



Modificações no meio de cultura, fotoperíodo e tempo de cultivo afetam o alongamento e enraizamento in vitro de bananeira cv. Pacovan

Marcos Vinícius Marques PINHEIRO^{1*}, Ana Cristina Portugal Pinto de CARVALHO²,
Fabrina Bolzan MARTINS³

¹Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, RS, Brasil.

²Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, Brasil.

³Instituto de Recursos Naturais, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, Brasil.

*E-mail: macvini@gmail.com

Recebido em março/2017; Aceito em julho/2017.

RESUMO: No intuito de elevar as taxas de sobrevivência durante a etapa de aclimatização e posterior plantio a campo, avaliou-se o enraizamento in vitro de bananeira cv. Pacovan, em diferentes concentrações de sais MS e de sacarose. Utilizou-se DIC, esquema fatorial (6x2x3), com seis meios de cultura [sendo três concentrações de nutrientes do meio MS (100%; 50% de macronutrientes; e 50% dos sais macro e micronutrientes), e duas concentrações de sacarose (1,5/3,0%)], dois fotoperíodos (12/16 h) e três tempos de cultivo (21, 28 ou 35 dias) e seis repetições/tratamento. Analisaram-se: altura da planta, número de folhas/planta, massas frescas e secas das partes aérea e radicular. Para altura da planta, massa fresca da parte aérea e radicular, o meio MS 50% dos sais + sacarose (1,5%) com fotoperíodo de 16 h e tempo de cultivo de 35 dias foi satisfatório. Para massa seca da parte aérea foi MS 50% de sais + sacarose (3%), e para massa seca da parte radicular, MS 100% + sacarose (3%) (em 12hs/28 dias e 16hs/21 dias). Para o alongamento/enraizamento in vitro da bananeira cv. Pacovan sugere-se MS 50% de sais (macro e micronutrientes), redução ou manutenção de sacarose (1,5 ou 3%) em 16h/35 dias de cultivo.

Palavra-chave: *Musa* spp., propagação in vitro, sistema radicular.

Changes in culture medium, photoperiod and time of cultivation affect the in vitro elongation and rooting of banana cv. Pacovan

ABSTRACT: In order to achieve high rates of survival during the acclimatization and later planting in the field, was evaluated the in vitro of banana cv. Pacovan plants under different concentrations of sucrose and MS basal salt mixture. The experiment was assembled in a DIC, in 6x2x3, six different culture media [three different MS salt mixture concentrations (100%; 50% of macronutrients; and 50% of macro/micronutrients) and two sucrose concentrations (1.5/3%)], two photoperiods (12/16 hours) and three cultivation times (21, 28 or 35 days). Each treatment was composed by 6 replicates. Plant height, number of leaves/plant, fresh and dry weight of roots and shoots, were analyzed. Satisfactory results for plant height and shoot and root fresh biomass were observed in MS with macro/micronutrients (50%) + sucrose (3%), 16 hours/35 days. The highest values of shoot dry weight were observed in MS with macro/micronutrients (50%) + sucrose (3%); the highest root dry weight was achieved with MS 100% + sucrose (3%) (12hs/28 and 16hs/21 days). The suggested medium for the in vitro elongation and rooting stage of banana cv. Pacovan is the MS with 50% of salts (macro and micronutrients), reduction or maintenance of sucrose (1.5 or 3%) in 16h/35 days of cultivation.

Keywords: *Musa* spp., in vitro propagation, root system.

1. INTRODUÇÃO

As bananeiras são monocotiledôneas herbáceas perenes, pertencentes ao gênero *Musa*, sendo cultivadas em 120 países (KOVACS et al., 2013). Para a produção de mudas de bananeira, vem sendo utilizada a micropropagação, por elevar as taxas de multiplicação, gerar plantas uniformes, livres de doenças e pragas (GOVINDARAJU et al., 2012; RESMI & NAIR, 2011).

O alongamento/enraizamento in vitro é fundamental na produção de mudas, para serem alcançadas elevadas taxas de sobrevivência durante as etapas de aclimatização (COSTA et al., 2008) e plantio a campo. É importante selecionar as condições ideais para o alongamento/enraizamento in vitro, sendo essencial a escolha do melhor meio de cultura e fotoperíodo, além do tempo de cultivo. Segundo Vora; Jasrai

(2012b) o meio mais empregado na produção in vitro de bananeira é o MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962). Na fase de alongamento/enraizamento in vitro, vários estudos empregam a concentração normal recomendada do meio MS (AL-AMIN et al., 2009; ASMAR et al., 2013; GITONGA et al., 2010; NOMURA et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2008; RESMI; NAIR, 2011; ROY et al., 2010), enquanto outros utilizam a metade da concentração de macro e/ou micronutrientes (BRAGA et al., 2001; CAMOLESI et al., 2010; COSTA et al., 2008; GOVINDARAJU et al., 2012; KUMAR et al., 2012; VORA; JASRAI, 2012a,b).

A sacarose não pode ser eliminada, pois é necessária para o crescimento normal das plantas in vitro (FUENTES et al., 2005a). Na produção de bananeira in vitro, normalmente utiliza-se sacarose na concentração de 3% (AL-AMIN et al.,

2009; ALI et al., 2011; ASMAR et al., 2013; CAMOLESI et al., 2010; COSTA et al., 2008; GOVINDARAJU et al., 2012; GITONGA et al., 2010; KUMAR et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2008; VORA; JASRAI, 2012a,b), embora, 1,5% também seja observado (BRAGA et al., 2001). Essa redução aumenta a tolerância das plantas cultivadas ex vitro (RYBCZYNSKI et al., 2007), já que a sacarose em quantidades elevadas reduz a fotossíntese das plantas ainda in vitro (FUENTES et al., 2005b).

Para o fotoperíodo, a maioria dos trabalhos utiliza 16 horas de luz (AL-AMIN et al., 2009; ASMAR et al., 2013; BRAGA et al., 2001; CAMOLESI et al., 2010; COSTA et al., 2008; GITONGA et al., 2010; GOVINDARAJU et al., 2012; VORA; JASRAI, 2012a,b), ainda que o uso diário de 12 horas de luz também seja citado (ROY et al., 2010).

Além disso, há divergências sobre o tempo de cultivo durante o alongamento/enraizamento in vitro das mudas de bananeira, sendo o mais citado o de 28 dias (BRAGA et al., 2001; ROY et al., 2010; CAMOLESI et al., 2010; VORA; JASRAI, 2012a,b; GOVINDARAJU et al., 2012), ainda que períodos menores, como 21 dias (GITONGA et al., 2010), e maiores, como 42 dias (ASMAR et al., 2013), também sejam mencionados.

As informações a cerca das variações no ambiente de cultivo in vitro, durante a fase de alongamento/enraizamento das mudas de bananeira, como modificações no meio MS, na concentração de sacarose e no tempo de cultivo ainda são incipientes (COSTA et al., 2009) e divergentes, incentivando estudos dessa natureza. O objetivo foi avaliar o alongamento/enraizamento in vitro de mudas propagadas de bananeira (*Musa sp.*) cv. Pacovan (AAB), utilizando-se diferentes concentrações de sais (macro e micronutrientes) do meio de cultura MS e de sacarose, em dois fotoperíodos e em distintos tempos de cultivo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As culturas foram estabelecidas in vitro, a partir do cultivo de ápices caulinares, obtidos de rizomas de bananeira cv. Pacovan (AAB). As brotações, formadas durante a fase de multiplicação, foram utilizadas como explantes. Essas brotações foram subcultivadas em frascos de vidro transparente com capacidade de 220 mL e 30 mL de meio de cultura MS acrescido de 11,10 μM de 6-benziladenina (BA), 3% de sacarose, 100 mg.L^{-1} de mio-inositol e solidificado com 6,5 g.L^{-1} de Agar-ágar, seguindo a metodologia proposta por Carvalho et al. (2012). O pH foi ajustado para 5,8, antes da autoclavagem. O material vegetal foi mantido em sala de crescimento, a 25 ± 2 °C, fotoperíodo de 16 h e com irradiância de 30 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Foram realizados seis subcultivos sucessivos, em intervalos de 30 dias cada, para a obtenção do número ideal de brotações para a realização do presente trabalho.

Após a fase de multiplicação in vitro, isto é, após seis subcultivos sucessivos, brotações com cerca de 1,0 a 1,5 cm de parte aérea, em média três folhas expandidas, e sem a presença de raízes, foram individualizadas, sendo inoculadas seis brotações por frasco de vidro transparente com capacidade de 220 mL contendo 30 mL de meio de cultura. Todos os meios foram suplementados com 0,054 μM de ácido naftalenoacético (ANA), e solidificados com 6,5 g.L^{-1} de Agar-ágar, seguindo a metodologia proposta por Carvalho et al. (2012). O pH foi ajustado para 5,8, antes da autoclavagem. O material foi mantido em sala de crescimento

sob as mesmas condições citadas para a fase de multiplicação quanto à temperatura e irradiância luminosa. As culturas foram distribuídas em fotoperíodos de 12 ou 16 h, e mantidas por 21, 28 ou 35 dias de cultivo, de acordo com delineamento experimental.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial triplo, 6 x 2 x 3, sendo seis meios de cultura, os quais foram compostos por: três concentrações de nutrientes do meio MS e duas de sacarose: meio de cultura 1 (MC1) - MS 100% + 3% de sacarose, MC2 - MS 100% + 1,5% de sacarose, MC3 - MS 50% de macronutrientes + 3% de sacarose, MC4 - MS 50% de macronutrientes + 1,5% de sacarose, MC5 - MS 50% da concentração dos sais (macro e micronutrientes) + 3% de sacarose, e MC6 - MS 50% de sais + 1,5% de sacarose, dois fotoperíodos (12 e 16 h), e três tempos de cultivo in vitro (21, 28 e 35 dias) e seis repetições por tratamento. Cada unidade experimental foi constituída de um frasco contendo seis brotações, totalizando 36 explantes/tratamento.

As respostas morfogênicas foram avaliadas aos 21, 28 e 35 dias quanto à altura da planta (AP, cm), número de folhas por planta (NF), massas fresca e seca das partes aérea (MFPA e MSPA, respectivamente, g) e radicular (MFPR e MSPR, respectivamente, g). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos, comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$), por meio do programa estatístico SISVAR (Ferreira 2011). Por não seguir a distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk ($\alpha=0,05$), os dados da variável NF foram transformados para $(x+0,5)^{0,5}$.

3. RESULTADOS

A AP diferiu nas interações meios de cultura x fotoperíodos e meios de cultura x tempos de cultivo. Para MFPA houve diferença estatística ($p \leq 0,05$) apenas para meios de cultura e tempos de cultivo, enquanto que a MSPA diferiu estatisticamente ($p \leq 0,01$) apenas para meios de cultura. Já a MFPR, houve diferença significativa ($p \leq 0,01$) tanto para tempos de cultivo quanto para a interação meios de cultura x fotoperíodos. A MSPR diferiu estatisticamente ($p \leq 0,05$) para a interação meios de cultura x fotoperíodos x tempos de cultivo. O NF foi não significativo para todas as fontes de variação ($p > 0,05$).

Observou-se, aos 21 dias, que a AP mantidas no MC1 (MS 100% + 3% de sacarose) foi superior ($p \leq 0,05$) quando comparada aos demais tratamentos, alcançou média de 2,87cm. AP no tempo em cultivo de 28 dias, nos tratamentos MC1 (MS 100% + 3% de sacarose), MC2 (MS 100% + 1,5% de sacarose) e MC6 (MS 50% de sais e 1,5% de sacarose) registraram valores de 2,46, 2,66 e 2,54 cm, respectivamente, sendo superiores, apenas, quando confrontadas ao MC3 (MS 50% de macronutrientes e 3% de sacarose). Já aos 35 dias, a AP mantidas no MC6 (MS 50% de sais e 1,5% de sacarose) foi superior aos tratamentos MC3 (MS 50% de macronutrientes e 3% de sacarose) e MC5 (MS 50% de sais e 3% de sacarose), com comprimento de 2,95 cm (Figura 1A). No fotoperíodo de 12 h, a AP no MC2 (MS 100% + 1,5% de sacarose) foi superior aos tratamentos MC3 (MS 50% de macronutrientes e 3% de sacarose) e MC5 (MS 50% de sais e 3% de sacarose), com média de 2,68 cm. Para o fotoperíodo de 16 h, AP no MC6 (MS 50% de sais e 1,5% de sacarose) foi superior aos tratamentos MC3 e MC5, obtendo média de 2,71 cm (Figura 1B).

Com base nos resultados constatou-se que houve um aumento significativo tanto na MFPA (Figura 2) quanto na MFPR (Figura 3) das brotações, com o tempo de cultivo in vitro. Esse incremento foi mais expressivo quando as brotações foram mantidas in vitro até os 35 dias (0,944 e 0,291 g) (Figura 2B, 3B, respectivamente). Para MFPA, os meios de cultura MC2 (MS 100% + 1,5% de sacarose) (0,906 g), MC4 (MS 50% de macronutrientes + 1,5% de sacarose) (0,905 g) e MC6 (MS 50% de sais + 1,5% de sacarose) (0,898 g) foram superiores significativamente quando comparados ao MC3 (MS 50% de macronutrientes e 3% de sacarose) (Figura 2A).

Para MFPR, observou-se que no fotoperíodo de 12 h, não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos (Figura 3A). No entanto, para o fotoperíodo de 16 h, a MFPR das brotações mantidas no MC5 (MS 50% de sais + 3% de sacarose) (0,261 g) foi superior apenas quando comparado ao MC1 (MS 100% + 3% de sacarose) e MC2 (MS 100% + 1,5% de sacarose) (Figura 3A).

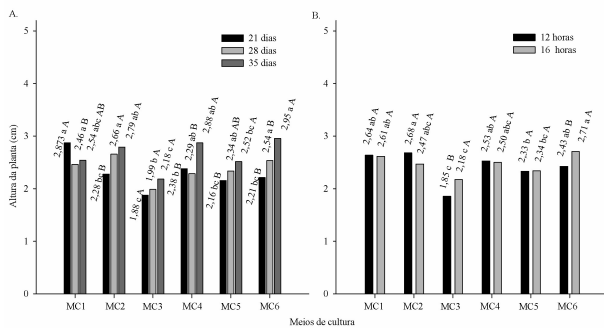


Figura 1. Análise da variável altura da planta (AP, cm) nas interações meios de cultura x tempos de cultivo (A) e meio de cultura x fotoperíodo (B) na resposta a fase de alongamento/enraizamento in vitro de bananeira (*Musa sp.*) cv. Pacovan (AAB). Médias nas interações meios de cultura x tempos de cultivo: letras minúsculas em meios de cultura (MC1, MC2, MC3, MC4, MC5 e MC5) e maiúscula em tempos de cultivo (21, 28, e 35 dias) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Médias nas interações meios de cultura e fotoperíodos: letras minúsculas em meios de cultura e maiúsculas em fotoperíodos (12 e 16 h) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Figure 1. Analysis of the plant height variable (AP, cm) in the interactions culture media x culture times (A) and culture medium x photoperiod (B) in response to the in vitro elongation /rooting phase of banana (*Musa sp.*) cv . Pacovan (AAB). Mean values of culture media x culture times: lowercase letters in culture media (MC1, MC2, MC3, MC4, MC5 and MC5) and capital letters at cultivation times (21, 28, and 35 days) do not differ from each other Tukey test at 5% probability. Averages of the interactions culture media and photoperiods: lowercase letters in culture media and upper case in photoperiods (12 and 16 h) do not differ by Tukey test at 5% probability.

Para MSPA, o MC5 (MS 50% de sais e 3% de sacarose) foi superior apenas quando comparado aos tratamentos MC2 (MS 100% + 1,5% de sacarose), MC4 (MS 50% de macronutrientes e 1,5% de sacarose) e MC6 (MS 50% de sais e 1,5% de sacarose), com média de 0,0632 g (Figura 2C). Observou-se que, para MSPR, não houve diferença estatística entre os meios de cultura dentro dos níveis de fotoperíodo/tempos de cultivo 12 h/21 dias, 16 h/28 dias, 16 h/35 dias. Para o nível de 12 h/28 dias o MC1 (MS 100% + 3% de sacarose) foi superior aos demais tratamentos, com

média de 0,02906 g (Figura 3C). Para o nível de 16 h/21 dias, o MC1 (MS 100% + 3% de sacarose) não diferiu significativamente apenas do meio MC3 (MS 50% de macronutrientes e 3% de sacarose), alcançando média de 0,02531 g (Figura 3C).

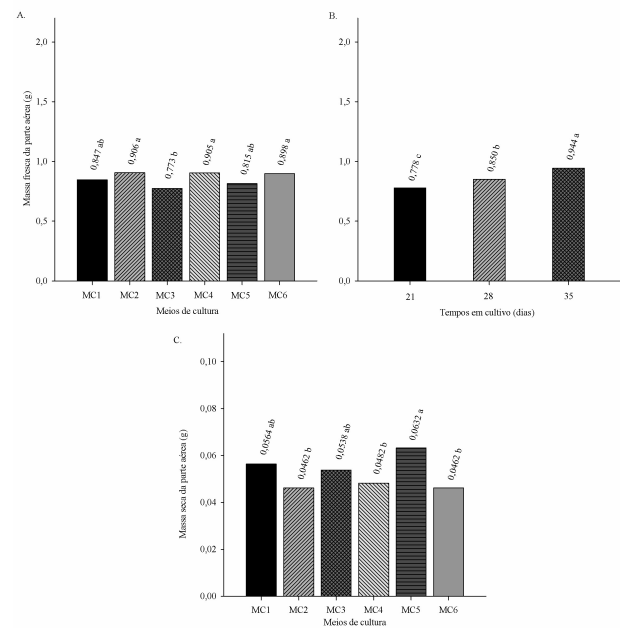


Figura 2. Análise da variável massa fresca da parte aérea (MFPA, g) para meio de cultura (A) e tempo de cultivo (B), e para a massa seca da parte aérea (MSPA, g) para meio de cultura (C), na resposta a fase de alongamento/enraizamento in vitro de bananeira (*Musa sp.*) cv. Pacovan (AAB). Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Figure 2. Analysis of the variable fresh mass of shoot (MFPA, g) for culture medium (A) and culture time (B), and for dry shoot mass (MSPA, g) for culture medium Response to the in vitro elongation /rooting phase of banana (*Musa sp.*) Cv. Pacovan (AAB). Means followed by the same letter do not differ by Tukey's test, at 5% probability.

4. DISCUSSÃO

Costa et al., (2009) relataram que as mudas das cvs. Pacovan e Caipira, que permaneceram durante 45 dias na fase de enraizamento, apresentaram maior altura da planta, no meio MS contendo 1,5% de sacarose e 5,37 μ M de ANA. Já no presente trabalho, as vitroplantas produzidas no meio MC6 (MS 50% de sais e 1,5% de sacarose) durante 35 dias, obtiveram a maior AP, com 2,95 cm. Costa et al. (2008) relatam que, dependendo da cultivar de bananeira, as respostas são diferenciadas para cada tempo de duração da fase de alongamento/enraizamento in vitro quando cultivadas em meio MS com 50% da concentração dos sais adicionado de 3% de sacarose e 4,92 μ M de ácido indolbutírico (AIB), esses autores ainda constataram que as plantas que permaneceram por um período de 21 e 28 dias apresentavam as maiores alturas da parte aérea in vitro. Isso acontece por que a altura das plantas está diretamente proporcional ao tempo de permanência in vitro das brotações no meio de cultura de enraizamento (Costa et al., 2008).

Camolesi et al. (2010) trabalhando com três cultivares de bananeira, 'Nanicão Jangada', 'Nanicão Grande Naine' e 'Maçã', aos 30 dias de cultivo no meio MS contendo metade da concentração dos macronutrientes e suplementado com 3% de sacarose, registraram elevados comprimentos das

plantas. Braga et al. (2001) contataram que, na fase de alongamento/enraizamento, conduzida em meio MS contendo a metade da concentração dos sais e adicionado de 1,5% de sacarose, após 28 dias, 63% dos brotos da cv. Caipira, apresentavam tamanho médio de 4,5 cm. Os mesmos autores argumentaram que a redução dos nutrientes pela metade foi eficiente para aumentar o vigor vegetativo das culturas e dobrar o tamanho dos brotos oriundos da fase de multiplicação. Isso se deve ao fato de que uma vez enraizados, os brotos apresentam maior capacidade de absorção dos nutrientes favorecendo a rizogênese das plantas ainda em condições in vitro (BRAGA et al., 2001).

Fuentes et al., (2005a) constataram que concentrações elevadas de sacarose (2,25 a 4,5 %) apesar de aumentarem o número de raízes, reduziram o comprimento e o número de folhas das plantas produzidas in vitro. O que corrobora com os dados do presente trabalho, no qual houve incremento da MSPR quando adicionado 3% de sacarose ao meio de cultura (MC1 para 12 h/28 dias e 16 h/21 dias). Possivelmente os efeitos negativos nos parâmetros avaliados possam estar relacionados ao acúmulo excessivo de sacarose. Dessa forma, a redução da concentração de sacarose pode ser utilizada para melhorar a fixação de carbono e o desenvolvimento das culturas tanto in vitro quanto ex vitro (FUENTES et al., 2005a), para assim, promover o crescimento fotoautotrófico em condições in vitro e facilitar a transferência das plantas para o estado autotrófico durante o transplântio (RYBCZYNSKI et al., 2007). Ali et al. (2011) não constataram diferenças entre o meio MS contendo a concentração normal dos sais (macro e micronutrientes) e o meio MS suplementado com apenas a metade desses sais, no tempo necessário para a indução do enraizamento das mudas de bananeira. Utilizando também o meio de cultura MS na metade da concentração recomendada, Kumari & Shukla (2012) observaram que as plantas apresentaram desenvolvimento satisfatório das partes aérea e radicular; sendo o mesmo observado no presente trabalho.

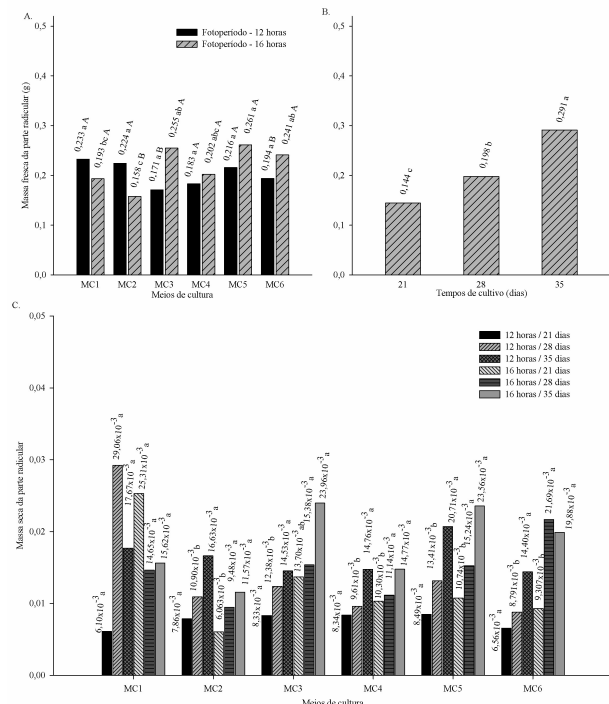


Figura 3. Análise das variáveis massa fresca da parte radicular (MFPR, g) na interação meio de cultura x fotoperíodo (A) e tempo de cultivo (B), e massa seca da parte radicular (MSPR, g) para a interação meios de cultura x fotoperíodos x tempos de cultivo (C), na resposta a fase de alongamento/enraizamento in vitro de bananeira (Musa sp.) cv. Pacovan (AAB). Médias na interação meios de cultura x fotoperíodos: letras minúsculas em meios de cultura (MC1, MC2, MC3, MC4, MC5 e MC5) e maiúscula em fotoperíodos (12 e 16 h) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Médias nas interações meios de cultura x fotoperíodos x tempos de cultivo (21, 28, e 35 dias): letras minúsculas no desdobramento de meios de cultura dentro de cada nível de fotoperíodos/tempos de cultivo (12 h/21 dias, 12 h/28 dias, 12 h/35 dias, 16 h/21 dias, 16 h/28 dias, 16 h/35 dias) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Figure 3. Analysis of the variables fresh root mass (MFPR, g) in the interaction medium culture x photoperiod (A) and cultivation time (B), and dry mass of the root part (MSPR, g) for the interaction culture media x photoperiods x cultivation times (C), in response to the in vitro elongation / rooting phase of banana (Musa sp.) cv. Pacovan (AAB). Mean values in the culture media x photoperiods: lowercase letters in culture media (MC1, MC2, MC3, MC4, MC5 and MC5) and uppercase in photoperiods (12 and 16 h) do not differ among themselves by the Tukey test, 5% of probability. (21, 28, and 35 days): lowercase letters in the unfolding of culture media within each level of photoperiods / culture times (12 h / 21 days, 12 h / 28 days, 12 h / 35 days, 16 h / 21 days, 16 h / 28 days, 16 h / 35 days) did not differ by Tukey's test at 5% probability.

Além da importância da sacarose, o crescimento in vitro das culturas também está diretamente relacionado ao tempo de permanência das culturas no meio de cultivo (COSTA et al., 2008). Os mesmos autores relataram que quando as culturas permanecem na fase de alongamento/enraizamento in vitro por um período muito reduzido, até 14 dias, as culturas apresentam pequeno desenvolvimento da parte aérea, geralmente apenas uma folha expandida, rizoma pouco definido, menor enraizamento com baixa iniciação de primórdios radiculares, e consequentemente, resultando numa menor porcentagem de sobrevivência das plantas durante o transplântio, sugerindo que pequenas quantidades de reservas não são capazes de manter o crescimento ex vitro das plantas produzidas. Ou seja, as brotações de bananeira necessitam de maior permanência no meio de cultura, para suportar a etapa de aclimatização. Já após 21 dias de cultivo em meio de alongamento/enraizamento, as plantas podem alcançar 100% de sobrevivência em condições de aclimatização (COSTA et al., 2008). Assim, quando as brotações apresentam tamanho reduzido, é necessário aumentar a duração da fase de alongamento/enraizamento in vitro (COSTA et al., 2008).

A adição de açúcares solúveis ao meio de cultura pode trazer efeitos positivos ou negativos no crescimento e na fotossíntese das plantas in vitro. Por exemplo, a sacarose influencia positivamente a adaptação do aparato fotossintético ao ambiente de cultivo in vitro e negativo sobre o acúmulo de biomassa das plantas, mesmo assim afetará positivamente a aclimatização em condições ex vitro (RYBCZYNSKI et al., 2007). Dessa forma, deve-se estabelecer a quantidade ideal de açúcares a ser adicionada ao meio de cultura, visando proporcionar equilíbrio entre o desenvolvimento do aparato fotossintético e o acúmulo de biomassa das plantas. Costa et al. (2009) relataram que a adição de 3 % de sacarose proporcionou maior incremento da massa seca total, quando comparado a 1,5%, tanto para a cv. Pacovan quanto para a 'Caipira', sendo mais notável na primeira cultivar. Estes também descrevem a formação de um maior número de raízes, nas culturas mantidas 35 dias em

meio MS com 50% de sais e adicionado de 3% de sacarose e 2,46 μ M de AIB. O mesmo foi observado nesse trabalho, em que a suplementação de 3% de sacarose ao meio de cultura favoreceu aumento de massa seca das partes aérea e radicular (MSPA e MSPR). O tempo de duração da fase de alongamento/enraizamento *in vitro* é dependente do genótipo. Cada cultivar pode ser influenciada de maneira distinta pelo tempo de permanência nessa fase, sendo recomendados períodos de 21 a 28 dias (COSTA et al., 2008). Já neste trabalho, a permanência de mudas de bananeira (*Musa sp.*) cv. Pacovan (AAB), por 35 dias resultou em maiores ganhos de massas frescas das partes aérea e radicular.

5. CONCLUSÕES

A etapa de alongamento/enraizamento *in vitro* da bananeira cv. Pacovan (AAB) deve ser realizada em meio de cultura MS com redução de 50% da concentração dos sais (macro e micronutrientes) e redução ou manutenção da sacarose (1,5 ou 3%), sob fotoperíodo de 16 horas durante 35 dias de cultivo.

6. REFERÊNCIAS

- AL-AMIN, M. D.; KARIM, M. R.; AMIN, M. R.; RAHMAN, S.; MAMUN, N. M. *In vitro* micropropagation of banana (*Musa spp.*). **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, Gazipur, v. 34, n. 4, p. 645 – 659, 2009. www.banglajol.info/index.php/BJAR/article/download/5840/4588+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br
- ALI, A.; SAJID, A.; NAVEED, N. H.; MAJID, A.; SALEEM, A.; KHAN, U. A.; JAFERY, F. I.; NAZ, S. Initiation, proliferation and development of micro-propagation system for mass scale production of banana through meristem culture. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 70, p. 15731-15738, 2011. <http://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/97536>
- ASMAR, S. A.; PASQUAL, M.; ARAUJO, A. G. de; SILVA, R. A. L.; RODRIGUES, F. A.; PIO, L. A. S. Características morfofisiológicas de bananeiras 'Grande Naine' aclimatizadas em resposta a utilização de silício *in vitro*. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 73-82, 2013. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n1p73>
- BRAGA, M. F.; SÁ M. E. L. de; MUSTAFÁ, P. C. Avaliação de um protocolo para multiplicação *in vitro* da bananeira (*Musa sp.*) cv. Caipira (AAA). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 215-219, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452001000200002>
- CAMOLESI, M. R.; MARTINS, A. N.; SOUZA, L. D.; SACONI, C. G. Enraizamento *in vitro* de mudas micropropagadas de bananeira. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 6, p. 1446-1451, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000600013>
- CARVALHO, A.C.P.P. de; RODRIGUES, A.A. de J.; SANTOS, E. de O. **Produção de mudas micropropagadas de bananeira**. Circular Técnica, 37, Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012. 14p.
- COSTA, F. H. S.; PASQUAL, M.; PEREIRA, J. E. S.; RODRIGUES, F. A.; MIYATA, L. Y. Relação entre o tempo de enraizamento *in vitro* e o crescimento de plantas de bananeira na aclimatização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.1, p.31-37, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000100008>
- COSTA, F. H. S.; PASQUAL, M.; ROCHA, H. S.; PEREIRA, J. E. S.; CASTRO, E. M.; MIYATA, L. Y. Crescimento e anatomia foliar de bananeiras submetidas a diferentes condições de cultivo *in vitro*. **Bragantia**, v.68, n.2, p.303-311, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052009000200003>
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- FUENTES, G.; TALAVERA, C.; DESJARDINS, Y.; SANTAMARIA, J. High irradiance can minimize the negative effect of exogenous sucrose on the photosynthetic capacity of *in vitro* grown coconut plantlets. **Biologia Plantarum**, v.49, n.1, p.7-15, 2005a. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10535-005-7015-6>
- FUENTES, G.; TALAVERA, C.; OPEREZA, C.; DESJARDINS, Y.; SANTAMARIA, J. Exogenous sucrose can decrease *in vitro* photosynthesis but improve field survival and growth of coconut (*Cocos nucifera* L.) *in vitro* plantlets. **In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant**, v.41, n.1, p.69-76, 2005b. <http://link.springer.com/article/10.1079%2FIVP2004597>
- GITONGA, N. M.; OMBORI, O.; MURITHI, K. S. D.; NGUGI, M. Low technology tissue culture materials for initiation and multiplication of banana plants. **African Crop Science Journal**, v.18, n.4, p.243-251, 2010. <http://www.ajol.info/index.php/acsj/article/view/68653>
- GOVINDARAJU, S.; SARAVANAN, J.; JAYANTHI, B.; NANCY, D.; INDRA ARULSELVI, P. *In vitro* propagation of Banana (*Musa sp* - Rasthali variety) from sword suckers for its commercial production. **Research in Plant Biology**, v.2, n.5, p.01-06, 2012. <https://doaj.org/article/06b01eadec2c41e4ad2251861f3fdcdb>
- HUANG, X.; LU, X. -Y.; ZHAO, J.-T.; CHEN, J. -K.; DAI, X. -M.; XIAO, W.; CHEN, Y. -P.; CHEN, Y. -F.; HUANG, X. -L. *MaSERK1* gene expression associated with somatic embryogenic competence and disease resistance response in banana (*Musa spp.*). **Plant Molecular Biology Reporter**, v.28, n.2, p.309-316, 2010. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11105-009-0150-z>
- KOVACS, G.; SAGI, L.; JACON, G.; ARINAITWE, G.; BUSOGORO, J. P.; THIRY, E.; STROSSE, H.; SWENNEN, R.; REMY, S. Expression of a rice chitinase gene in transgenic banana ('Gros Michel', AAA genome group) confers resistance to black leaf streak disease. **Transgenic Research**, v.22, n.1, p.117-130, 2013. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11248-012-9631-1>
- KUMAR, A.; KUMARI, P.; SHUKLA, L. N. *In vitro* rooting in the tissue culture raised plantlets of Malbhog cultivar of banana. **Indian Journal of Innovations and Developments**, v.1, n.9, p.665-668, 2012. <http://ijid.informaticspublishing.com/index.php/ijid/article/view/31667/27307>

- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v.15, n.3, p.473-497, 1962. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x/epdf>
- NOMURA, E. S.; DAMATTO JUNIOR, E. R.; FUZITANI, E. J.; SAES, L. A.; JENSEN, E. Aclimatização de mudas micropropagadas de bananeira 'Grand Naine' com aplicação de biofertilizantes em duas estações do ano. **Revista Ceres**, v.59, n.4, p.518-529, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2012000400013>
- OLIVEIRA, J. P.; COSTA, F. H. S.; PEREIRA, J. E. S. Crescimento de mudas micropropagadas de bananeira aclimatizadas nas condições da Amazônia Sul Ocidental sob a influência de diferentes substratos e recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.2, p.459-465, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000200033>
- RESMI, L.; NAIR, A. S. Differential effect of cytokinins in the micropropagation of diploid and triploid *Musa* cultivars. **International Journal of Integrative Biology**, v.11, n.1, p.35-38, 2011. <http://ijib.classicus.com/trns/11261455270701.pdf>
- ROY, O. S.; BANTAWA, P.; GHOSH, S. K.; SILVA, J. A. T.; DEBGHOSH, P.; MONDAL, T. K. Micropropagation and field performance of 'Malbhog' (*Musa paradisiaca*, AAB group): a popular banana cultivar with high keeping quality of North East India. **Tree and Forestry Science and Biotechnology**, v.4, n.1, p.52-58, 2010. [http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/images/2010/TFSB_4\(SI1\)/TFSB_4\(SI1\)52-58o.pdf](http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/images/2010/TFSB_4(SI1)/TFSB_4(SI1)52-58o.pdf)
- RYBCZYNSKI, J. J.; BORKOWSKA, B.; FIUK, A.; GAWRONSKA, H.; SLIWINSKA, E.; MIKULA, A. Effect of sucrose concentration on photosynthetic activity of in vitro cultures *Gentiana kurroo* (Royle) germlings. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.29, n.5, p.445-453, 2007. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11738-007-0054-1>
- VORA, N. C.; JASRAI, Y. T. Microwave oven based sterilization of media for micro propagation of banana. **CIBTech Journal of Biotechnology**, v.1, n.2-3, p.18-21, 2012a. www.ugcfrp.ac.in/images/userfiles/42646-04-003...Vora...Microwave...Banana...18-21.pdf
- VORA, N. C.; JASRAI, Y. T. Natural and low-cost substitutes of synthetic PGR for micropropagation of banana. **CIBTech Journal of Biotechnology**, v.2, n.1, p.9-13, 2012b. <http://www.cibtech.org/J-Biotechnology/PUBLICATIONS/2013/Vol-2-No-1/03-009...Nirali...%20Natural...Banana...9-13.pdf>