

FOSFITO DE POTÁSSIO E O CRESCIMENTO IN VITRO DE BATATA-DOCE

EDISON HITOSHI HIROSSE

FOSFITO DE POTÁSSIO E O CRESCIMENTO IN VITRO DE BATATA-DOCE

EDISON HITOSHI HIROSSE

Trabalho apresentado a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos obtenção do título de Mestre em Agronomia

Área de Concentração: Produção Vegetal

Orientador: Prof. Dr. Nelson Barbosa Machado Neto

635.21
H668f

Hirosse, Edison Hitoshi.

Fosfito de potássio e o crescimento in vitro de batata-doce / Edison Hitoshi Hirosse – Presidente Prudente, 2009.

28 f : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) –
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE:
Presidente Prudente – SP, 2009.

Bibliografia

1. *Ipomoea batatas*. 2. Nutrição – batatas. 3. Plântulas – batatas. 4. Parte aérea – batatas. 5. Raízes -- batatas. I. Título.

EDISON HITOSHI HIROSSE

FOSFITO DE POTÁSSIO E O CRESCIMENTO IN VITRO DE BATATA-DOCE

Trabalho apresentado a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos obtenção do título de Mestre em Agronomia

Presidente Prudente, 30 de outubro de 2009.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Nelson Barbosa Machado Neto
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE
Presidente Prudente - SP

Prof. Dr. Carlos Sérgio Tiritan
Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE
Presidente Prudente - SP

Prof. Dr. Maria de Fátima Pires da Silva Machado
Universidade Estadual de Maringá
Maringá - PR

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus, que me fortaleceu em todas as horas difíceis, ajudando-me a superar os obstáculos;

Aos meus familiares, em especial a minha esposa e meus filhos, pela compreensão das ausências nos momentos em que tive que renunciar ao prazer de estar junto a eles, para me dedicar aos estudos;

Aos amigos e a todos os que contribuíram, de maneira substancial, direta ou indiretamente, para a concretização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho, com atenção especial aos que cito abaixo:

À Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, pela oportunidade de aperfeiçoamento concedida para realização do curso;

Ao professor Dr. Nelson Barbosa Machado Neto, pela amizade, apoio, orientação, por todos os ensinamentos e confiança depositados em mim durante a realização deste trabalho;

Aos professores, funcionários, amigos do programa de pós-graduação em Agronomia, pela ajuda e carinho que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho;

Em especial o amigo Silvério Takao Hosomi pela amizade, companheirismo, incentivo e ajuda.

RESUMO

Fosfito de potássio e o crescimento *in vitro* de Batata-doce

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de fosfito no crescimento *in vitro* das plântulas de batata-doce em substituição parcial ao fosfato. Segmentos nodais, provenientes de uma subcultura, foram inoculados em meio MS e com as seguintes combinações entre fosfato e fosfito: T (100% e 0%); T1 (87,5% e 12,5%); T2 (75% e 25%); T3 (50% e 50%) e T4 (0% e 100%) respectivamente. Adotou-se esquema fatorial 5x5, com 5 tratamentos (T, T1, T2, T3 e T4) e 5 períodos de avaliação (7, 14, 21, 28 e 35 dias). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições por período de avaliação, sendo cada parcela formada por dois explantes. As análises foram realizadas semanalmente e avaliaram-se o número de brotos originados; o comprimento e a massa seca de parte aérea e de raízes. Verificou-se que aumento da concentração de fosfito em substituição a fosfato inibiu a velocidade de crescimento, comprimento da parte aérea e de raízes das plântulas de batata-doce, indicando que o fosfito não deve ser utilizado como nutriente na cultura de tecidos de batata doce.

Palavras chave: *Ipomoea batatas*; Nutrição – batatas; Plântulas – batatas; Parte aérea – batatas; Raízes -- batatas.

ABSTRACT

Potassium phosphite and in vitro growth of sweet potato

The main objective of this work was to verify the effect of substitution of phosphate by its related compound phosphite in the *in vitro* growth of sweet potato nodal segments. These segments from a previous culture were incubated in MS media with the following combinations of phosphate and phosphite T (100% / 0%); T1 (87.5% / 12.5%); T2 (75% / 25%); T3 (50% / 50%) and T4 (0% / 100%) respectively, in a factorial arrangement of 5x5, with 5 treatments (T, T1, T2, T3 and T4) and five evaluation periods (7, 14, 21, 28 and 35 days). The design was completely random with three replicates of two explants per period. The evaluations were done weekly, by counting the number of shoots, length and dry weight of shoot and root. The increment in the phosphite concentration, decreased all attributes, as growth velocity, length and dry weight, meaning that this salt could not be used in substitution to phosphate in sweet potato tissue culture.

Keywords: *Ipomoea batatas*; Nutrition – batatas; Plantlet – batatas; Shoot – batatas; Root – batatas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	99
1.1 Fosfito.....	99
1.2 Cultura de Tecidos	111
1.3 Batata-doce	133
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	155
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	188
4 CONCLUSÃO.....	233
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	244

1 INTRODUÇÃO

1.1 Fosfito

O fósforo (P) faz parte do trifosfato de adenosina (ATP) gerado na respiração e na fotossíntese, isto é, a energia gasta na absorção dos minerais e a própria síntese ou formação de proteínas. É importante na floração e na frutificação, além de ajudar no desenvolvimento radicular, faltando fósforo, as folhas adquirem coloração verde azulada e depois apresentam tonalidades roxas, seguindo-se, mais tarde, de amarelamento (MALAVOLTA et al., 2002).

A diferença básica entre o fosfito e o fosfato é que o fosfito possui um átomo de hidrogênio no lugar do oxigênio (McDONALD et al., 2001). Para ser metabolizado, o fosfato tem que reagir possivelmente com enzima fosfatase que reconhece três dos quatro átomos de oxigênio, liga o íon fosfato na superfície da enzima o outro átomo de oxigênio torna-se disponível para reagir com outras enzimas catalisadoras.

Como o fosfito só possui três átomos de oxigênio e no lugar do outro de oxigênio possui um hidrogênio, a continuação do metabolismo é impedido. Assim, o fosfito não pode entrar nas mesmas reações bioquímicas que o fosfato, sendo descartado pela maioria das enzimas envolvidas nas reações de transferência do fósforo (PLAXTON, 1998).

Os fosfitos são produtos líquidos originados da neutralização do ácido fosforoso (H_3PO_3) por uma base, podem ser a base o hidróxido de sódio, hidróxido de potássio, hidróxido de amônio entre outros. O mais utilizado, o hidróxido de potássio, forma o fosfito de potássio, que possui excelentes qualidades sanitárias, com atividade fungicida, atuando diretamente sobre os fungos ou ativando o mecanismo de defesa das plantas, ao induzir a produção de fitoalexinas (REUVENI, 1997).

Atualmente, os fosfitos são largamente utilizados em diversos países, dentre os quais o Brasil, nas mais diversas culturas destacando-se as frutíferas, citros, café, hortaliças, algodão, feijão, trigo e soja (BRANDÃO, 2006).

Os fosfitos apresentam rápida absorção pelas raízes, folhas e córtex do tronco, com menor exigência de energia da planta; são ótimos complexantes, e favorecem a absorção K, Ca, B, Zn, Mo, Mn, entre outros nutrientes. As misturas permitidas com outros produtos e algumas formulações de fosfitos podem reduzir o pH da solução, melhorando a eficiência de alguns herbicidas (VITTI et al., 2005).

Segundo Guest e Grant (1991), o fosfito de potássio inibe o crescimento dos esporos dos fungos, agindo diretamente sobre o patógeno, inibindo as enzimas da via glicolítica, e conseqüentemente, a produção de energia (STEHMANN; GRANT, 2000).

O fosfito pode ser eficiente para controlar varias espécies de *Phytophthora*. A ação direta do fosfito no metabolismo de *Phytophthora* é importante na supressão da doença, mas não é o único no controle do patógeno, pois há uma ação conjunta envolvendo também a ativação do sistema de defesa natural da planta (SMILLIE et al., 1989). Os fosfitos também possuem ação indireta no controle de patógenos, ao estimular a formação de fitoalexinas, uma substância natural de autodefesa da planta (DERCKX; CREASY, 1989)

Uma das razões da ineficácia do fosfito de potássio na elevação da produtividade é que produtos a base de ácido fosforoso não são boa fonte de fósforo, principalmente por não conseguirem suprir a demanda do fosfato inorgânico no transporte de energia (STEHMANN; GRANT, 2000). Förster et al. (1998), por exemplo, testaram fosfitos em mudas de tomate e as plantas apresentaram sintomas de deficiência de fósforo.

Segundo McDonald et al. (2001), o ácido fosforoso,além de parecer não estar envolvido em todas as fases do metabolismo do fósforo, tem pequeno ou nenhum efeito na produtividade das culturas.

Provavelmente, os fosfitos não tenham efeitos nutricionais suficientes para aumentar a produtividade das culturas. Apesar de os fosfitos serem comercializados como fertilizantes contendo fósforo, não se esperava um incremento na produtividade devido à aplicação deste nutriente, pois segundo McDonald et al. (2001) e Thao e Yamakawa (2009), os fosfitos não podem ser usados como uma fonte direta de fósforo para as plantas.

Por outro lado esperava-se que estes produtos aumentassem a produtividade porque controlam as doenças ou agem como um indutor de resistência, evitando que as doenças progridam. Lovatt (1990) observou que mudas

de citros com sintomas de deficiência de fósforo, tratadas com aplicações foliares de fosfito de potássio superaram esses sintomas, restabelecendo o crescimento das plantas.

Isso, porém, pode ser devido parcialmente a supressão coordenada de genes responsáveis pela sensação de carência de fósforo (VARADARAJAN et al., 2002). Aplicações foliares de fosfito no pré-florescimento, em plantas de laranja Valência, aumentaram o número de flores, a produtividade e o teor de sólidos solúveis nos frutos (ALBRIGO, 1997).

Menor incidência de podridões e menor diâmetro de lesões foram obtidos em maçãs tratadas com fosfito de potássio (250mL/100L) + CaCl₂ (2%). Esses resultados obtidos foram iguais aos obtidos com a aplicação do fungicida padrão iprodione e superiores àqueles obtidos com a aplicação do fosfito de potássio isoladamente (BRACKMAN et al., 2004).

Além de favorecer prevenção e cura das enfermidades produzidas por fungos, associa-se o uso de fosfito à melhoria do estado nutricional das plantas, sobretudo nos estádios de maior aumento da atividade metabólica, quando a aplicação do produto representaria um fornecimento suplementar de nutriente.

Outros efeitos mencionados incluem o equilíbrio nutricional das plantas, melhor amadurecimento e qualidade dos frutos, além de qualidade superior na pós-colheita (NOJOSA et al., 2005).

Todavia, Thao et al. (2008, 2009a, 2009b) afirmam que o fosfito não pode ser utilizado como fonte de fósforo por culturas, por ser utilizado como fonte de fósforo pelas células em crescimento.

Para SINGH et al. (2003) a nutrição de culturas celulares com fosfito levou até mesmo ao aumento de morte celular, apresentando deterioração em proteínas e danos em todo DNA, talvez por incorporação errônea do fosfito no lugar do fosfato.

1.2 Cultura de Tecidos

A cultura de tecidos vegetais é um conjunto de técnicas com grande aplicação na agricultura. Nessas técnicas, pequenos fragmentos de tecido vivo,

chamados explantes, os quais podem ser uns fragmentos de folha, raiz, caule ou qualquer tecido que responda as condições indutoras do meio de cultura, com vista à regeneração *in vitro*, são isolados de um organismo vegetal, desinfectados e cultivados assepticamente, por períodos indefinidos em meio de cultura apropriada (BIONDI; THORPE, 1981). O objetivo é obter uma nova planta idêntica à original (COCKING, 1986), ou seja, realizar uma clonagem, a qual pode ser definida como a propagação assexuada de células ou de organismos de modo a obter novo indivíduo, mantendo-se o genótipo daquele doador (TORRES et al., 2000).

Segundo Matthews et al. (1986), a micropropagação permite obter um grande número de plantas, partindo-se de um único indivíduo, em relativamente pouco tempo e espaço. A limpeza clonal é uma técnica importante quando se quer obter plantas isentas de enfermidades, principalmente aquelas ocasionadas por vírus.

A cultura *in vitro* de meristemas é considerada um instrumento valioso na obtenção de plantas livres de vírus e de outros patógenos, na propagação clonal rápida (FRISON; NG, 1981), no desenvolvimento de variedades melhoradas (tolerância a doenças, a herbicidas, a salinidade e seca), na preservação de germoplasma e no melhor entendimento dos princípios básicos relacionados com a fisiologia, a bioquímica e o desenvolvimento das plantas (VAZ, 1986).

Outra finalidade, da cultura de segmentos nodais ou de meristemas, é manter o tecido em meio de cultura com desenvolvimento mínimo, o que auxilia na preservação de recursos genéticos, especialmente quando a intenção é manter um clone ou quando se tratam de plantas com sementes recalcitrantes, i.e., que não tolerariam nem dessecação, nem baixas temperaturas.

Para visarem-se algumas técnicas como adicionar sais de prata (AgNO_3 , Ag_2SO_4) os quais além de inibir o desenvolvimento o tanto de anormalidades (SARKAR et al., 1999) melhoram o desenvolvimento de alguns tipos de culturas como a embriogênese (FUENTES et al., 2000). É possível alguns outros sais que possam afetar o metabolismo, em especial a produção e transporte de energia, podem ter efeitos semelhantes sobre o crescimento de culturas *in vitro*.

1.3 Batata-doce

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L. (Lam.)) é originária das Américas Central e do Sul, estendendo-se desde a Península de Yucatan, México, até a Colômbia. Relatos de seu uso remontam de mais de dez mil anos, com base em análise de batatas secas encontradas em cavernas localizadas no vale de Chilca Canyon, no Peru e em evidências contidas em escritos arqueológicos encontrados na região ocupada pelos Maias, na América Central (EMBRAPA, 2004). Espécie dicotiledônea, pertence à família botânica Convolvulaceae que agrupa aproximadamente 50 gêneros e mais de 1000 espécies, sendo que dentre elas, somente a batata-doce tem cultivo de expressão econômica (EMBRAPA, 2004). Segundo informações da CATI (1997), a batata-doce pode apresentar grande produção de matéria prima por unidade de área, destacando-se por possuir alto teor de vitamina C.

A batata-doce é uma cultura estratégica para alimentação mundial, por ser altamente nutritiva e de fácil cultivo, mesmo em áreas marginais, é cultivada em todo o Brasil. De acordo com dados do IBGE (2005), a região Sul é a principal produtora, responsável por 50,44% da produção e seguida pelo Nordeste, com 33,60%, e a região Sudeste, com 15,16% (EMBRAPA, 2004).

Sua propagação é realizada vegetativamente, sendo uma importante fonte de subsistência, especialmente para populações carentes. As raízes, assim como as ramas, podem ser utilizadas no consumo humano e animal. As raízes são também utilizadas como matéria prima para a agroindústria (CEREDA, 1987). É rica em carboidratos, vitaminas C e do complexo B, e minerais (ferro, cálcio e fósforo), podendo apresentar também altos teores de vitamina A (MIRANDA et al., 1987; SILVA et al., 2002)). Esta hortaliça é uma importante fonte de amido industrial no Japão (JONES, 1986).

Comparada com outras culturas como arroz, banana, milho e sorgo, a batata-doce é mais eficiente em quantidade de energia líquida produzida por unidade de área e por unidade de tempo, porque produz grande volume de raízes em um ciclo relativamente curto, a um custo baixo, durante o ano inteiro (EMBRAPA, 2004).

Trata-se de uma cultura rústica, de fácil manutenção, boa resistência contra a seca e ampla adaptação (MIRANDA et al., 1989). Pode ser plantada em regiões localizadas desde a latitude de 42°N até 35°S, desde o nível do mar até 3000m de altitude, e locais de climas diversos como o da Cordilheira dos Andes; em regiões de clima equatorial, como o da Amazônia; temperado como no Rio Grande do Sul e até desértico, como a costa do Pacífico (SILVA et al., 2004), sendo possível cultivá-la sem aplicação de agrotóxicos. Porém, fungos, vírus, nematóides, micoplasmas, bactérias e pragas de solo principalmente, utilizam-se da planta como hospedeira, podendo, em condições favoráveis atingir níveis prejudiciais. Por causa disso, obtém-se um produto de baixa qualidade e que sofre restrições na comercialização, tanto por parte dos atacadistas, com redução de preços, quanto por parte dos consumidores ao recusar parte do produto exposto à venda (SILVA et al., 2004).

Baseando nos autores citados acima, objetivo deste trabalho foi avaliar as combinações de fosfito: fosfato no crescimento *in vitro* das plântulas de batata-doce em substituição parcial do fosfato.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Cultura de Tecidos da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE – Presidente Prudente – SP), durante o período de 23 de agosto de 2008 a 15 de abril de 2009.

O cultivar de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) clone 1208 adquirido pelo Banco de Germoplasma da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), Polo Regional da Alta Sorocabana, Presidente Prudente- SP.

As batatas, coletadas foram lavadas em água corrente com o uso de detergente comercial. Logo após foram submetidas à desinfecção com solução de Benlate a 1%. As batatas permaneceram em bandejas plásticas contendo areia lavada para brotamento e formação de segmentos nodais.

As ramas foram lavadas e desinfectadas por uma solução de hipoclorito de sódio (NaClO) comercial a 20% mais 100µL de Triton X100, durante 20 minutos e enxaguadas com água destilada autoclavada, sendo cortadas em segmentos nodais com duas gemas.

O meio de cultura utilizado foi o MS (Murashige e Skoog, 1962), gelificado com 2g.L⁻¹ de Phytigel e 30 g.L⁻¹ de sacarose, pH ajustado para 5,9, aliquotado em frascos com 50 mL e depois autoclavado com 121°C durante 20 minutos.

As plantas originárias deste primeiro cultivo forneceram os segmentos para o experimento.

Os tratamentos foram realizados a partir das alterações nas concentrações molares de fósforo pela troca de fosfato de potássio monoácido (K₂HPO₄) em valores equimolares pelo fosfito de potássio (K₃PO₃).

Para isso, a solução I do meio MS que contém KNO₃ e KH₂PO₄ foi dividida em MS1a, contendo 9,5g KNO₃/100mL de água e em MS1b contendo apenas fosfato (850mg KH₂PO₄/100mL de água).

Dessa forma à medida que se ia trocando o fosfito equilibravam-se o nitrogênio, o fósforo e o potássio que havia na solução com ácido nítrico, as soluções MS1a, MS1b e o fosfito de potássio conforme a Tabela 1.

TABELA 1 – Composição química dos meios de culturas utilizados, com as correções devidas para a concentração final de potássio, nitrogênio e fósforo. Partiu-se de uma solução de fosfito de potássio 0:30:20

Tratamentos	Soluções de MS utilizadas	Complementos
T	MS completo	
100% PO_4^{-3}	(I a VII)	
0% HPO_3^{-2}		
T1	MS	0,25g Fosfito
87,5% PO_4^{-3}	(II a VII)	19,3mL MS1a
12,5% HPO_3^{-2}		60,5 μL HNO_3 17,5 mL MS1b
T2	MS	0,5g Fosfito
75% PO_4^{-3}	(II a VII)	18,6mL MS1a
25% HPO_3^{-2}		121 μL HNO_3 15mL MS1b
T3	MS	1,0g Fosfito
50% PO_4^{-3}	(II a VII)	15,9mL MS1a
50% HPO_3^{-2}		242,5 μL HNO_3 10mL MS1b
T4	MS	2,0g Fosfito
0% PO_4^{-3}	(II a VII)	485 μL HNO_3
100% HPO_3^{-2}		10,4mL MS1a

As plântulas obtidas por micropropagação foram removidas dos frascos sob fluxo laminar, seccionadas em segmentos nodais contendo duas gemas. Esses foram transferidos para frascos, com dois explantes cada, contendo os meios de cultura com diferentes concentrações de fosfito.

Em seguida, os frascos foram vedados com filme de PVC e incubados em sala de crescimento em $25\pm 3^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 16 horas durante 35 dias.

Após esse período os frascos foram abertos e as plântulas retiradas e lavadas em água destilada para retirar o excesso de meio. Elas foram esticadas e, com auxílio de uma régua, mediu-se a parte aérea e as raízes no seu maior comprimento. O número de brotos por explante e de raízes foi contado a cada sete dias.

Para avaliação da massa seca, o material vegetal foi colocado em sacos de papel e secos em estufa com 65°C por 72 horas. O material foi mantido em dessecador para esfriar e, depois, pesado em balança analítica com precisão de 0,0001g (Adaptado de NAKAGAWA, 2009).

Adotou-se esquema fatorial 5x5, com 5 tratamentos (T, T1, T2, T3 e T4) e 5 períodos de avaliação (7, 14, 21, 28 e 35 dias). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições por período de avaliação, sendo cada parcela formada por dois explantes.

As comparações de médias foram feitas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Também foram realizados ajustes das equações de regressão, com análise de significância. A análise dos dados foi realizada pelo programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma das principais dificuldades a ultrapassar no estabelecimento da cultura *in vitro* foi a desinfecção, devido à elevada contaminação que os ramos colhidos da planta-mãe apresentavam, sobretudo a partir de material proveniente de campo como nos trabalhos de Pinto et al. (2002) com carvalho; Erig e Schuch, (2003) com macieira e de Chaves et al. (2005) com *Physallis*.

A estratégia para isto foi forçar a brotação de batatas previamente limpas e tratadas em ambiente controlado fornecendo ramas menos contaminadas.

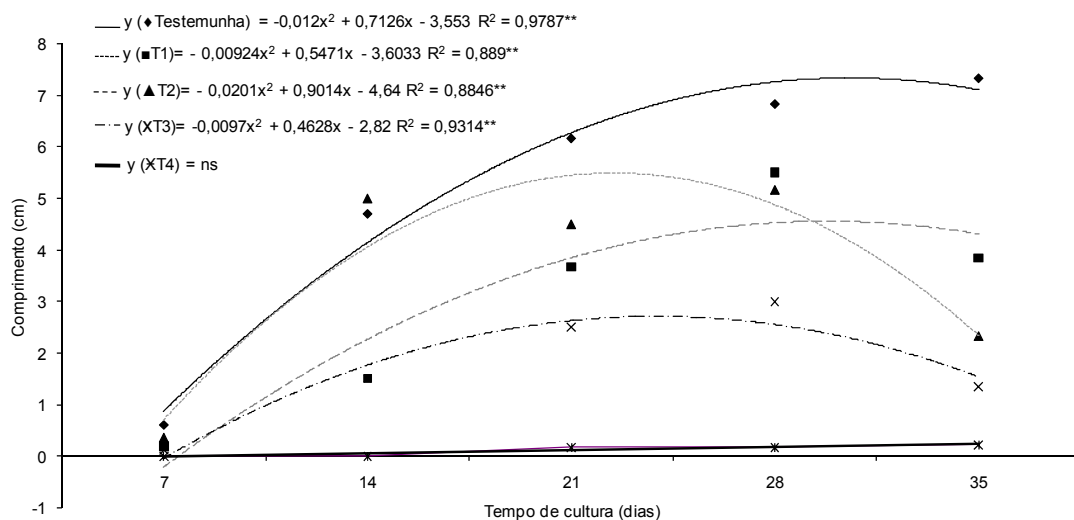


FIGURA 1 - Comprimento de parte aérea de plântulas de batata-doce micropropagadas em meio contendo diferentes doses fósforo (fontes fosfato e fosfito) durante 35 dias de crescimento

Houve crescimento da parte aérea (Figura 1) em todos os tratamentos, mesmo com diferentes concentrações de fosfito, mas a testemunha obteve maior crescimento em todas as épocas e o T4, com maior de concentração de fosfito, obteve o menor crescimento.

Diferentes concentrações de fosfito alteraram o desenvolvimento das plântulas, não só diminuindo o crescimento, mas também fazendo que decaísse mais rapidamente (Figura 1).

A testemunha e o tratamento com menor dose de fosfito (T1) mantiveram as plantas em crescimento até o 29º dia. As outras três concentrações encurtaram o tempo de crescimento para 22, 23 dias e sem crescimento, à medida que a dose de fosfito aumentava (Figura 1).

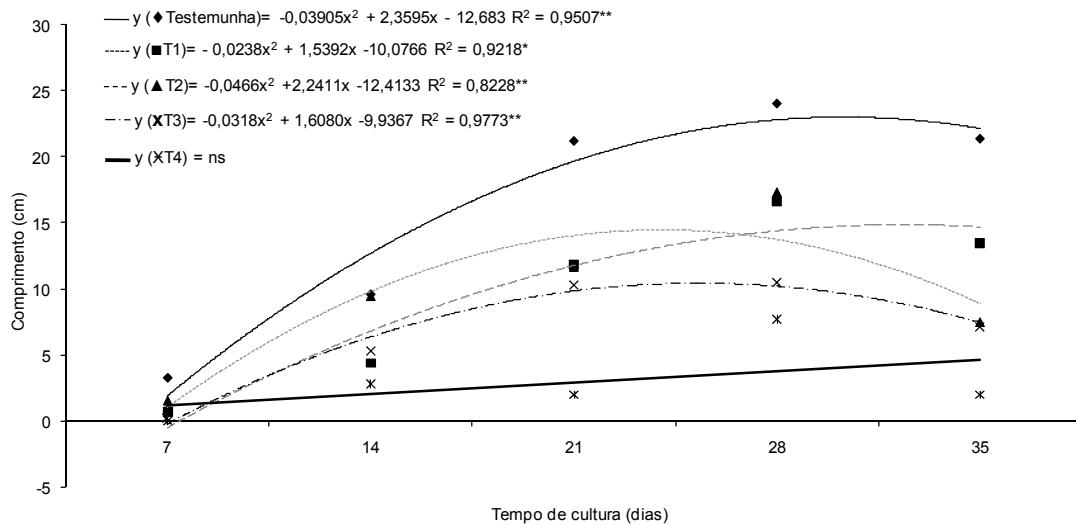


FIGURA 2 - Comprimento de raízes de plântulas de batata-doce micropropagadas em meio contendo diferentes doses fósforo (fontes fosfato e fosfito) durante 35 dias de crescimento

A testemunha, tratamento sem fosfito, apresentou o máximo de crescimento até 30º dia, já o tratamento com menor dose de fosfito se manteve em crescimento até o 32º dia. Os outros tratamentos com diferentes concentrações de fosfito alteraram o crescimento das raízes, encurtando o tempo de crescimento para 24, 25 dias e sem crescimento respectivamente para as doses maiores de fosfito (Figura 2).

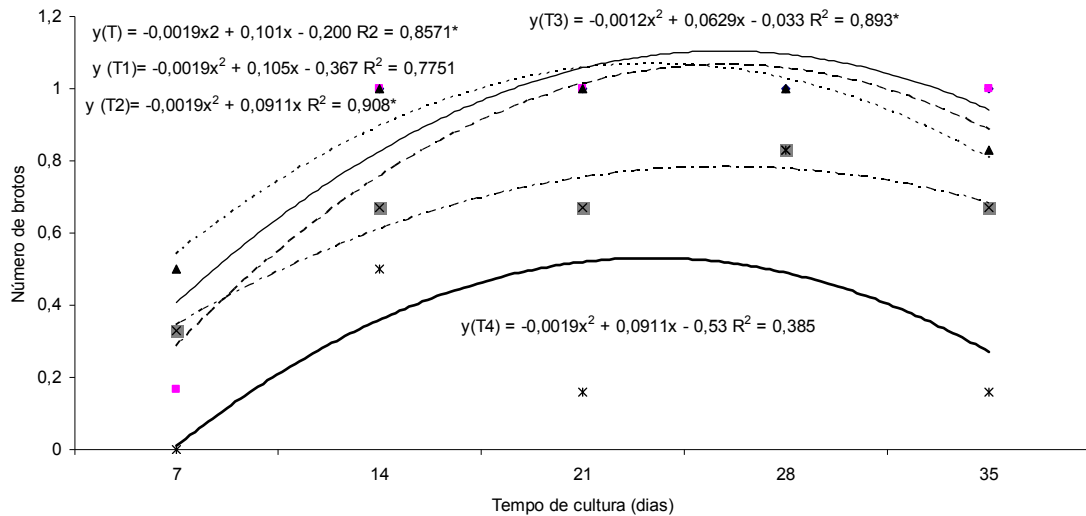


FIGURA 3 - Número de brotos nas plântulas de batata-doce micropropagadas em meio contendo diferentes doses fósforo (fontes fosfato e fosfito)

Houve aparecimento de brotos em todos os tratamentos, mesmo com diferentes concentrações fosfito. Mas a testemunha, o tratamento T1 e T2 obtiveram o maior número de brotos, praticamente não diferindo entre si. No entanto, tratamentos T3 e T4, com maiores concentração de fosfito obtiveram os menores números de brotos(Figura 3).

Diferentes concentrações de fosfito alteraram o número de brotos das plântulas, não só diminuindo o número de brotos, mas também fazendo que estes decaíssem mais rapidamente(Figura 3).

Tanto a testemunha, quanto como o tratamento T1 e T2(Figura3) com menor dose de fosfito manteve as plantas com mesmo número de brotos até o 26º dia, e tratamento T3 obteve aparecimento de brotos até 10º dia. Houve decaimento e sem número de broto respectivamente para as doses maiores de fosfito(Figura 3).

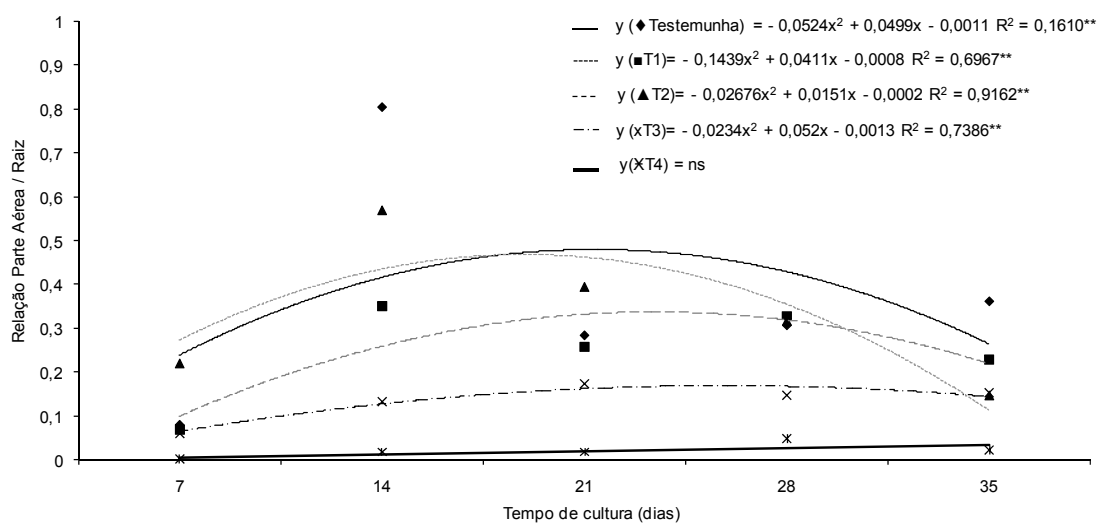


FIGURA 4 - Relação de comprimento da parte aérea/raiz nas plântulas de batata-doce micropropagadas em meio contendo diferentes doses de fósforo (fontes fosfato e fosfito) durante 35 dias de crescimento

Houve crescimento em todos os tratamentos, mesmo com diferentes concentrações de fosfito. Diferentes concentrações de fosfito alteraram o desenvolvimento das plântulas, diminuindo o crescimento e fazendo que decaísse mais rapidamente. Tanto a testemunha, quanto como os tratamentos mantiveram as plantas em crescimento até o 18º dia (Figura 4).

Isso foi causado pelo fato de se o fosfito não poder ser utilizado como nutriente essencial, neste caso o fosfato, o qual tem importantes funções celulares (MALAVOLTA et al., 1997), uma vez que o fosfito só pode ser utilizado se for microbianamente convertido a fosfato.

Além disso, cite-se o fato de esse sal ser um inibidor potente das duas principais rotas de produção de energia: a via glicolítica e a via das hexoses monofosfatadas (STEHMANN; GRANT, 2000) em fungos.

Nesse caso, como os tecidos são muito tensos, e absorção de fosfito não é limitada, a planta pode absorver este elemento, mas não consegue utilizá-lo para a função mais básica, o transporte de energia, por meio dos trifosfatos nucleotídicos (TFN), e ou nos processos genéticos (duplicação, transcrição e tradução) por não ter os TFN adequados (MALAVOLTA et al., 1997).

Os dados de Thao e Yamanakawa et al. (2008, 2009) e Thao et al. (2008, 2009), com diferentes culturas, demonstram que o fosfito não é fonte de

fósforo adequada para a nutrição de plantas, uma vez que os dados fornecidos pelos autores expõem dramaticamente os efeitos negativos deste sal sobre diversas culturas.

Talvez em tecidos mais maduros os efeitos sejam menos drásticos que em tecidos em formação, que têm como fonte única de fósforo o fosfito. Isso poderia ocorrer porque os tecidos maduros poderiam translocar o fósforo já existente e diminuir os efeitos do fosfito nos tecidos em desenvolvimento.

Em culturas celulares de *Brassica napus* submetidas a carência de fósforo, por exemplo, as células mais velhas aceleram seu decaimento e morte fornecendo fosfato, para as células em crescimento (SINGH et al., 2003)

4 CONCLUSÃO

A substituição de fosfato por fosfito, em todas as doses utilizadas, inibiu o crescimento do explante da cultura da batata-doce, mas não o desenvolvimento de brotos.

O fosfito não pode ser utilizado como fonte de fósforo para a cultura *in vitro* de batata doce.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRIGO, L. G. Foliar application of major elements for flowering and fruit set. **Indian River Citrus Seminar**, 50th Anniversary, March 5, 1997.

BIONDI, S.; THORPE, T. A. Requirements for tissue culture facility. In: THORPE, T. A. Plant tissue culture: methods and 1-20. **Tropical Pest Management**, London, v. 27, n. 4, p. 452-4, 1981.

BRACKMAN, A. et al. Fosfitos para o controle de podridões pós-colheita em maçãs Fuji durante o armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 1039-1042, 2004.

BRANDÃO, R. P. Fosfito estimula a autodefesa das plantas contra doenças fúngicas. Informativo Grupo Bio Soja: São Joaquim da Barra, 2006. 16 p. Disponível em: <<http://www.biosoja.com.br/downloads/Informativo%203.pdf>> Acesso em: 18 abr. 2008.

CATI Manual técnico das culturas. 2. Ed. Campinas: Graça D'Auria, 1997, p. 199-204. n. 8, Tomo 1.

CEREDA, M. P. Potencialidade e qualidade da batata-doce para industrialização. In: FRANÇA, F. H.; LOPES, C. A.; JABUONSKI, R. E., eds. **Seminário sobre a cultura da batata-doce**. Brasília: EMBRAPA-CNPq, 1987. p. 24-36.

CHAVES, A. C.; SCHUCH, M. W.; ERIG, A. C. Estabelecimento e multiplicação in vitro de *Physalis peruviana* L. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, p. 1281-1287, 2005.

COCKING, E. C. The tissue culture revolution. In: WITHERS, L. A.; ANDERSON, P. G. **Plant tissue culture and its agricultural applications**. London: Butterworths, 1986. p. 3-20.

DERCKX, W.; CREASY, L. L. Influence of fosetyl – AI on phytoalexin accumulation in the *Plasmopara viticola*-grapevine interaction. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Orlando, v. 34, p. 203-213, 1989.

EMBRAPA Cultura da batata doce. In: Sistemas de Produção, 6. Brasília : EMBRAPA-CNPq, 2004. Versão Eletrônica. Disponível em <<http://www.cnpq.embrapa/sistprod/batatadoce/index.htm>>. Acesso em: 30.set.2009.

ERIG, A. C.; SCHUCH, M. W. Tipo de explante e controle da contaminação e oxidação no estabelecimento in vitro de plantas de Macieira (*Malus Domestica* Borkh.) Cvs. Galaxy, Maxigala e Mastergala. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 9, p. 221-227, 2003.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.

FÖRSTER, H. et al. Effect of phosphite on tomato and pepper plants and on susceptibility of pepper to *Phytophthora* root and crown rot in hydroponic culture. **Plant Disease**, St. Paul, v. 82 p. 1165-1170, 1998.

FRISON, E. A.; NG, S. Y. Elimination of sweet potato virus disease agents by meristem tip culture. **Tropical Pest Management**, London, v. 27, p. 452-454, 1981.

FUENTES, S. R. L. et al. The effects of silver nitrate and different carbohydrate sources on somatic embryogenesis in *Coffea canephora*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 60, p. 5-13, 2000.

GUEST, D.; GRANT, B. R. The complex action of phosphonates as antifungal agents. **Biological Reviews**, New York, v. 66, p. 159-187. 1991.

IBGE Produção agrícola municipal. Rio de Janeiro: IBGE, 2005. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/download>>. Acesso em 01 nov.2008.

JONES, A. Sweet potato breeding. In: BASSET, M. J. ed. **Breeding Vegetable**, Westport: Avi, 1986.

LOVATT, C. J. A definitive test to determine whether phosphite fertilization can replace phosphate fertilization to supply P in the metabolism of 'Hass' on 'Duke 7'. **Avocado Society Yearbook**, California, v. 74, p. 61-64, 1990.

MacINTIRE, W. H. et al. Fertilizer evaluation of certain phosphorus, phosphorous, and phosphoric materials by means of pot cultures. **Agronomy Journal**, Madison, v. 42, p. 543-549, 1950.

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

MATTHEWS, T.; RHODES, B. B.; GERNIL, S. P. The application of micropropagation to seed potato production in northern Scotland. In: WITHERS, L. A.; ALDERSON, P. G. **Plant tissue culture and its agricultural applications**. London: Butterworths, 1986, p. 197-203.

McDONALD, A. E.; GRANT, B.; PLAXTON, W. C. Phosphite (phosphorous acid): Its relevance in the environment and agriculture and influence on plant phosphate starvation response. **Journal Plant Nutrition**, New York, v. 24, p. 1505-1519, 2001.

MIRANDA, J. E. C. Brazlândia Roxa, Brazlândia Branca; Brazlândia Rosada e Coquinho: novas cultivares de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 7, n. 1, p. 32-33, 1989.

MIRANDA, J. E. C. et al. **Cultivo da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam)**. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, 1987. 8 p. (Instrução técnica 3).

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, Sweden. v. 15, p. 473-497. 1962.

NOJOSA, A. B. A., RESENDE, M. L. V.; RESENDE, A. V. **Indução de resistência de plantas a patógenos e insetos**. Usos de fosfitos e silicatos na indução de resistência. Piracicaba: FEALQ. 2005.

PETTERS, J. A. et. al. Obtenção de plantas de batata-doce livres de doenças através da cultura de meristema. **Horti Sul**, v. 1, p. 33-7, 1989.

PINTO, G. et al. Somatic embryogenesis in leaf callus from a mature *Quercus suber* L. tree. **In vitro cellular development Biology Plant**, .v. 38, p. 569-572, 2002.

PLAXTON, W. C. Metabolic aspects of phosphate starvation in plants, phosphorus. In *Plant biology: Regulatory roles in molecular, Cellular, Organismic, and Ecosystem Processes*, Lynch J. P., Deikman J. **American Society of Plant Physiologists**, Rockville, 1998. p. 229–241.

REUVENI, M. Post-infection applications of K_3PO_3 , phosphorous Acid and Dimethomorph inhibit development of Downy mildew caused by *Plasmopara viticola* on grapes. **Journal of Small Fruit & Viticulture, Binghamton**, v. 5, p. 27-38, 1997.

SARKAR, D; KAUSHIK, S. K; NAIK, P. S. Minimal growth conservation of potato microplants: silver thiosulfate reduces ethylene-induced growth abnormalities during prolonged storage in vitro. **Plant Cell Reports**, v. 18: p. 897–903, 1999.

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. **Cultura da batata-doce**. In: CEREDA, M. P. *Agricultura: tuberosas amiláceas Latino-Americanas*. São Paulo: Cargill, 2002. p. 449-503.

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. **Cultura da Batata-doce** (*Ipomoea batatas* L.). Brasília: EMBRAPA-CNPq, 2004, n. 6. (Sistema de produção). Disponível em: <<http://www.cnpq.embrapa.br/sistprod/batata doce>>. Acesso em 30 jul.2009.

SINGH, V. K. et al. Phosphite accelerates programmed cell death in phosphate starved oilseed rape (*Brassica napu*) suspension cell cultures. **Planta**, v. 218, p. 233-239, 2003.

SMILLIE, R.; GRANT, B. R.; GUEST, D. The mode of action of phosphite: evidence for both direct and indirect modes of action on three *Phytophthora* spp in plants. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 79, n. 9, p. 921-926, 1989.

SOUZA, V. A. B.; SOUZA, C. L. C.; OLIVEIRA, D. B. Efeito de diferentes tempos de imersão em hipoclorito de sódio e bicloreto de mercúrio na desinfestação de explantes de cajazeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: SBF/Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. CD Rom.

STEHMANN C.; GRANT, B. R. Inhibition of Enzymes of the Glycolytic Pathway and Hexose Monophosphate Bypass by Phosphonate Pesticide. **Biochemistry and Physiology** v. 67, p. 13-24, 2000.

THAO, H. T. B.; YAMAKAWA, T. Growth of celery (*Apium graveolens* var. *dulce*) as influenced by phosphate. **SJournal of Faculty of Agriculture**, Kyushu, v. 53, p. 375-378, 2008.

THAO, H. T. B.; YAMAKAWA, T. Phosphite (phosphorous acid): Fungicide, fertilizer or bio-stimulator? **Soil Science & Plant Nutrition**, v. 55, p. 228-234, 2009

THAO, H. T. B. Effects of phosphite, a reduced form of phosphate, on the growth and phosphorus nutrition of spinach (*Spinacia oleracea* L.). **Soil Science & Plant Nutrition**, v. 54, p. 761-768, 2008.

THAO, H. T. B.; YAMAKAWA, T.; SHIBATA, K. Effect of phosphite-phosphate interaction on growth and quality of hydroponic lettuce (*Lactuca sativa*). **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 172, p. 378–384, 2009.

TORRES, A. C. et al. **Glossário de biotecnologia vegetal**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 128 p.

VAZ, R. L. Cultura de tecidos ; potencial e aplicação. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CULTURA DE TECIDOS VEGETAIS, 1., 1985, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa-DDT, 1986. p. 9–10.

VITTI, G. C. et al. Utilização de fosfito em cana-de- açúcar. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇUCAR, 2005. Piracicaba. **Resumos...** Campinas: Intercuf Ind. e comercio LDTA, 2005. p. 17.