

# ABSORÇÃO DE MICRONUTRIENTES POR EXPLANTES DE BANANEIRA *IN VITRO*<sup>1</sup>

JOSEFA DIVA NOGUEIRA DINIZ<sup>2</sup>, FERNANDO FELIPE FERREYRA HERNANDEZ<sup>3</sup>,  
ANTONIO NATAL GONÇALVES<sup>4</sup> e ANTONIO CARLOS TORRES<sup>5</sup>

RESUMO - Foi estudada a absorção dos micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn em explantes de bananeira (*Musa* sp.), cultivar Prata Anã em meio básico de Murashige & Skoog suplementado com 30 g/L de sacarose e 3,5 mg/L de BAP. O experimento foi realizado em delineamento completamente casualizado, com três repetições. Na matéria seca dos propágulos inteiros, rizomas, pseudocaulis e folhas foram avaliadas a concentração e extração de nutrientes, e, no meio de cultivo, a quantidade remanescente aos 0, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 dias. A maior quantidade de micronutrientes extraída pelos propágulos foi observada nos primeiros 20 dias, exceto no tocante ao Mn, que foi aproximadamente constante durante todo o período. O Fe e o Cu foram os micronutrientes absorvidos em maior e menor quantidade, respectivamente. As concentrações de B, Zn, Mn, e Cu remanescentes no meio de cultivo aos 60 dias foram de 52, 61, 77 e 78%, respectivamente, o que sugere que podem ser reduzidas no meio básico MS para o cultivo de explantes de bananeira.

Termos para indexação: peso de matéria seca, *Musa*.

## MICRONUTRIENT ABSORPTION BY BANANA EXPLANTS *IN VITRO*

ABSTRACT - The absorption of the micronutrients B, Cu, Fe, Mn and Zn by banana (*Musa* sp.) cultivar "Prata Anã" explants on the basic medium of Murashige & Skoog supplemented with BAP (3.5 mg/L) and sucrose (30 g/L) were evaluated at 0, 10, 20, 30, 40, 50 and 60 days after the inoculation. The experiment was arranged on a completely randomized design with three replications. Concentration of the micronutrients in the medium and in dry matter of the whole propagule and in the rhizome, pseudostem and leaves was also evaluated. Absorption of Mn was approximately constant during all the period of the experiment, while the other micronutrients had their higher absorption observed on the first 20 days. At the end of the experiment concentrations of B, Zn, Mn and Cu in the medium were 52, 61, 77 and 78%, respectively. These results point out that it is possible to reduce the concentration of these micronutrients on the basic medium MS for banana explants culture.

Index terms: dry weight, *Musa*.

## INTRODUÇÃO

O uso da micropropagação para a multiplicação da bananeira tem aumentado em diversos países do mundo, como Israel, França, Costa Rica, Cuba, Austrália e Taiwan (Mendes et al., 1996; Oliveira & Silva, 1997). A importância da utilização dessa técnica está na qualidade da muda que apresenta uniformidade, precocidade de produção, vigor, sanidade e maior produtividade (Zaffari et al., 1994).

Para que o desenvolvimento dos tecidos *in vitro* seja favorecido, a determinação da composição or-

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 12 de fevereiro de 1999.

Extraído da Dissertação de Doutorado, apresentada pelo primeiro autor à ESALQ/USP.

<sup>2</sup> Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup>, Dr<sup>a</sup>, Dep. Fitotecnia, CCA/UFC, Caixa Postal 12.168, CEP 60356-001 Fortaleza, CE. E-mail: dndiniz@ufc.br

<sup>3</sup> Eng. Agr., Dr., Prof. Titular, Dep. Ciências do Solo, CCA/UFC.

<sup>4</sup> Eng. Agr., Dr., Dep. Ciências Florestais, ESALQ/USP, Caixa Postal 9, CEP 13418-900 Piracicaba, SP.

<sup>5</sup> Eng. Agr., Ph.D., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPQ), Caixa Postal 218, CEP 70359-970 Brasília, DF.

gânica e mineral no meio de cultivo é especialmente importante, uma vez que os nutrientes precisam estar presentes em quantidades suficientes para manter o crescimento e diferenciação (Mezzetti et al., 1991). No entanto, a relação entre meio de cultivo e explante nos diferentes estádios de desenvolvimento, assim como a absorção, transporte, acúmulo e distribuição dos nutrientes nas diferentes partes dos explantes não é conhecida. Além disso, não existem dados disponíveis, na literatura, de níveis críticos de nutrientes para o cultivo *in vitro*, de maneira que, para qualquer modificação no meio, seriam necessários ajustes feitos por meio de pesquisas.

Na bananeira, como em todas as plantas, os micronutrientes controlam muitos processos fisiológicos, intervindo principalmente como catalizadores de reações. Apesar de seu papel essencial, poucos trabalhos têm sido realizados sobre as exigências de micronutrientes em bananeira (Medina, 1990). Segundo Twyford & Walmsley (1968), em algumas situações, sintomas de deficiência de micronutrientes são visíveis nas plantas, mas na maioria das vezes é necessário utilizar análise de folhas ou de outros tecidos para uma avaliação mais precisa.

O meio básico de Murashige & Skoog (1962), amplamente utilizado no cultivo *in vitro*, apresenta deficiência de alguns nutrientes para diferentes espécies (Singha et al., 1987). No entanto, mesmo em quantidades suficientes, a absorção de alguns nutrientes pode ser impedida por alguns fatores, como: a precipitação do Fe e do Zn (Dalton et al., 1983); a interação do Zn com o Ca (Klein & Manos, 1960); a deficiência de Zn devido ao antagonismo com o P quando a concentração deste elemento no meio é alta (Marchal & Martin-Prével, 1971). Por outro lado o Cu é necessário em quantidades muito pequenas em plantas de banana (Lahav & Turner, 1983), e pode ser ativamente absorvido e translocado através da planta quando o suprimento é adequado (Mengel & Kirkby, 1979). Assim, a determinação das exigências nutricionais para cada espécie é importante para o balanceamento do meio de cultivo a fim de evitar que alguns elementos estejam em deficiência ou excesso impedindo o desenvolvimento dos explantes.

Este trabalho teve como objetivo estudar a absorção de micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu e B) pelos explantes de bananeira, durante o cultivo *in vitro*.

## MATERIAL E MÉTODOS

No cultivo *in vitro* dos explantes de bananeira, cultivar Prata Anã, nos tratamentos 0, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 dias de cultivo, foram avaliadas as variáveis: matéria fresca e matéria seca, de acordo com a metodologia indicada em Diniz et al. (1999). Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos e três repetições. O meio de cultivo utilizado foi o básico de Murashige & Skoog (1962), suplementado com 30 g/L de sacarose e 3,5 mg/L de BAP; o pH foi medido diariamente nos primeiros 10 dias com e sem explantes e em períodos de 10 dias até os 60 dias, também com e sem explantes. Na matéria seca dos explantes e no meio de cultivo, em extrato nítrico-perclórico, foram determinados os teores dos micronutrientes: Fe, Zn, Mn, Cu e B. O B foi determinado pelo método colorimétrico do Azomethine-H (Wolf, 1974) e o Zn, Fe, Mn e Cu por espectrofotometria de absorção atômica (Malavolta et al., 1989). Com base na produção de matéria seca e teores de nutrientes, foram calculados os micronutrientes extraídos em cada uma das partes dos explantes, e estimados os micronutrientes remanescentes no meio de cultivo pela diferença entre micronutrientes no meio de cultivo inicial e micronutrientes extraídos pelo explante.

Os resultados obtidos foram analisados mediante a análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Ferro

As maiores taxas de absorção de Fe pelos explantes ocorreu aos 10 e 20 dias, com 23,51 e 20,55%, respectivamente, ao passo que dos 20 aos 30 dias, a extração foi de apenas 9,37% (Tabela 1). O rizoma apresentou maior concentração e extração de Fe que o pseudocaule e folhas conforme distribuição percentual mostrada na Fig. 1.

O Fe foi o micronutriente extraído em maior quantidade, e aos 60 dias, apenas 29,9% ainda permanecia no meio de cultivo (Tabela 2). As concentrações de Fe remanescentes no meio, no presente trabalho, são inferiores às encontradas por Mezzetti et al. (1991), o que indica que no cultivo *in vitro* de *Actinidia deliciosa*, 42% do Fe permanecia no meio aos 60 dias de cultivo. Neste caso, os autores sugerem que no meio MS a quantidade de Fe era excess-

siva. Por outro lado, Singha et al. (1987), trabalhando com *Malus* sp. e *Pyrus communis*, também encontraram cerca de 40% de Fe remanescente no meio após nove semanas de cultivo, e que mais ou menos a metade dos outros micronutrientes permanecia no meio. Estes resultados sugerem que a bananeira absorve mais Fe que outras espécies, ou que características específicas da cultura tenham influenciado na disponibilidade e maior absorção de Fe pelas plantas de bananeira.

A maior absorção de Fe em relação aos outros nutrientes verificados no cultivo da bananeira pode também ter sido causada pelo pH do meio, que permaneceu baixo (em torno de 4,0) do quinto dia até o final do cultivo, ao passo que, em outras culturas, vários pesquisadores verificaram aumentos sensíveis do pH entre 15 e 30 dias de cultivo (Singha et al., 1987; Mezzetti et al., 1991).

O tipo e a concentração do ágar também podem interferir no nível de nutrientes nos explantes. Singha

**TABELA 1. Extração de micronutrientes do meio de cultura pelo explante inteiro, rizoma, pseudocaule e folhas de bananeira, cv. Prata Anã e quantidades remanescentes no meio MS, durante o cultivo *in vitro* (média de 3 repetições)<sup>1</sup>.**

Meio e explante	Tempo de cultivo (dias)						
	0	10	20	30	40	50	60
Ferro (µg/explante)							
Meio de cultura	69,00	54,89	42,53	36,90	34,59	27,78	26,90
Explante inteiro	2,84d	16,95c	29,31bc	34,94ab	37,25ab	44,06a	44,94a
Rizoma	2,84c	14,58bcA	24,59abA	29,17abA	28,46abA	35,19aA	35,12aA
Pseudocaule	0,0	2,37bB	2,56abB	3,47abB	5,47abB	5,56abB	5,73aB
Folhas	0,0	0,0	2,17bB	2,29bB	3,33abB	3,31abB	4,09aB
Zinco (µg/explante)							
Meio de cultura	28,20	24,20	21,47	19,82	18,14	16,49	17,29
Explante inteiro	1,73d	5,73c	8,46bc	10,11ab	11,79ab	13,44a	12,64a
Rizoma	1,73c	4,19bcA	5,83abA	6,73abA	7,08abA	8,96aA	7,87abA
Pseudocaule	0,0	1,53bB	1,51bB	2,06abB	2,89aB	2,75aB	2,64aB
Folhas	0,0	0,0	1,12cB	1,32cbB	1,82abB	1,73abB	2,13aB
Manganês (µg/explante)							
Meio de cultura	62,80	60,14	57,42	55,75	53,47	51,37	48,54
Explante inteiro	1,93f	4,59ef	7,31de	8,98cd	11,26bc	13,36ab	16,19a
Rizoma	1,93c	2,64bcA	3,53abcA	3,84abcA	4,10abcA	5,10abA	6,09aA
Pseudocaule	0,0	1,95cA	2,63cAB	3,49bAB	4,55aA	4,79aA	5,02aA
Folhas	0,0	0,0	1,15cB	1,65cB	2,60bcA	3,47bA	5,07aA
Cobre (µg/explante)							
Meio de cultura	5,03	4,62	4,44	4,30	4,17	4,05	3,91
Explante inteiro	0,13f	0,51e	0,69d	0,83cd	0,96bc	1,08ab	1,22a
Rizoma	0,13c	0,28bcA	0,35bA	0,41abA	0,42abA	0,48abA	0,56aA
Pseudocaule	0,0	0,23abA	0,16bB	0,22abB	0,28aB	0,30aB	0,28aB
Folhas	0,0	0,0	0,18cB	0,21cbB	0,26cbB	0,31abB	0,38aB
Boro (µg/explante)							
Meio de cultura	12,80	9,98	7,98	8,08	7,36	6,37	6,63
Explante inteiro	1,29c	4,11b	6,11a	6,01ab	6,73a	7,72a	7,46a
Rizoma	1,29c	2,04bcA	2,40abcA	2,52abcA	2,44abcA	3,09abA	3,55aA
Pseudocaule	0,0	2,07aA	1,86aA	1,82aA	2,22aA	2,39aA	1,72aB
Folhas	0,0	0,0	1,85aA	1,66aA	2,06aA	2,23aA	2,19aB

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

et al. (1985), trabalhando com maçã ácida e pêra, notaram que com o aumento da concentração do ágar no meio aumentaram os níveis de Fe e de outros elementos, como o P, Zn e Al, e reduziram-se os níveis de Ca, Mg e Mn no explante.

O crescimento da planta e a absorção de nutrientes minerais decresceram com o tempo de cultivo, ao passo que, aparentemente, quantidades adequadas de minerais ainda permaneceram no meio de cultura. Provavelmente a disponibilidade dos nutrientes seja diminuída em decorrência da precipitação como íons insolúveis, por ligação ao agente geleificante, ou por redução da difusão de íons por meio do gel para a planta (Williams, 1993), uma vez que com o tempo de cultivo há redução de água e aumento da concentração de ágar do meio.

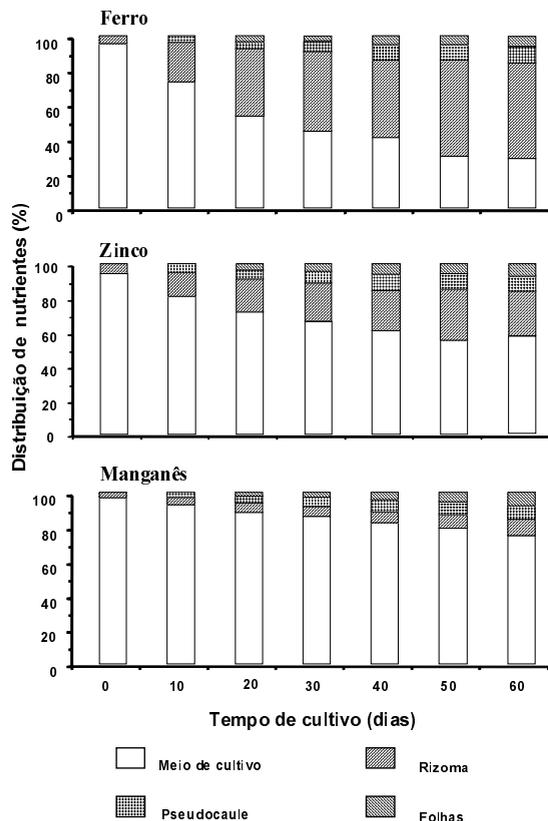


FIG. 1. Distribuição percentual de ferro, zinco e manganês no meio de cultivo e nas diferentes partes dos explantes de bananeira, cv. Prata Anã.

## Zinco

Nos explantes inteiros a concentração de Zn na matéria seca variou entre 95,3 e 133,4 mg/kg (Tabela 3). O rizoma apresentou maior concentração e extração de Zn, diferenciando-se do pseudocaule e folhas, que não apresentaram diferença entre si embora o pseudocaule tenha apresentado uma concentração e extração um pouco mais alta.

Durante os 60 dias de cultivo, 38,7% do Zn inicial foi removido pelos explantes, ficando ainda 61,3% remanescente no meio (Tabela 2). Isto indica que o Zn não foi limitante para o crescimento, o que também é indicado pelas altas concentrações verificadas na matéria seca dos explantes, sugerindo que o meio possuía Zn em excesso. Segundo Mezzetti et al. (1991), no cultivo de *Actinidia deliciosa*, com 12% do Zn remanescente no meio, aos 60 dias, a quantidade fornecida ainda permanecia suficiente.

## Manganês

A maior concentração de Mn foi observada no pseudocaule, enquanto a maior quantidade foi extraída pelo rizoma, e não houve diferença elevada entre as quantidades extraídas pelas três partes dos explantes.

A quantidade de Mn extraída pelos explantes aumentou com o tempo de cultivo, graças ao aumento de produção de matéria seca (Tabela 1), e diferiu dos outros micronutrientes, cujas taxas de absorção de Mn permaneceram constantes durante o cultivo. Assim, do total de Mn extraído, 49% foi retirado do meio pelos explantes durante os primeiros 30 dias, e 50,5% durante os últimos 30 dias de cultivo. A alta proporção de Mn remanescente no meio ao final do cultivo é um indicativo de que no meio de cultivo MS, há quantidade excessiva de Mn, e que é possível reduzi-la para o cultivo *in vitro* da bananeira. Há também que se considerar que a disponibilidade do Mn no meio pode ser dificultada por: a) coprecipitação com sais de fosfato (Klein & Manos, 1960); b) alta concentração de ágar no meio com redução de Mn no explante (Singha et al., 1985) e c) altas concentrações de K, Ca, Mg, Cu, Zn e Na (Malavolta, 1980).

**TABELA 2. Percentagem de micronutrientes remanescentes no meio de cultura de Murashige & Skoog (1962) em função do tempo de cultivo de explantes de bananeira, cv. Prata Anã, e a contribuição, em relação ao meio, dos explantes iniciais.**

Explante e meio	Tempo de cultivo (dias)	Micronutrientes				
		Fe	Zn	Mn	Cu	B
Explante inoculado	0	4,73	6,15	3,08	2,59	10,11
Meio de cultivo	0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Meio de cultivo	10	76,49	85,83	95,77	92,44	77,95
Meio de cultivo	20	55,91	76,16	91,43	88,93	62,28
Meio de cultivo	30	46,54	70,31	88,77	86,05	63,10
Meio de cultivo	40	42,69	64,34	85,14	83,39	57,49
Meio de cultivo	50	31,35	58,49	81,80	81,05	49,73
Meio de cultivo	60	29,89	61,33	77,29	78,35	51,73

**TABELA 3. Concentração de micronutrientes no explante inteiro, rizoma, pseudocaul e folhas de bananeira, cv. Prata Anã, durante o cultivo *in vitro* (média de 3 repetições)<sup>1</sup>.**

Explante	Tempo de cultivo (dias)						
	0	10	20	30	40	50	60
	Ferro (mg/kg)						
Explante inteiro	180,1c	383,9ab	462,4a	438,0ab	378,9ab	366,2ab	338,6b
Rizoma	180,1c	556,1bA	794,5aA	804,3aA	654,5abA	612,2abA	545,7bA
Pseudocaul	0,0	130,1aB	156,6aB	152,1aB	191,4aB	180,8aB	183,9aB
Folhas	0,0	0,0	133,2aB	112,0aB	127,9aB	103,6aB	109,0aB
	Zinco (mg/kg)						
Explante inteiro	109,2ab	129,6a	133,4a	126,6ab	120,2ab	112,0ab	95,3b
Rizoma	109,2c	160,0abA	188,3aA	185,2aA	162,7abA	156,2abcA	122,1bcA
Pseudocaul	0,0	84,8aB	92,7aB	89,9aB	101,6aB	89,6aB	84,7aB
Folhas	0,0	0,0	69,4aB	64,4aB	69,8aB	54,3aC	57,4aB
	Manganês (mg/kg)						
Explante inteiro	123,8a	103,8a	115,3a	112,2a	114,2a	111,3a	121,5a
Rizoma	123,8a	100,5aB	114,0aB	105,2aB	93,8aB	88,7aB	94,6aB
Pseudocaul	0,0	107,7bB	160,9aA	152,5aA	160,5aA	155,9aA	161,4aA
Folhas	0,0	0,0	71,4dC	80,7cdB	98,4bcB	109,0bB	135,1aA
	Cobre (mg/kg)						
Explante inteiro	8,3c	11,6a	10,8ab	10,4abc	9,9abc	9,1bc	9,2bc
Rizoma	8,3a	10,8aA	11,2aA	11,2aA	9,8aA	8,3aA	8,7aA
Pseudocaul	0,0	12,6aA	9,8bA	9,4bA	9,8bA	9,8bA	9,0bA
Folhas	0,0	0,0	11,2aA	10,1aA	10,1aA	9,8aA	10,1aA
	Boro (mg/kg)						
Explante inteiro	82,3ab	93,1a	95,8a	75,0abc	68,4bc	64,6bc	56,3c
Rizoma	82,3a	78,5aB	77,7aB	69,0aA	55,8aA	54,3aA	55,2aA
Pseudocaul	0,0	114,8aA	114,5aA	79,0bA	78,2bA	78,0bA	55,4bA
Folhas	0,0	0,0	114,3aA	81,1bA	78,9bA	70,0bA	58,9bA

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

## Cobre

As concentrações de Cu no rizoma, pseudocaule e folhas foram estatisticamente similares. Quanto à extração, o rizoma foi a parte da planta que extraiu maior quantidade, apresentando diferença das quantidades extraídas pelo pseudocaule e folhas a partir dos 20 dias de cultivo.

Do total de Cu extraído pelos explantes, 51,4% foi acumulado nos primeiros 20 dias de cultivo. As maiores taxas de absorção ocorreram nos períodos entre 0-10 e 10-20 dias, com 34,9 e 16,5% do Cu extraído, respectivamente, e nos períodos seguintes essas taxas se estabilizaram com valores em torno de 12,5%. Estes resultados discordam dos encontrados por Mezzetti et al. (1991), na cultura de *Actinidia deliciosa*, onde o Cu foi absorvido principalmente durante o segundo mês. O Cu foi o nutriente absorvido em menor proporção pelos explantes, com 78,4% permanecendo no meio de cultura aos 60 dias (Tabela 2). Isto sugere que o meio utilizado apresentava quantidades excessivas de Cu; Mezzetti et al. (1991) já consideravam excessivo o teor de 19% de Cu remanescente no meio de cultivo aos 60 dias.

A Fig. 2 ilustra a distribuição percentual do conteúdo de Cu no meio de cultura e nas diferentes partes do explante: rizoma, pseudocaule e folhas nos diferentes tempos de cultivo. Pode-se verificar a alta proporção de Cu remanescente no meio e a maior distribuição percentual do Cu no rizoma em relação ao pseudocaule e folhas.

O Cu absorvido foi aproximadamente 10% do Mn (Tabela 1), ao passo que para Walmsley & Twyford (1976) o Cu absorvido foi em torno de 1% do Mn absorvido. Isto talvez se deva ao excessivo conteúdo de Cu no meio de cultivo; no entanto, não foram observados sintomas aparentes de toxicidade deste nutriente. Segundo Lahav & Turner (1983), o Cu é necessário em quantidades muito pequenas em plantas de bananeira, sendo ativamente absorvido e translocado dentro da planta quando o suprimento é adequado (Mengel & Kirkby, 1979).

## Boro

As concentrações de B nos explantes inteiros e nas diferentes partes destes foram maiores nos pri-

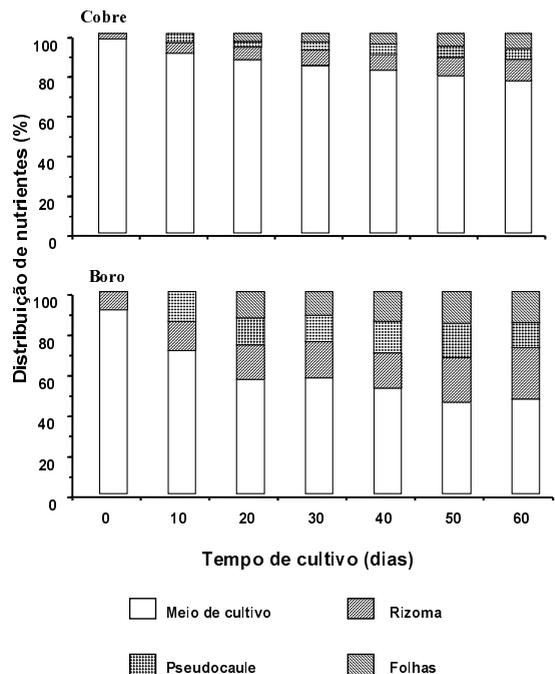


FIG. 2. Distribuição percentual de cobre e boro no meio de cultivo e nas diferentes partes dos explantes de bananeira, cv. Prata Anã.

meiros períodos de cultivo, e diminuíram com o tempo (Tabela 3). Estes resultados concordam com os encontrados por Twyford & Walmsley (1968), em plantas de bananeira no campo, nas quais a concentração de B diminui com o aumento da idade da planta.

A maior taxa de absorção de B do meio de cultivo pelos explantes inteiros ocorreu nos períodos entre 0-10 e 10-20 dias, quando extraíram 22,05 e 15,67% do B inicial do meio, respectivamente. Em períodos posteriores, essas taxas, além de serem reduzidas, apresentaram bastante oscilação. Ao final do cultivo, cerca de 50% do B ainda ficou no meio (Tabela 2), o que indica que esse cultivo continha quantidades suficientes deste nutriente, para manter o crescimento dos explantes por mais tempo.

## CONCLUSÕES

1. Os explantes de bananeira cultivados em meio básico MS apresentam as maiores taxas de absorção de nutrientes durante os primeiros 20 dias de cultivo.

2. O Fe e o Cu são os nutrientes absorvidos em maior e menor quantidade pelos explantes, respectivamente.

3. As quantidades de micronutrientes totais absorvidas pelos explantes, tomando como base o Fe, seguem a ordem: Fe > Mn > Zn > B > Cu, apresentando as proporções: 100:26:28,9:17,2:2,4 aos 30 dias e 100:36:28:16,6:2,7, aos 60 dias.

4. No preparo do meio de cultivo, é necessário verificar o teor de Cu nos reagentes, principalmente no ágar, para evitar problemas de excesso e toxicidade.

5. As concentrações Zn, Mn, Cu e B podem ser reduzidas no meio básico MS para o cultivo de explantes de bananeira.

## REFERÊNCIAS

- DALTON, C.C.; IQBAL, K.; TURNER, D.A. Iron phosphate precipitation in Murashige and Skoog media. **Physiologia Plantarum**, v.57, p.472-476, 1983.
- DINIZ, J.D.N.; GONÇALVES, A.N.; FERREYRA HERNANDEZ, F.F.; TORRES, A.C. Absorção de macronutrientes por explantes de bananeira *in vitro*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.7, p.1201-1209, jul. 1999.
- KLEIN, R.M.; MANOS, G.E. Use of metal chelates for plant tissue cultures. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v.88, p.416-425, 1960.
- LAHAV, E.; TURNER, D.W. **Banana nutrition**. Berne: IPI, 1983. 62p. (IPI. Bulletin, 7).
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: NAGY, 1989. 201p.
- MARCHAL, J.; MARTIN-PRÉVEL, P. Les oligo-éléments Cu, Fe, Mn, Zn dans le bananier. Niveaux foliaires et bilans. **Fruits**, v.26, n.7/8, p.483-500, 1971.
- MEDINA, J.C. **Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 3.ed. Campinas: ITAL, 1990. 302p. (ITAL. Frutas Tropicais, 3).
- MENDES, B.M.J.; MENDES, F.J.; TULMANN NETO, A.; DEMETRIO, C.G.B.; PUSKE, O.R. Efficacy of banana plantlet production by micropropagation. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.12, p.863-867, dez. 1996.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. Berne: International Potash Institute, 1979. 593p.
- MEZZETTI, B.; ROSATI, P.; CASALICCHIO, G. *Actinidia deliciosa* C.F. Liang *in vitro*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v.25, p.91-98, 1991.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v.15, p.473-497, 1962.
- OLIVEIRA, R.P.; SILVA, S.O. Avaliação da micropropagação comercial em bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.4, p.415-420, abr. 1997.
- 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**, v.11, p.209-220, 1987.
- SINGHA, S.; TOWNSEND, E.C.; OBERLY, G.H. Mineral nutrient status of crabapple and pear shoots cultured *in vitro* on varying concentrations of three commercial agars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.110, n.3, p.407-411, 1985.
- TWYFORD, I.T.; WALMSLEY, D. The status of some micronutrients in healthy robusta banana plants. **Tropical Agriculture**, v.45, n.4, p.307-315, 1968.
- WALMSLEY, D.; TWYFORD, I.T. The mineral composition of the robusta banana plant. V. Sulphur, iron, manganese, boron, zinc, copper, sodium and aluminium. **Plant and Soil**, v.45, p.595-611, 1976.
- WILLIAMS, R.R. Mineral nutrition *in vitro* - a mechanistic approach. **Australian Journal of Botany**, v.41, p.237-251, 1993.
- WOLF, B. Improvements in the Azomethine-H method for determination of boron. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.5, p.39-44, 1974.
- ZAFFARI, G.R.; SOLIMAN FILHO, L.F.; STUKER, H. Efeito do tamanho do explante e da quebra da dominância apical, sobre a brotação das gemas laterais na produção de mudas de bananeira, *in vitro*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.16, n.3, p.71-76, 1994.