

## SOLUÇÃO NUTRITIVA EM PARÂMETROS DE CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE SOJA PÓS CULTIVO *IN VITRO*

Fábio Henrique Krenchinski<sup>1</sup>, Jean Carlos Alekcevetch<sup>2</sup>, Leandro Paiola Albrecht<sup>1</sup>, Alfredo Junior Paiola Albrecht<sup>3</sup>, Giovana Orso<sup>1</sup>, Henrique Lovatel Villetti<sup>1</sup> e Danilo Morilha Rodrigues<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor Palotina, Rua Pioneiro, 2153 Jardim Dallas, 85950-000. Palotina - PR. E-mail: fabiohk2@gmail.com; henrique.l.villetti@hotmail.com; giovanaorso@hotmail.com e danthdanilomr@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Lavras (UFLA), Campus Universitário, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras/MG. E-mail: jalekcevetch@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agrícola "Luiz de Queiroz"(USP/ESALQ) Rua Pádua Dias, nº11, CEP: 13418-900, Piracicaba, SP. E-mail: ajpalbrecht@yahoo.com.br

**RESUMO:** *O uso de soluções nutritivas em plântulas de soja, pós cultivo in vitro, é uma excelente opção, para melhora do desenvolvimento e redução das perdas de plântulas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso de soluções nutritivas em parâmetros de crescimento da soja após o cultivo in vitro. Os tratamentos constituíram-se de solução nutritiva de NPK a 2% (S1), solução nutritiva dois (S2), solução nutritiva três (S3) e testemunha irrigada apenas com água (S4). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 10 repetições de cada tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste t (LDS) a 5%. Para a variável altura de plantas, as soluções S1 e S2 destacaram-se dos demais tratamentos. Nas avaliações visuais a solução S3 apresentou a melhor nota. A solução S1 possibilitou maior crescimento diário das plântulas de soja. Sendo assim, é a mais recomendada para o cultivo de plântulas de soja recém transplantadas do cultivo in vitro, pois a mesma proporciona maiores ganhos de altura, além de ser de fácil preparo, quando adquirida a mesma formulação utilizada nesse trabalho.*

**PALAVRAS-CHAVE:** *Glycine max (L.) Merrill, fertirrigação, nutrientes.*

## NUTRIENT SOLUTION ON GROWTH PARAMETERS OF SOYBEAN SEEDLING CULTIVATION AFTER *IN VITRO*

**ABSTRACT:** *The use of nutritional solutions in soybean seedlings in vitro cultivation, post, is an excellent option for improving development and seedling loss reduction. The present work had as objective to evaluate the use of nutrient solutions on growth parameters of soybean after in vitro cultivation. The treatments had consisted of NPK nutrient solution to 2 (S1), two nutrient solution (S2), three nutrient solution (S3) and witness irrigated with water only (S4). The experimental design used was the completely randomized design with 10 repetitions of each treatment. The results were submitted to analysis of variance and averages compared by t test (LDS) 5. For the variable height of plants, the S1 and S2 solutions stood out from other treatments. In Visual assessments the solution presented the best grade S3. The S1 solution enabled greater daily growth of soybean seedlings. Therefore, it is the most recommended for cultivation of soybean seedlings newly transplanted in vitro cultivation, because it provides greater gains in height, in addition to being easy to prepare, when acquired the same formulation used in this work.*

**KEYWORDS:** *Glycine max (L.) Merrill, fertigation, nutrients.*

## INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa hoje a segunda posição na produção mundial da soja com um total de 85.442,5 mil toneladas produzidas na safra de 2013/14 (Conab, 2014). Essa alta produção é reflexo de variedades melhoradas e mais produtivas, que por sua vez dependem de tecnologias crescentes e atualizadas, e que a curto e médio prazo visam alcançar níveis ainda maiores de produtividade. No melhoramento vegetal, técnicas como a micropropagação e o cultivo *In vitro* são de extrema importância.

Um das técnicas de transformação genética para produção de plantas de soja transgênicas é a biobalística ou bombardeamento de partículas (Klein et al., 1988). Um dos requisitos para uma boa biobalística é o posterior cultivo *in vitro* de partes das plantas bombardeadas, para que os mesmos sejam regenerados (Pereira e Vieira, 2006). Segundo Teixeira et al., (2008) após o bombardeamento do DNA no tecido da planta escolhido, esse passa pelas seguintes etapas: histodiferenciação, maturação, dessecação, germinação e conversão, sendo que, todas essas etapas ocorrem no cultivo *in vitro*. Após essas etapas, as plântulas transformadas ou não, são transplantadas para vasos com substrato e são irrigadas com soluções nutritivas, até atingir o ponto necessário para verificar se realmente foram transformadas, para cada caso específico da transgenia.

O solo constitui-se de um meio altamente complexo e interativo para que sejam analisados os efeitos de um dado nutriente sobre determinada cultura, porém, tem-se a opção de escolher substratos artificiais mais simples, que permitam melhor controle dos fatores e das proporções dos diversos nutrientes, daí surge então a necessidade da utilização de soluções nutritivas arejadas, contendo os macro e micronutrientes necessários ao desenvolvimento do vegetal estudado (Franco e Prado, 2006). Segundo Izquierdo (2000), a solução nutritiva contém e fornece de forma balanceada todos os elementos que a planta precisa para crescer saudável, vigorosa e produzir bem. Epodem existir diferentes fórmulas de preparo das soluções de nutrientes.

As soluções nutritivas, são mais utilizadas em cultivo hidropônico de hortaliças como a alface (Luz et al., 2006), mas também há relatos de uso para fertirrigação em cultivo de plantas em substrato como no caso do tomateiro (Soares et al., 2005) e em mudas de goiabeira (Franco e Prado 2006). Soluções nutritivas também podem ser fontes de estudo para observar toxicidades de alguns elementos sobre as plantas, como do alumínio em trigo (Camargo et al., 1987), observar a ação de hormônios no cultivo de trigo (Dornelles et al., 1995). Ou mesmo para recomendar a melhor solução nutritiva para a cultura estudada como no caso do pepino (Cañizares et al., 2002).

Em alguns laboratórios de cultura de tecido, uma prática cotidiana é o transplante de plântulas para o cultivo em substrato ou qualquer outro material que de sustentação e possibilite o desenvolvimento da mesma, esse transplante é efetuado a fim de realizar testes posteriores nas plantas oriundas do processo de cultivo *in vitro*, seja ela transformada ou não. Para garantir o

desenvolvimento dessas plantas transplantadas, o uso de soluções nutritivas é uma excelente opção, já que há a possibilidade de melhora no desenvolvimento, uma nutrição adequada que gere plântulas mais saudáveis; e em consequência disso é possível que se aumente a eficiência dos laboratórios de cultura de tecidos, pois ocorrerão menos perdas de plantas no processo de transformação genética.

Com isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso de soluções nutritivas em parâmetros de crescimento da soja após o cultivo em *in vitro*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no laboratório de Biotecnologia da Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola - Coodetec, localizada no município de Cascavel -PR. Para o desenvolvimento da plântula de soja *in vitro* foi utilizado o eixo embrionário das sementes da cultivar CD 215. As sementes de soja foram desinfetadas com álcool a 70% e com solução de hipoclorito de sódio a 50% por 10 minutos. Posteriormente foram deixadas para embeber por 21 horas em fluxo laminar com água autoclavada para facilitar a retirada do eixo embrionário da semente. Após 30 dias de cultivo *in vitro*, os eixos embrionários se desenvolveram e tornaram-se plântulas. Depois desse período, essas foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade de 0,98 litros. Os vasos foram completamente encheidos com substrato a base de solo e vermiculita, na proporção de 1:1. As plântulas transplantadas para o substrato foram dispostas em câmara de crescimento a uma temperatura de 25° C, com um fotoperíodo de 14 horas e umidade relativa do ar de 60%.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 10 repetições por tratamento, foram testados quatro tratamentos: solução nutritiva de NPK 16-20-20 diluído em concentração de 2% (S1), ou seja, 3,2 g l<sup>-1</sup> de N e 4 g l<sup>-1</sup> de P e K; solução nutritiva dois (S2), representada na Tabela 2; solução nutritiva três (S3), representada na Tabela 3 e a testemunha, irrigada apenas com solução contendo água (S4). Para soluções nutritivas S2 e S3, foram confeccionadas soluções estoque para facilitar a mistura; os fertilizantes e as suas concentrações utilizadas estão expressas na Tabela 1 para a solução S2, e na Tabela 2 para a solução S3. As diluições das soluções estoques para o preparo da solução nutritiva de S2 e S3 estão expostas na Tabela 3. As soluções nutritivas após preparadas foram armazenadas em vidro e autoclavadas, ficando prontas para o uso. As plântulas de soja foram regadas três vezes por semana com 20 mL por vaso, sendo cada tratamento regado com sua respectiva solução.

**Tabela 1.** Concentrações de macro e micronutrientes, da solução estoque para S2.

Macronutrientes	Concentração (g 100mL <sup>-1</sup> )	Micronutrientes	Concentração (g 100mL <sup>-1</sup> )
Fosfato de Potássio	13,61	Ácido Bórico	0,29
Nitrato de Potássio	10,01	Cloreto de Manganês	0,18
Nitrato de Cálcio	16,40	Sulfato de Zinco	0,02
Sulfato de Magnésio	24,65	Sulfato de Cobre	0,08
Nitrato de Amônia	8,05		

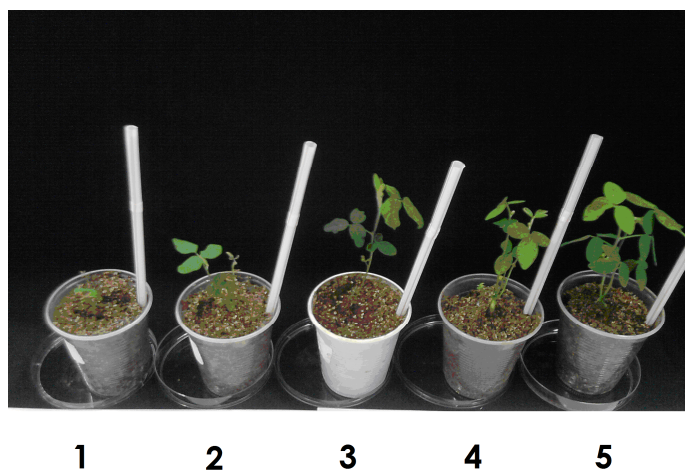
**Tabela 2.** Concentrações de macro e micronutrientes da solução estoque para S3.

Macronutrientes	Concentração (g 100mL <sup>-1</sup> )	Micronutrientes	Concentração (g 100mL <sup>-1</sup> )
Fosfato de Amônio	0,65	Ácido Bórico	0,00288
Sulfato de Magnésio	0,40	Sulfato de Manganês	0,00377
Nitrato de Potássio	0,44	Molibdato de Sódio	0,00018
Sulfato de Amônio	0,20	Sulfato de Cobre	0,00385
Cloreto de Cálcio	0,39	Sulfato de Zinco	0,0074
Sulfato de Potássio	0,07		

**Tabela 3.** Diluição das soluções estoques de fertilizantes para preparo de S2 e S3.

<b>Solução 2 (S2)</b>	Concentração (mL L <sup>-1</sup> )	<b>Solução 3 (S3)</b>	Concentração (mL L <sup>-1</sup> )
Fosfato de Potássio	1	Fosfato de Amônio	10
Nitrato de Potássio	5	Sulfato de Magnésio	100
Nitrato de Cálcio	5	Nitrato de Cálcio	100
Sulfato de Magnésio	2	Sulfato de Amônio	100
Nitrato de Amônio	4	Cloreto de Cálcio	100
Micronutrientes	1	Sulfato de Potássio	100
		Micronutrientes	0,5

Foram realizadas quatro avaliações de altura de planta, a cada sete dias, começando as avaliações depois do quinto dia de utilização das soluções nutritivas. As plantas de soja foram avaliadas conforme o seu desenvolvimento, atribuindo-se notas visuais de 1 a 5, no qual a nota 1 a planta encontrava-se pouco desenvolvida e 5 a planta encontrava-se muito vigorosa, esse método está representado na Figura 1.

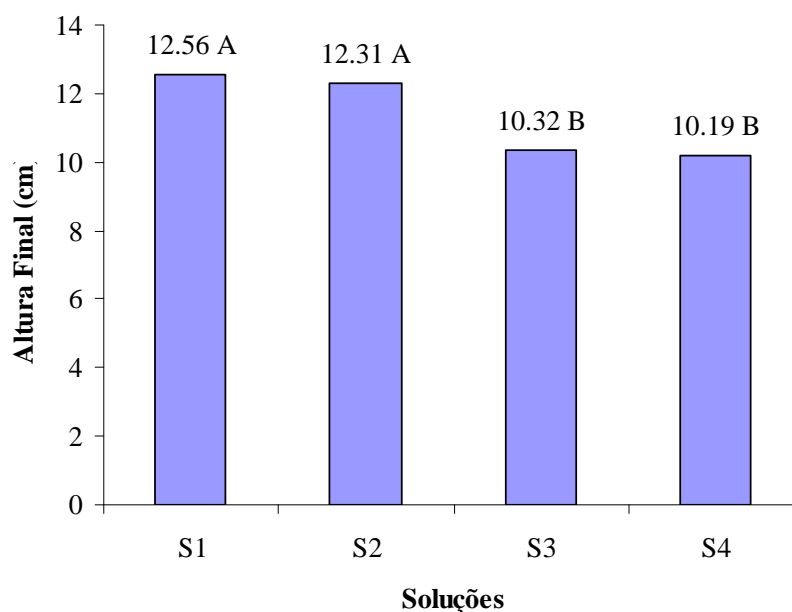


**Figura 1.** Método para notas visuais das plântulas de soja cultivadas em câmara de crescimento, irrigadas com diferentes soluções nutritivas.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), a 5% de probabilidade, quando encontrados resultados significativos, as médias foram submetidas ao teste de t (LDS) a ( $p \leq 0,05$ ) com o programa computacional Sisvar<sup>®</sup> (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a Figura 2, a solução que apresentou numericamente a maior altura final de plantas foi a S1, solução essa contendo NPK em doses favoráveis para um bom desenvolvimento das plântulas de soja, mesmo na concentração de 2%.



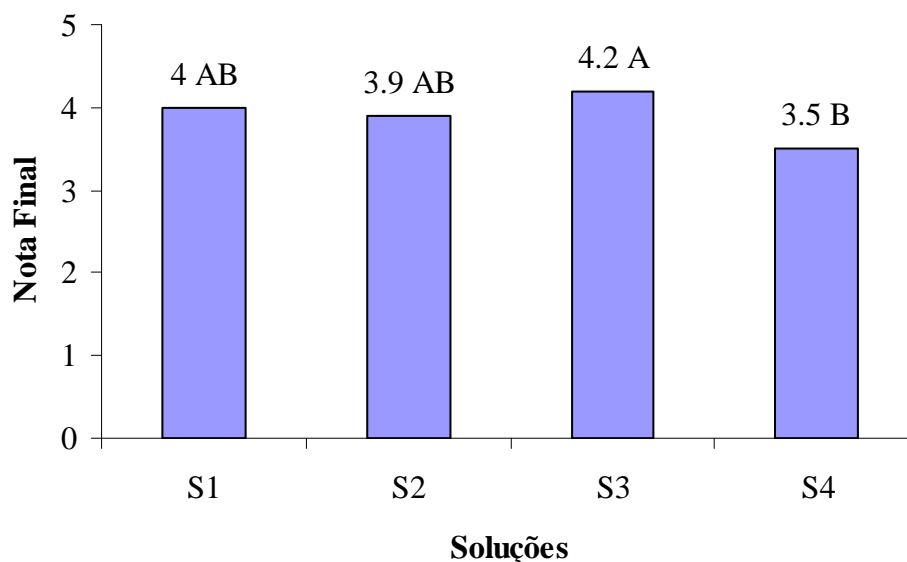
**Figura 2.** Altura final das plantas de soja cultivadas em câmara de crescimento, irrigadas com diferentes soluções nutritivas.

Segundo Cometti et al., (2008) a redução da concentração dos fertilizantes reduz o custo da solução e não trás prejuízos ao desenvolvimento das plantas. Os tratamentos S1 e S2 diferiram significativamente para altura de plantas, quando comparados aos tratamentos S3 e S4, mas não entre eles, a 5% de probabilidade. E a solução S3 não apresentou diferença significativa em relação à testemunha (S4). A testemunha apresentou a menor altura de plantas, resultado que pode ser atribuído á deficiência de nutrientes no desenvolvimento da planta.

Todos os nutrientes desempenham funções importantes e vitais nas plantas, por exemplo, o nitrogênio é necessário para síntese de clorofila, o fósforo participa de processos de fotossíntese, respiração, na divisão e crescimento, ou seja, promove um crescimento mais rápido. (Arantes e Souza, 1993; Novais et al., 2007). O potássio é responsável pela abertura e fechamento dos estômatos, essencial na fotossíntese e respiração da planta, conseqüentemente pelo crescimento celular (Dechen e Nachtigall, 2007). Ou seja, a deficiência desses macronutrientes essenciais, como no caso da solução S4 pode provocar diminuição no crescimento das plantas de soja. Segundo Sfredo e Borkert (2004), a soja com deficiências principalmente de Cálcio e Fósforo apresentam crescimento diminuído por ocasião dos pontos de crescimento da planta serem afetados.

Podemos destacar que a solução S1 teve um fornecimento favorável dos nutrientes NPK, o qual resultou na maior altura final de plantas. Para a cultura do sorgo, a omissão de NPK limitou o aumento na produção de massa seca (Fonseca et al., 2008). Na cultura da alface a solução com ausência de N resultou em resultados significativamente menores para altura de plantas, área foliar e número de folhas quando comparados a um tratamento com N na solução nutritiva (Almeida et al., 2011), desse modo, evidencia-se a importância das soluções nutritivas que contenham os nutrientes NPK.

Algo diferente ocorreu em relação às notas visuais, na qual o tratamento destaque foi o S3, mostrando que não foi favorável para altura das plantas, mas que apresentou plantas mais saudias e vigorosas, porém sem diferir significativamente das soluções S1 e S2; no entanto, ambos os tratamentos diferenciaram-se da testemunha, conforme Figura 3. Esses resultados mostram a importância do uso das soluções nutritivas em plântulas, pois melhoram sua aparência e matem as mesmas mais saudias, possibilitando menor perda de plântulas pós transplante.



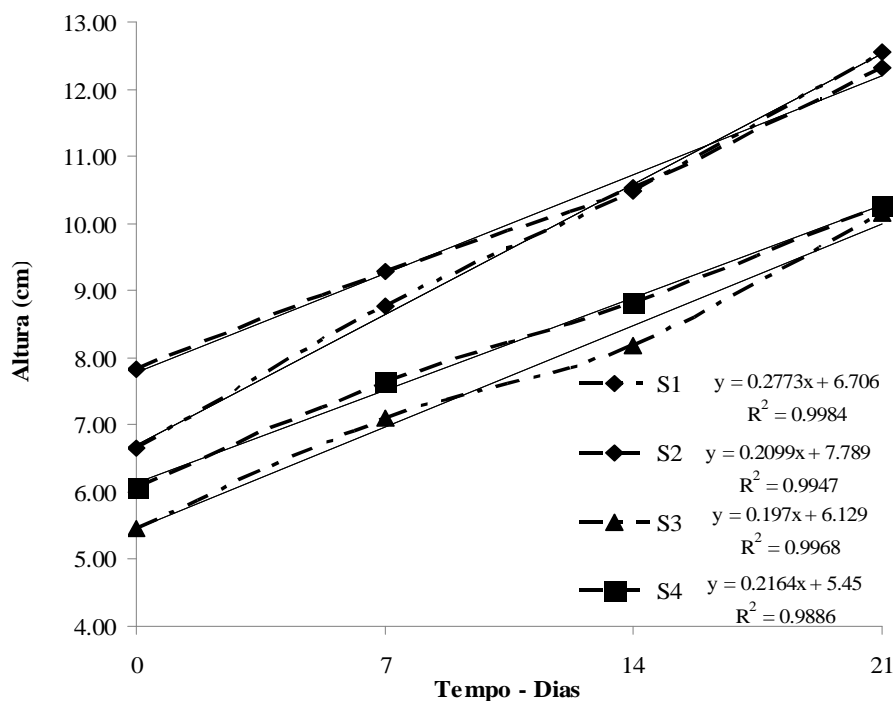
**Figura 3.** Nota final das plantas de soja cultivadas em câmara de crescimento, irrigadas com diferentes soluções nutritivas.

A maior nota visual de S3 (em termos numéricos) pode ser atribuída às concentrações dos produtos Fosfato de Amônio, Sulfato de Magnésio, Nitrato de Potássio, Cloreto de Cálcio, que são fontes de macronutrientes para as plantas. A concentração favorável desses nutrientes garante as plantas um correto funcionamento, pois eles estão presentes no material genético e na membrana celular (P) (Bloom, 2004), regulam a abertura e fechamento dos estômatos (K) (Epstein e Bloom, 2005), regulam o crescimento apical (Ca) (Deon, 2007), são ativadores enzimáticos e atuam na clorofila (Mg) (Deon, 2007), como a solução S3 apresenta um equilíbrio desses nutrientes todas as partes que concernem o bom desenvolvimento das plantas estavam ativas e proporcionaram maior nota visual para a soja.

Um micronutriente importante para a soja e que se encontra na solução S3 é o Boro, que exerce função na divisão e alongação celular e é fator determinante para a produção (Furlani et al., 2001), tendo como diferencial dessa solução (S3) também, a presença do molibdênio, importante para o metabolismo do nitrogênio, pois participa das enzimas nitrogenase e redutase (Araújo et al., 2008), sendo assim essa solução pode ter um aproveitamento melhor o nitrogênio nela presente, propiciando a plântula maior desenvolvimento. A solução S4 recebeu as menores notas visuais isso pode estar relacionado com a falta de macronutrientes e micronutrientes básicos que participam de todas as funções acima citadas.

Na Figura 3 esta representada a curva de crescimento linear positiva dos tratamentos ao longo do tempo, em dias, no qual S1 teve um crescimento de 0,277 cm ao dia, demonstrando maior crescimento diário em relação aos demais tratamentos, esse acréscimo pode ser explicado pela concentração maior de NPK nesta solução em comparação com as demais. O crescimento mais

rápido das plântulas possibilita aos laboratórios aumentar as chances de encontrar as plântulas com as características desejadas em menor tempo. As demais soluções S2 e S3 obtiveram um crescimento diário inferior à testemunha S4, mas obtiveram maior altura também em relação à testemunha.



**Figura 4.** Crescimento para plântulas de soja cultivadas em câmara de crescimento, irrigadas com diferentes soluções nutritivas.

Nas soluções S2 e S3 pode ter ocorrido um crescimento inicial maior que S4, pois havia disponibilidade de nutrientes e isso pode ter acarretado em uma maior altura final. Mas com o passar dos dias pode ter ocorrido um excesso de nutrientes na mistura de substrato e vermiculita causando um acúmulo salino, proporcionando diminuição no potencial osmótico da planta, levando a mesma a absorver menos água e nutrientes (Taiz e Zaiger, 2013), em consequência disso uma diminuição no crescimento diário. Em trabalho de Deon (2007) foi encontrado que entre cinco nutrientes (P, S, K, Ca e Mg) somente o fósforo em excesso na solução nutritiva trouxe efeitos de toxidez em planta de soja, diminuindo a sua acumulação de massa seca e consequentemente a sua altura. Fageria (2000a) avaliando a toxidez de Zinco em soja observou que a concentração de 59 mg Zn Kg<sup>-1</sup> de solo causou 10 % de perda de produtividade. Para o micronutriente Boro a concentração de 6,9 mg Kg<sup>-1</sup> de solo causou 10% de perda de produtividade (Fageria, 2000b).

A solução S1 pode ser recomendada para as plântulas de soja já que proporcionou maior altura final e maior crescimento diário. Com essa solução as plântulas de soja se desenvolveram mais rapidamente auxiliando e melhorando o processo de transformação genética das plantas de soja para os laboratórios. Essa solução tem a vantagem da facilidade de preparo da mesma quando



se adquire a mesma formulação usada neste trabalho. De forma geral o uso de solução nutritiva pós cultivo *in vitro* para as plantas de soja é uma ferramenta que pode ser adotada pelos laboratórios sem que haja prejuízos aos mesmos.

## CONCLUSÕES

As soluções S1 (contendo NPK) e S2 (contendo macro e micronutrientes) proporcionaram maior crescimento, porém a solução S1 teve um crescimento médio diário superior às demais. Nas notas visuais a solução S3 (contendo macro e micronutrientes) foi a que apresentou os melhores valores.

A solução composta de 3,2 g l<sup>-1</sup> de N e 4 g l<sup>-1</sup> de P e K (S1) é a mais recomendada para o cultivo de plântulas de soja recém transplantadas do cultivo *in vitro*, pois a mesma proporcionou maiores ganhos de altura.

## REFERÊNCIAS

- ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. de M de. Cultura da soja nos cerrados. Piracicaba, **Potafos**, 1993. 535p.
- ARAÚJO, G.A.A.; SILVA, A.A.; THOMAS, A.; ROCHA, P.R.R. Misturas de herbicidas com adubo molíbdico na cultura do Feijão. **Planta Daninha**, Viçosa, v.26, n.1, p.237-247, 2008.
- ALMEIDA, T.B.F., MELLO PRADO, R., CORREIA, M.A.R., PUGA, A.P., BARBOSA, J.C. Avaliação nutricional da alface cultivada em soluções nutritivas suprimidas de macronutrientes. **Biotemas**, Florianópolis, v.24, n.2, p.27-36. 2011.
- BLOOM, A.J. 2003. Nutrição Mineral. In: TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Tradução de E.R. Santarém et al. 3ª Ed. Porto Alegre. Editora Artmed, cap. 5, p. 95-113.
- CAMARGO, C.E.DE.O.; FELÍCIO, J.C; ROCHA JÚNIOR, L.S. Trigo: tolerância ao alumínio em solução nutritiva. **Bragantia**, v. 46, n. 2, p. 183-190, 1987.
- CAÑIZARES, K. A., COSTA, P. C., GOTO, R., E VIEIRA, A. R. Desenvolvimento de mudas de pepino em diferentes substratos com e sem uso de solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, p. 227-229, 2002.
- COMETTI, N.N., MATIAS, G.C.S., ZONTA, E., MARY, W., FERNANDES, M.S. Efeito da concentração da solução nutritiva no crescimento da alface em cultivo hidropônico-sistema NFT. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p.252-257. 2008.
- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. **Levantamento de Safra**. v.1, Safra 2013/14, n.6 , p. 1-83, mar. 2014.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F. ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.) **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. 1017p.
- DEON, M.D., **Crescimento e nutrição mineral da soja submetida a excesso de P, S, K, Ca e Mg em solução nutritiva**. 2007. 71p. Dissertação mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, Brasil. 2007.

- DORNELLES, A.L.C., CARVALHO, F.I.F., FEDERIZZI, L.C. SERENO TAVARES, M.J.de.M., AMARAL, A., LANGLOIS, P. O uso de ácido giberélico em solução nutritiva na avaliação precoce de estatura de genótipos de trigo hexaplóide. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n.3, p.363-366, 1995.
- EPSTEIN, E., BLOOM, A.J. **Mineral Nutrition of plants: Principles and perspectives**. Sunderland: Sinauer. 225p. 2005.
- FAGERIA, N.K. (a) Níveis adequados e tóxicos de zinco na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande. V.4, n.3, p.390-395, 2000.
- FAGERIA, N.K. . (b) Níveis adequados e tóxicos de Boro na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande. V.4, n.3, p.390-395, 2000.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FONSECA, I.M., MELLO PRADO, R., URSULINO ALVES, A., OLIVEIRA GONDIM, A.R. Crescimento e nutrição do sorgo (cv. BRS 304) em solução nutritiva. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. V.8, n.2, p.113 - 124. 2008.
- FRANCO, C.F., PRADO, R. M. Uso de soluções nutritivas no desenvolvimento e no estado nutricional de mudas de goiabeira: macronutrientes. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 199-205, 2006.
- FURLANI, A.M.C., TANAKA, R.T., TARALLO,M., VERDIAL, M.F., MASCARENHAS, H.A.A. Exigência a Boro em cultivares de Soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 25, n.4, p.929-937. 2001.
- IZQUIERDO, J. **Oficial Regional de Producción Vegetal, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe**. 2000. Disponível em: <http://www.rlc.fao.org>. Acesso em: 10 Fev. 2014.
- KLEIN, T.M., HARPER, E.C., SVAB, Z., SANFORD, J.C., FROMM, M.E., MALIGA, P. Stable transformation of intact *Nicotiana* cells by the particle bombardment process. **Proceedings of the National academy of Sciences of the United States of America**. Washington, v. 85, p. 8502 - 8505, 1988.
- LUZ, J.M.Q.; GUIMARÃES, S.T.M.R.; KORNDÖRFER, G.H. Produção hidropônica de alface em solução nutritiva com e sem silício. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.3, p.295-300. 2006.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition in higher plants**. London, Academic Press, 1986. 674p.
- NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p.
- PEREIRA, L.F.P, VIEIRA, L.G.E. Transformação de Plantas. In: PÍPOLO, V.C., GARCIA, J.E. **Biotechnologia na agricultura: aplicações e biossegurança**. Cascavel. COODETEC. 1ª ed. p. 59 - 84. 2006.
- RESH, H.M. **Hydroponic food production**. Woodbridge Press Publishing Company, 5 ed., 1996. 527 p.
- SFREDO, G.J., BORKERT, C.M. **Deficiências e Toxicidades de Nutrientes em Plantas de soja**. Documentos 231. Londrina: Embrapa Soja. 2004. 44p. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/download/Doc231.pdf>. Acessado em: 10 fev. 2014.

SOARES, I., SOUZA, V.S., CRISÓSTOMO L.A., SILVA, L.A. Efeito do volume de solução nutritiva na produção e nutrição do tomateiro tipo cereja cultivado em substrato. **Revista Ciência Agrônômica**, Ceará, v.36, n.2, p.152-157. 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 918p.

TEIXEIRA, L.R., MORTELE, L.M., LUCCA e BRACCINI, A., SCHUSTER, I., **Soja Transgênica: histórico e estado da arte**. Maringá. Eduem (Coleção Fundamentum, 44), p. 56. 2008.

---

Recebido para publicação em: 09/04/2014

Aceito para publicação em: 04/06/2014