a	6,48 b
Japira	22:1	20,24 a	2,72 c	3,36 a
	20:3	16,87 a	3,95 b	3,02 a
	15:8	17,89 a	4,71 b	3,19 a
	10:13	11,73 b	6,34 a	3,06 a
	5:18	4,40 c	7,04 a	3,71 a
Tropical	22:1	17,45 a	2,46 c	5,36 b
	20:3	17,01 a	3,49 c	5,50 b
	15:8	17,89 a	5,29 b	6,21 a
	10:13	17,16 a	7,45 a	4,91 b
	5:18	8,21 b	7,72 a	3,29 c

*-Médias seguidas pela mesma letra na vertical pertencem a um mesmo grupo e não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

O teor de K absorvido pela planta foi inversamente proporcional a absorção do Mg. Segundo Lahav (1995), o K inibe a absorção do Mg e do Ca pela planta. Como o sistema radicular da bananeira tem uma capacidade de troca catiônica (CTC) limitada, a relação entre cátions é muito importante (BORGES, 2004).

Com o aumento da concentração de Mg no meio de cultura, houve aumento da sua absorção pelo explante. Segundo Turner e Barkus (1981), a concentração de Mg na solução ao redor das raízes tem muita influência na absorção, sendo portanto absorvido em maiores quantidades com o aumento da sua concentração no meio. Se a proporção K^+/Mg^{+2} no meio for suficientemente alta, pode diminuir a absorção de Mg ao ponto da planta apresentar deficiência desse elemento (MALAVOLTA, 1976).

Como pode-se observar existe certa interação entre os nutrientes podendo haver competitividade entre os mesmos, ou seja, antagonismo ou o oposto disto que seria o sinergismo.

5 CONCLUSÃO

As cultivares Caipira, Japira e Tropical apresentam melhores índices de crescimento no tratamento com a concentração 20K:3Mg e pior desempenho na concentração 5K:18Mg.

A absorção de potássio pela planta é inversamente proporcional a absorção de magnésio.

REFERÊNCIAS

- BORGES, A. L. Interação entre nutrientes em bananeira. **Banana em Foco**, Cruz das Almas, v. 55, p. 2-4, jan. 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Evolução do mercado mundial de frutas**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/page/mapa/menu_lateral/agricultura_pecuaria/estudos_publicacoes/estudo_mercado_frutas/capitulo_3.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2010.
- FERGUNSON, I.; VOLZ, R.; WOOLF, A. Preharvest factors affecting physiological disorders of fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, n. 4, p. 255-262, Aug. 1999.
- FIGUEIREDO, M. A. de et al. Fontes de potássio no crescimento *in vitro* de plantas de orquídea *Cattleya loddigesii*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 255-257, fev. 2008.
- LAHAV, E. Banana nutrition. In: GOWEN, S. (Ed.). **Bananas and plantains**. London: Chapman & Hall, 1995. p. 258-316.
- _____. Effect of different amounts of potassium on growth of the banana. **Tropical Agriculture**, Guilford, v. 49, n. 4, p. 321-335, Jan. 1972.
- LAHAV, E.; TURNER, D. W. **Banana nutrition**. Berne: IPI, 1983. 62 p.
- LAMEIRA, O. A.; PINTO, J. E. B. P.; PASQUAL, M. Propagação *in vitro* da bananeira-Prata através da cultura de tecidos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 11, p. 1613-1617, nov. 1990.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 528 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. Revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 15, n. 2, p. 473-497, July 1962.

PASQUAL, M. **Introdução:** fundamentos básicos. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 97 p.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

TURNER, D. W.; BARKUS, B. Some factors affecting the apparent root transfer coefficient of banana plants (cv. 'Williams'). **Fruits**, Paris, v. 36, n. 10, p. 607-613, Oct. 1981.

ARTIGO 2

**OMISSÃO DE NUTRIENTES EM MEIOS DE CULTURA NA
MICROPROPAGAÇÃO DE BANANEIRA**

Ylana Cláudia Medeiros Paula, Moacir Pasqual, Janice Guedes de Carvalho,
Leila Aparecida Salles Pio, Aparecida Gomes de Araujo, Renato Vasconcelos

RESUMO

Foi estudada *in vitro* a absorção de nutrientes minerais por explantes de bananeira das cultivares Bucaneiro e Tropical, fornecidos pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, em função de diferentes meios de cultura. Os meios de cultura utilizados foram: MS, metade da concentração de sais do meio de cultura MS - ½ MS, Hoagland, metade da concentração de sais da solução de Hoagland- ½ Hoagland, meios com omissões de N, P, K, Ca, Mg e S, visando fornecer subsídios para ajuste do meio de cultura. O cultivo dos explantes foi realizado durante um período de 60 dias. Foram utilizados vinte tratamentos representados pelo esquema fatorial 10x2 (meios de cultura x cultivares), com dez repetições, avaliando-se nos propágulos os seguintes parâmetros: altura das plantas; número de folhas; comprimento da raiz; matéria fresca da parte aérea e da raiz e matéria seca da parte aérea e da raiz. Com base nos resultados obtidos os explantes das cultivares estudadas apresentam médias superiores com relação a altura da parte aérea, número de folhas, matéria fresca e seca da parte aérea, quando utiliza-se o meio MS.

Palavras-chave: *Musa* spp, Cultura de tecidos, Omissão.

ABSTRACT

Mineral nutrients uptake by banana explants *in vitro*, Bucaneiro and Tropical cultivars, from Embrapa Cassava and Tropical Fruits, according different culture media was studied. The experiment was conducted at the Laboratory of Tissue Culture, Department of Agriculture, Federal University of Lavras (UFLA). Culture media used were: MS, half salt concentration of MS medium - ½ MS, Hoagland, half salt concentration of Hoagland solution, ½ Hoagland, culture media with omission of N, P, K, Ca, Mg and S, based on Hoagland medium, aiming to assist in the adjusting the culture medium. The explants cultivation was realized during a 60 days period. Twenty treatments were used in a factorial scheme 10x2 (culture media x cultivars), with ten replications, evaluating in the seedlings the parameters: plant height, leaf number, root length, shoot and root fresh matter; shoot and root dry matter. According the results, cultivars explants used have higher average in shoot height, leaf number and shoot fresh and dry matter, when is used the MS medium.

Keywords: *Musa* spp, Tissue culture, Omission.

1 INTRODUÇÃO

A bananeira é uma cultura bastante difundida no mundo, apresentando importante papel econômico. Portanto tem-se buscado constantemente mudas de qualidade para exploração de novas áreas de cultivo e a renovação de pomares.

A micropropagação é um método que possibilita a obtenção de mudas saudáveis e com alto vigor. Então diversos meios de cultura foram formulados para este fim. Os meios de cultura são compostos por nutrientes que apresentam importante papel na formação vegetal.

Diversos trabalhos foram realizados em campo com o objetivo de avaliar as características apresentadas pelas plantas quanto à omissão de alguns nutrientes.

A omissão de nitrogênio leva a coloração verde-amarela pálida nas folhas e pecíolos róseos. Com relação ao fósforo a coloração fica verde-escura tendendo a azulada nas folhas mais velhas e posteriormente ocorrendo a necrose. A omissão do potássio provoca clorose amarelo-alaranjada e necrose nos bordos das folhas velhas. A deficiência do cálcio é observada nas folhas novas, que apresentam clorose marginal descontínua e enrugamento do limbo. Com a ausência do magnésio as folhas velhas apresentam clorose na parte interna do limbo. Já com relação ao enxofre as plantas apresentam atraso no crescimento.

Sabe-se que a falta ou o excesso de qualquer um dos macronutrientes provoca, dependendo da sua função, anomalias no crescimento e desenvolvimento da planta. Porém com relação à nutrição mineral *in vitro* existem poucos trabalhos nesta linha de pesquisa.

Este trabalho tem como objetivo avaliar os parâmetros de crescimento de mudas micropropagadas sob diferentes meios de cultura e com a omissão de N, P, K, Ca, Mg e S, visando fornecer subsídios para ajuste do meio ideal para as cultivares de bananeira: Bucaneiro e Tropical.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A propagação *in vitro* vem sendo utilizada em inúmeras espécies vegetais, pela alta qualidade fitossanitária das plantas produzidas, em curto espaço de tempo, independente da época do ano e pela possibilidade de manutenção da identidade genética dos indivíduos (GUERRA et al., 1999; KOZAY; KUBOTA; JEONG, 1997).

Na cultura de tecidos, os meios de cultura geralmente são compostos de uma fonte de carboidratos, macro e micronutrientes e outras substâncias como vitaminas, aminoácidos, açúcares, agente solidificante, reguladores de crescimento (GEORGE; SHERRINGTON, 1984).

Dentre as mais diversas formulações elaboradas por pesquisadores, sendo que uma delas, clássica e utilizada na maioria das experimentações de nutrição de plantas, trata-se da formulação elaborada por Hoagland e Arnon (1950). E o meio de cultura MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) é o mais concentrado, em termos de micro e macronutrientes, e é também o mais empregado em cultura de tecidos (PASQUAL, 2001b).

Uma nutrição mineral adequada é de fundamental importância para a produtividade de qualquer espécie vegetal. Dentro desse contexto, a nutrição mineral de plantas tem sido estudada desde a antiguidade. Atualmente, milhares de pesquisas têm oferecido suporte para fertilização mineral das culturas vegetais bem como a essencialidade dos macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) e dos micronutrientes (ferro, manganês, zinco, cobre, níquel, boro, cloro e molibdênio) (EPSTEIN; BLOOM, 2004).

A absorção de nutrientes minerais é afetada pela constituição do meio de cultura, pela composição do tecido da planta e pelo ambiente de cultura (WILLIAMS, 1991).

São necessárias pesquisas no sentido de quantificar a utilização dos nutrientes durante o crescimento e multiplicação das plantas *in vitro*, de forma que a quantidade fornecida ao meio não seja um fator limitante ao seu desenvolvimento.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento das variedades de bananeira Tropical e Bucaneiro, submetidas a diferentes meios de cultura e omissão de nutrientes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Cultura de Tecidos do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foram utilizados como fonte de explantes, plantas de bananeira das cultivares Bucaneiro e Tropical pré-estabelecidas *in vitro*, fornecidos pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical.

As plantas foram transferidas para o meio de multiplicação contendo sais minerais e vitaminas do meio MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) acrescidos de 30 g L⁻¹ de sacarose e 2,5 mg L⁻¹ de BAP (6-benzilaminopurina), para obtenção do número de explantes necessários para o experimento e um excedente de reserva para possíveis problemas de contaminações. Os explantes consistiram de brotações, medindo 2,0 cm de comprimento.

O pH do meio foi ajustado para $5,7 \pm 0,1$, posteriormente foram adicionados 1,75 g L⁻¹ de Phytigel e autoclavado. O meio foi distribuído em quantidade de 50 ml por frasco com capacidade de 250 ml.

Para instalação dos experimentos os explantes foram individualizados e colocados em frascos contendo o mesmo meio de cultura, descrito anteriormente, para facilitar o desenvolvimento da parte aérea e evitar o enraizamento excessivo.

Após o estabelecimento dos explantes, os mesmos foram submetidos aos tratamentos. O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 10x2 (meios de cultura x cultivares), totalizando vinte tratamentos. Os meios de cultura utilizados foram: MS – concentração completa, $\frac{1}{2}$ MS - metade da concentração de sais do meio de cultura MS, HA – Hoagland (HOAGLAND; ARNON, 1950) – concentração completa, $\frac{1}{2}$ Hoagland-Arnon - metade da concentração de sais da solução de HA, meios sem fonte de N - nitrogênio, P - fósforo, K - potássio, Ca - cálcio, Mg - magnésio e S - enxofre. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott e Knott (1974), com significância fixada em 5%.

Os meios com as respectivas deficiências nutricionais foram estabelecidos de acordo com a composição da solução de Hoagland e Arnon (1950).

Cada tratamento foi composto de 10 frascos, contendo dois explantes cada um, sendo cada frasco contabilizado como sendo uma repetição, totalizando 200 explantes.

Após a inoculação, os explantes foram mantidos em sala de crescimento, à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, sob irradiância de $36 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e fotoperíodo de 16 horas.

As avaliações foram realizadas aos 60 dias de incubação. Em todos os tratamentos foram avaliados os seguintes parâmetros:

- i . altura das plantas:** medida da base inferior ao ápice da folha mais alta de cada propágulo e obtida a média para cada tratamento;
- ii. número de folhas:** determinado o número médio de folhas emitidas por propágulo;
- iii. comprimento da raiz:** medida da inserção do sistema radicular até a sua extremidade;

- iv. massa da matéria fresca:** em todos os tratamentos, imediatamente após a coleta do propágulo, o meio aderido as raízes foi retirado, separados o rizoma (incluindo raízes), pseudocaule e folhas, pesando-se cada um separadamente e
- v. massa da matéria seca:** após a tomada da matéria fresca, o material foi colocado para secagem a 60°C até peso constante, ocasião em que foi anotada o peso da matéria seca.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos resultados apresentados pela tabela 1 é possível observar que a cultivar Bucaneiro, no meio MS apresentou melhores resultados para altura da parte aérea, número de folhas, matéria fresca e seca da parte aérea, sendo melhor que o tratamento $\frac{1}{2}$ MS. O meio HA apresentou os melhores resultados para matéria fresca e seca da parte aérea e matéria seca da raiz, porém teve baixo número de folhas e matéria fresca da parte aérea. O tratamento $\frac{1}{2}$ HA, -N e -K foram os piores.

Para a cultivar Tropical as melhores respostas foram obtidas com o meio MS Murashige e Skoog (1962). A deficiência de alguns elementos observados nos outros tratamentos resultou num menor crescimento da planta.

O primeiro sintoma da deficiência de potássio é a redução da taxa de crescimento. Posteriormente, ocorrem clorose e necrose das folhas mais velhas, iniciando-se nas margens e nas extremidades. Com o decréscimo no turgor sob estresse hídrico e flacidez, há deformação de xilema e de floema, além do colapso nos cloroplastos e mitocôndrias (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Os tratamentos de deficiência de nutrientes foram ruins para a maioria das variáveis, porém o tratamento com ausência de Mg apresentou número de folhas semelhante ao MS. Segundo Epstein e Bloom (2004), a variedade de

sintomas em diferentes espécies é tão grande que uma descrição generalizada dos sintomas do Mg é ainda mais difícil do que para outras deficiências.

A deficiência de N e Ca não alterou a produção de matéria seca da parte aérea. O comprimento da raiz foi maior nos tratamentos com omissão de S e P e a produção de matéria fresca da raiz foi maior nos tratamentos com ausência de Ca e P.

A cultivar Tropical obteve melhores respostas com meio MS. Porém a deficiência de alguns nutrientes como o S provocou maior comprimento de raiz, matéria fresca e seca da raiz.

Tabela 1 Parâmetros de crescimento e desenvolvimento das cultivares Bucaneiro e Tropical submetidas a diferentes meios de cultura. MS; ½ MS, HA, ½ HA, HA com omissão de N, P, K, Ca, Mg e S. Lavras-MG, 2009

Cultivares* Meios	APA	NF	MFPA	MSPA	CR	MFR	MSR
MS	17,4 a	5,0 a	3,8 a	0,15 a	12,8 b	0,4 b	0,03 b
1/2MS	16,6 a	4,6 b	3,6 a	0,18 a	6,0 c	0,2 b	0,02 c
HA	13,0 b	3,2 d	2,2 c	0,20 a	13,8 b	1,0 a	0,05 a
1/2HA	8,4 d	3,2 d	2,0 c	0,18 a	12,0 b	0,2 b	0,03 b
Bucaneiro -N	8,8 d	3,0 d	2,0 c	0,15 a	10,4 c	0,1 b	0,02 c
-Ca	12,8 b	4,2 b	2,8 b	0,16 a	9,6 c	0,8 a	0,04 b
-Mg	11,6 c	5,2 a	2,0 c	0,12 b	7,2 c	0,1 b	0,01 c
-S	14,0 b	3,8 c	2,2 c	0,13 b	16,6 a	0,2 b	0,03 b
-P	7,6 d	2,8 d	1,2 c	0,10 b	16,6 a	0,8 a	0,04 b
-K	9,0 d	3,6 c	2,0 c	0,10 b	9,2 c	0,1 b	0,02 c
MS	20,8 a	5,6 a	6,4 a	0,24 a	14,2 b	1,0 a	0,05 a
1/2MS	17,0 b	4,8 b	3,4 b	0,19 b	9,8 c	0,4 b	0,03 b
HA	12,2 c	3,4 c	2,2 c	0,19 b	14,8 b	1,0 a	0,05 a
1/2HA	9,0 d	2,8 c	2,0 c	0,14 c	10,6 c	0,2 b	0,03 b
Tropical -N	8,0 d	3,2 c	1,8 c	0,14 c	16,0 b	0,6 a	0,03 b
-Ca	13,8 c	4,4 b	3,2 b	0,19 b	6,0 c	0,1 b	0,02 c
-Mg	13,2 c	4,0 b	2,2 c	0,14 c	9,0 c	0,1 b	0,02 c
-S	12,6 c	3,4 c	2,0 c	0,14 c	21,0 a	0,8 a	0,04 a
-P	3,8 e	2,0 d	1,0 c	0,08 d	16,6 b	0,4 b	0,03 b
-K	7,8 d	3,0 c	1,6 c	0,12 c	10,6 c	0,2 b	0,02 c

*-Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Nota: APA – altura da parte aérea (cm planta⁻¹); NF – número de folhas (unidade planta⁻¹); MFPA – matéria fresca da parte aérea (g planta⁻¹); MSPA – matéria seca da parte aérea (g planta⁻¹); CR – comprimento da raiz (cm planta⁻¹); MFR – matéria fresca da raiz (g planta⁻¹); MSR – matéria seca da raiz (g planta⁻¹).

A deficiência de alguns elementos observados nos tratamentos resultou num menor crescimento da planta. A quantidade relativa de N nas plantas está relacionada com a quantidade de proteínas e carboidratos estocados e também com o tipo e a qualidade de crescimento e de florescimento (MARSCHNER, 1995). De acordo com Epstein e Bloom (2004), nenhuma deficiência é tão dramática em seus efeitos quanto a de N, como clorose generalizada, crescimento retardado e lento.

Com a ausência do Ca no meio de cultura a cv. Tropical obteve a menor média de crescimento radicular. Segundo Pasqual (2001a), a emissão de novas raízes é favorecida pela presença do Ca e do B em meio de cultura.

O Ca é absorvido pelas raízes como Ca^{2+} , porém sua absorção diminui competitivamente pela presença de outros cátions, tais como K^+ e NH_4^+ que são absorvidos rapidamente pelas raízes (MENGEL; KIRBY, 1987).

Pelo fato do Ca ser um elemento pouco móvel dentro da planta e, em decorrência da maior demanda dos tecidos mais jovens por esse elemento, sua importância na cultura *in vitro* assume caráter particular. É transportado basicamente por processos passivos, os quais são extremamente influenciados pela taxa transpiratória. Dessa forma, muitas vezes, ocorrem sintomas de necrose nas gemas terminais, em consequência da baixa atividade transpiratória dos explantes cultivados *in vitro*. Esses sintomas podem ser evitados pela diminuição das taxas de crescimento, pela modificação do ambiente de cultura ou pelo aumento dos níveis de Ca no meio (MCCOWN; SELLMER, 1987).

Observou-se um decréscimo do crescimento da parte aérea no meio com omissão de P comparado ao meio de HA completo. O P é adicionado ao meio, principalmente, como fosfato de potássio monobásico (H_2PO_4^-), pois é a forma que é absorvido (GEORGE, 1996). O fosfato monobásico no meio MS é utilizado na concentração de 1,25 mM. Algumas fontes orgânicas podem ser

utilizadas quando existem restrições aos fosfatos minerais (TORRES et al., 1998). Atua no metabolismo energético, na regulação de processos enzimáticos e na ativação de enzimas (SANTIAGO et al., 2001). Necessário para a síntese do ATP e na organogênese está envolvido na diferenciação da parte aérea, pois reverte o efeito das auxinas.

Houve um decréscimo na matéria seca da parte aérea nos meios com ausência de K e S. O K entra como íon acompanhante do nitrato, fosfato ou, em alguns casos, do cloreto e S (CALDAS et al., 1998). Quando o Cl é o ânion acompanhante, na forma de KCl, eles são absorvidos em quantidades equivalentes ao K. Entretanto, quando se utiliza o S como acompanhante, na forma de K_2SO_4 , tem-se maior ativação de enzimas proteolíticas e síntese de vitaminas.

Segundo Santiago et al. (2001), a absorção do S está relacionada à assimilação do N e, independentemente, do pH.

A omissão de nutrientes no meio de cultura tende a provocar distúrbios no crescimento da planta, porém vale salientar que este experimento teve perdas de repetições devido à contaminação o que pode ter afetado alguns resultados. Para que não ocorra este tipo de problema, deve-se aumentar o número de repetições.

5 CONCLUSÃO

Os explantes das cultivares Bucaneiro e Tropical apresentam médias superiores com relação a altura da parte aérea, número de folhas, matéria fresca e seca da parte aérea, quando utiliza-se o meio MS.

O meio HA não apresenta resultados satisfatórios.

A deficiência de alguns elementos observados nos demais tratamentos resultou num menor crescimento da planta e apresentaram sintomas semelhantes aos descritos na literatura.

REFERÊNCIAS

- CALDAS, L. S. et al. Meios nutritivos. In: TORRES, A. C. et al. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CNPQ, 1998. v. 1, p. 87-132.
- EPSTEIN, E.; BLOMM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Planta, 2004. 85 p.
- GEORGE, E. F. Plant propagation by micropropagation. In: _____. **Plant propagation by tissue culture**. Edington: Exegetics, 1996. p. 37-66.
- GEORGE, E. F.; SHERRINGTON, P. D. **Plant propagation by tissue culture: handbook and directory of commercial laboratories**. Eversley: Exegetics, 1984. 593 p.
- GUERRA, M. P. et al. Estabelecimento de um protocolo regenerativo para a micropropagação do abacaxizeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 9, p. 1557-1563, set. 1999.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, H. I. **The water-culture method for growing plants without soils**. Berkeley: California Agriculture Experimental Station, 1950. 347 p.
- KOZAY, T.; KUBOTA, C.; JEONG, B. R. Environmental control for the large scale production of plants through *in vitro* techniques. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 51, n. 1, p. 49-56, Mar. 1997.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. New York: Academic, 1995. 888 p.
- MCCOWN, B. H.; SELLMER, J. C. General media and vessels suitable for wood plant culture. In: BONGA, J. M.; DURZAN, D. J. (Ed.). **Cell and tissue culture in forestry**. Dordrecht: M. Nijhoff, 1987. v. 2, p. 4-16.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. E. **Principles of plant nutrition**. Bema: IPI, 1987. 562 p.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. Revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. **Physiologia Plantarum**, Lund, v. 15, n. 2, p. 473-497, July 1962.

PASQUAL, M. **Cultura de tecidos vegetais: tecnologia e aplicações: meios de cultura.** Lavras: UFLA-FAEPE, 2001a. 74 p.

_____. **Meios de cultura.** Lavras: UFLA-FAEPE, 2001b. 127 p.

SANTIAGO, E. J. A. et al. Meios de cultura: cultura de tecidos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 1, p. 22-35, jan./fev. 2001.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TORRES, A. C. et al. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas.** Brasília: EMBRAPA/CNPH, 1998. v. 1, 509 p.

WILLIAMS, R. R. Factors determining mineral uptake *in vitro*. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 289, n. 1, p. 165-166, Jan. 1991.