

Crescimento e teores de clorofila e carotenóides em três cultivares de soja em função da adubação com magnésio

Ronaldo do Nascimento¹, Sidnei Deuner^{2*}, Ladislau Soares Ferreira³, Pablo Gerson Badinelli⁴, Romel Silva Kerber⁵

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar características de crescimento e teores de clorofila e carotenóides em plantas de soja em fase inicial de crescimento das cultivares FT Abyara, BRS 154 e BRS 66 cultivadas em diferentes concentrações de Mg. Foram cultivadas duas plantas por vaso, mantidas em casa de vegetação, onde, aos 10, 14 e 18 dias após a emergência, aplicaram-se zero, 1 e 10 mmol.L⁻¹ de Mg em um volume de 50 mL por vaso. Entre as aplicações foram fornecidos 50 mL de uma solução nutritiva normal, sem Mg. Aos 23 dias após a emergência (DAE) foi medida a altura das plantas e, em seguida, elas foram coletadas para determinação do volume radicular, da área foliar, massa seca total e dos teores de clorofila e carotenóides. As doses de Mg não influenciaram a altura das plantas. No entanto, a área foliar aumentou significativamente quando o Mg foi aplicado na concentração de 1 mmol.L⁻¹ com o maior incremento observado para a cultivar BRS 66. Por outro lado, para o volume das raízes a melhor resposta foi obtida na concentração de 10 mmol.L⁻¹ de Mg nas três cultivares. A massa seca total aumentou significativamente com o aumento das concentrações de Mg. Quanto aos teores de clorofila total, a cultivar FT Abyara mostrou aumento apenas na concentração 10 mmol.L⁻¹ de Mg, já para as cultivares BRS 154 e BRS 66 houve incremento expressivo de acordo com o aumento das concentrações de Mg. O aumento de carotenóides das cultivares FT Abyara e BRS 66 foi significativo apenas para a concentração 10 mmol.L⁻¹ de Mg, enquanto na cultivar BRS 154 não se verificou aumento.

Palavras-chave: *Glycine max*, área foliar, pigmento foliar

ABSTRACT

Effects of magnesium fertilization on growth, chlorophyll and carotenoid levels of three soybean cultivars

The objective of this work was to evaluate the growth characteristics and chlorophyll and carotenoid levels in soybean seedlings of cultivars FT Abyara, BRS 154 and BRS 66 cultivated with different Mg concentrations. The experiment consisted of two soybean seedlings per pot kept in greenhouse. At 10, 14 and 18 days after emergence (DAE) the plants received zero, 1 and 10 mmol.L⁻¹ of Mg in a volume of 50 mL per pot. During fertilization, it was applied 50 mL of nutritive solution without Mg. Seedling height was measured at 23 DAE, and then they were collected for determination of the root volume, leaf area, total dry mass, and levels of chlorophyll and carotenoids. Levels of Mg did not influence seedling height. However, the leaf area increased significantly when Mg was applied at the concentration of 1 mmol.L⁻¹ with the largest increase observed for cultivar BRS 66. On the other hand, the best response of root

Recebido para publicação em janeiro de 2008 e aprovado em abril de 2009

¹Prof. Adjunto, Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Departamento de Engenharia Agrícola, Campus Universitário, Bairro Universitário, 58429-900, Campina Grande - PB. E-mail: ronaldo@deag.ufcg.edu.br

²Prof. Bolsista PRODOC Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, 96010-900, Pelotas - RS, Brasil. E-mail: sdeuner@yahoo.com.br

³Eng. Agr., Dr., em Fisiologia Vegetal. RTV Agroceres e Roundup Santo Ângelo - RS. E-mail: ladislau.s.ferreira@monsanto.com

⁴Mestrando em Fisiologia Vegetal, UFPel, 96010-900, Pelotas - RS. E-mail: pgbagro@ig.com.br

⁵Eng. Agrônomo. E-mail: romel_s_k@hotmail.com

volume was obtained in the concentration of 10 mmol.L⁻¹ Mg for the three cultivars. The total dry matter significantly increased with increases in the concentrations of Mg. Cultivar FT Abyara showed increases in levels of total chlorophyll only for the concentration 10 mmol.L⁻¹ Mg, and the cultivars BRS 154 and BRS 66 showed significant increase with increased concentrations of Mg. The increase in carotenoid for cultivars FT Abyara and BRS 66 was significant only for the concentration 10 mmol.L⁻¹ Mg, while the cultivar BRS 154 has increased significantly.

Key words: *Glycine max*, leaf area, leaf pigment.

INTRODUÇÃO

A produção de matéria orgânica nas plantas é resultado da conversão da luz em energia química, a qual é utilizada para a fixação do CO₂ atmosférico e sua conversão em carboidratos por meio do processo fotossintético, o que contribui com aproximadamente 4 a 6% da massa de matéria seca total das plantas. No entanto, a produção de matéria seca total depende do fornecimento de minerais que, embora constituam apenas uma pequena proporção da matéria seca total da planta, são indispensáveis ao crescimento (Milthorpe e Moorby, 1974). Assim, a despeito de as plantas serem consideradas organismos autotróficos, elas necessitam de um fluxo contínuo de nutrientes minerais durante seu crescimento e desenvolvimento.

Para tanto, um sistema de cultivo eficiente depende de adequada nutrição das plantas. Desordens nutricionais podem ser induzidas por manejo da fertilização inadequada ou excessiva, dentre elas toxidez e deficiência induzida de um nutriente por outro. A aplicação repetida de fertilizantes sem o acompanhamento por análise de solo ou de tecido vegetal pode acabar por elevar os valores dos nutrientes antes deficientes a patamares excessivos, e produzir efeitos contrários aos esperados (Mill & Jones Jr 1996). Além disso, a disponibilidade exagerada de um nutriente pode limitar a capacidade da planta de absorver e utilizar outros nutrientes, situação caracterizada como antagonismo. Também a interferência do excesso de nutrientes em processos fisiológicos pode resultar em produção inferior à ideal, caracterizando a toxidez.

A folha, na maioria dos casos, é o órgão da planta onde se manifestam as alterações fisiológicas devido a distúrbios nutricionais. Há muitos fatores que afetam direta ou indiretamente a concentração dos nutrientes nas plantas, que é, em última análise, a resultante da atuação conjunta desses fatores (Bataglia *et al.*, 1996).

A concentração de íons na parte externa da raiz afeta significativamente a absorção iônica. A presença de altas concentrações de íons no solo pode induzir, na planta, a absorção de elementos muito acima das suas necessidades para ter rendimentos máximos ou toxicidade prejudicial ao seu crescimento (Castro *et al.*, 2005).

As interações entre diferentes íons também podem afetar sua absorção pelas raízes. Os cátions são absorvidos com maior facilidade quando estão acompanhados de ânions de fácil absorção (Castro *et al.*, 2005).

O magnésio é absorvido pelas plantas como cátion divalente (Mg²⁺). É o elemento central da molécula de clorofila e ativador enzimático. É móvel quanto à redistribuição na planta. Atua ainda no controle do pH nas células e no balanço de cargas, além de ser um constituinte de ribossomos e cromossomos (Cammarano *et al.*, 1972). Tudo isso demonstra a importância do Mg no metabolismo celular e, por extensão, no crescimento e na produtividade das culturas. Altas concentrações de Mg no solo e nas plantas podem causar danos em razão do distúrbio causado pelo desbalanço entre cálcio e magnésio. Os prejuízos afetam particularmente as raízes, que são muito sensíveis à deficiência de cálcio (Bergmann, 1992).

Dentre as leguminosas tropicais cultivadas no Brasil, a soja (*Glycine max* [L.] Merrill) se destaca como uma das principais fontes de divisas. Além de sua importância econômica, é importante para a nutrição humana, pelo fato de apresentar cerca de 40% de proteínas em suas sementes maduras (Schrader e Thomas, 1981). O constante interesse na obtenção de altos rendimentos nos cultivos de soja torna imprescindível determinar características potenciais de crescimento e produtividade e os fatores que as afetam.

A produtividade está relacionada com características fisiológicas importantes, como: taxa de crescimento da cultura, índice de área foliar, taxa de assimilação líquida de carbono, índice de colheita e produção de massa seca (Fageria *et al.*, 1997).

Segundo Cordeiro *et al.* (1980), a produção de massa seca em presença de fertilizantes aplicados ao solo fornece subsídios como indicadores do crescimento das plantas, visto que a nutrição equilibrada favorece o metabolismo celular e, conseqüentemente, a integridade dos tecidos.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar a influência do magnésio sobre variáveis de crescimento e os teores de clorofila total e carotenóides em plantas jovens de soja das cultivares FT Abyara, BRS 154 e BRS 66.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada no Departamento de Botânica do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Para tanto, sementes de soja das cultivares FT Abyara, BRS 154 e BRS 66, fornecidas pela EMBRAPA *Clima temperado*, foram semeadas em vasos de polietileno, seis por vaso, contendo 1,25 kg de areia previamente lavada. Aos seis dias após a emergência (DAE) realizou-se desbaste, deixando duas plantas por vaso, as quais foram regadas com água deionizada por 10 dias consecutivos. Após esse período, iniciou-se a aplicação de 50 mL por vaso de magnésio (Mg) na forma de sulfato de magnésio heptaidratado ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) nas concentrações de 1 e 10 $mmol.L^{-1}$. Como controle utilizaram-se plantas que não receberam Mg. Foram procedidas três aplicações de Mg, que ocorreram aos 10, 14 e 18 DAE. Entre cada aplicação foram fornecidos 50 mL por vaso de uma solução nutritiva normal (Hoagland e Arnon, 1938), sem Mg. Três dias após a última aplicação de Mg, mediu-se a altura das plantas e, em seguida, elas foram coletadas e transferidas para o laboratório de metabolismo do Departamento de Botânica, separando uma planta por repetição para a determinação da área foliar, do volume radicular e da massa seca total, utilizando-se a segunda plântula para a quantificação dos teores de clorofila total e carotenóides.

Para as variáveis de crescimento, destacaram-se cuidadosamente todas as folhas das plantas, e com auxílio de um medidor de área modelo Li-cor 3000 determinou-se a área foliar. O volume total das raízes de cada planta, logo após destacadas da parte aérea, foi determinado com o auxílio de proveta graduada, onde elas foram alocadas, observando-se o deslocamento do volume de água conhecido na proveta. As folhas e raízes foram colocadas em estufa ajustada para $\pm 75^\circ C$, onde permaneceram por 48 horas para a determinação da massa de matéria seca total.

Para verificar o teor de clorofila, folhas foram acondicionadas em papel-alumínio e mantidas a $4^\circ C$. A extração da clorofila foi realizada a partir da maceração de 200 mg de tecido foliar, sem a nervura central, em acetona 80% (v/v); o extrato foi filtrado em lã de vidro e o volume, ajustado para 10 mL. Os teores de clorofilas foram obtidos conforme o método de Arnon (1949), e as leituras espectrofotométricas realizadas a 663 e 645 nm.

A extração e quantificação dos carotenóides foram realizadas segundo o método descrito por Duke & Kenyon (1986) e seus teores quantificados utilizando-se os coeficientes de absorvidade molar de Sandmann & Borger (1983).

Para a extração foram utilizados 200 mg de tecido foliar, macerados em almofariz com pistilo, em 10 mL de hidróxido

de potássio solubilizado em metanol (6% p/v). Os extratos foram centrifugados a 5.000 g por cinco minutos, com ressuspensão, sendo o sobrenadante depositado em tubo de ensaio. Em seguida, ao extrato foram adicionados 3 mL de éter de petróleo, sendo os tubos agitados vigorosamente. Coletou-se a fase superior, e o extrato foi ressuspensionado por mais duas vezes, sendo reunidos, e a leitura espectrofotométrica realizada a 445 nm.

A unidade experimental foi composta por um vaso contendo duas plântulas, e o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, sendo as médias de cinco repetições, após análise de variância, comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, utilizando-se o sistema de análise estatística para microcomputadores (SANEST) (Zonta, e Machado, 1987).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a altura das plantas (Figura 1), ambas as concentrações de Mg estudadas não promoveram diferença significativa entre os resultados dos tratamentos e do controle para as três cultivares. Da mesma forma, comparando as três cultivares em cada nível de Mg também não foi observada diferença significativa. Resultados semelhantes foram obtidos por Boaro *et al.* (1996) em plantas de feijão cultivadas com doses de Mg que variaram de 2,3 a 97,2 $mg L^{-1}$, observando-se que a altura das plantas aos 25 dias após o início dos tratamentos não apresentou incrementos significativos entre as doses de Mg estudadas. Da mesma forma, Oliveira *et al.* (2000) também não verificaram aumento na altura de plantas de feijão que receberam diferentes doses de Mg até 15 dias após sua aplicação.

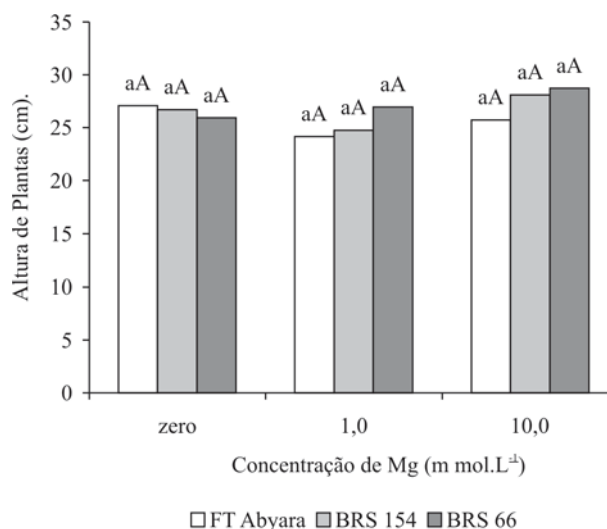


Figura 1. Altura de plantas de três cultivares de soja cultivadas sob diferentes concentrações de magnésio. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (entre tratamentos) e minúscula (entre cultivares) não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

Na Figura 2 estão apresentados os resultados de área foliar das plântulas. Os maiores valores, com diferença significativa, foram observados quando o Mg foi aplicado na concentração de 1 mM para as três cultivares em relação às plantas controle. O maior aumento foi verificado para a cultivar BRS 66, com incremento de aproximadamente 80% em relação ao seu controle. Para a concentração de 10 mmol.L⁻¹, não houve aumento na área foliar, e os valores foram semelhantes aos observados nas plantas-controle. Comparando as três cultivares de soja em cada dose isoladamente, para as plantas-controle não foi observada diferença. Por outro lado, quando o Mg foi fornecido na concentração de 1 mmol.L⁻¹, a cultivar BRS 66 mostrou resposta superior ao FT Abyara e BRS 154, e estes não diferiram entre si. Na concentração de 10 mmol.L⁻¹, a melhor resposta foi obtida para as cultivares BRS 154 e BRS 66. Estes resultados mostram que, nas condições do experimento, o fornecimento de Mg 1 mmol.L⁻¹ foi a concentração que proporcionou melhor resposta no incremento da área foliar das plantas, pelo menos até o estágio de desenvolvimento avaliado. Segundo Rao *et al.* (1987), a concentração de Mg no “pool metabólico” é de cerca de 3 a 5 mmol.L⁻¹. Valores superiores podem ser considerados prejudiciais para o crescimento das plantas. Em plantas de feijão, Boaro *et al.* (1996) observaram que a área foliar aumentou em resposta ao aumento da concentração de Mg no meio de cultivo. No entanto, o incremento ocorreu nas menores concentrações (2,4 mg L⁻¹) e diminuiu em concentrações maiores (24,3 mg L⁻¹). Isto mostra que a concentração deve ser um dos principais fatores e deve ser levada em consideração no fornecimento de minerais às plantas.

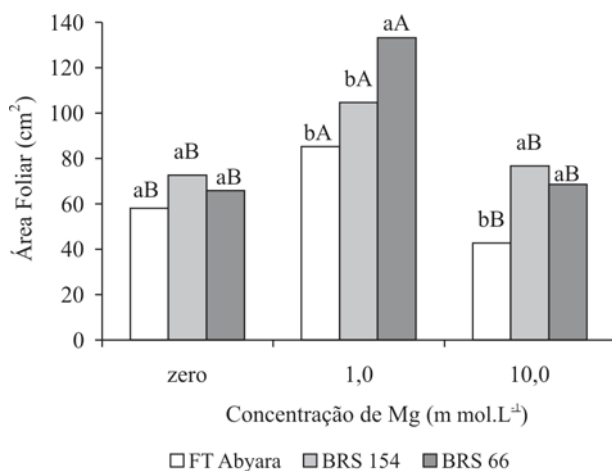


Figura 2. Área foliar de plantas de três cultivares de soja cultivadas sob diferentes concentrações de magnésio. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (entre tratamentos) e minúscula (entre cultivares) não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

Quanto às raízes (Figura 3), ao contrário da área foliar, o maior aumento em volume foi verificado na concentração de 10 mmol.L⁻¹ de Mg para as três cultivares em estudo. Na concentração 1 mmol.L⁻¹ de Mg, não foi observado aumento no volume das raízes, que permaneceu com valores próximos aos observados nas plantas-controle. Já entre as três cultivares, não foram constatadas diferenças tanto na ausência do Mg quanto para as duas concentrações do nutriente em estudo.

De maneira geral, para os valores de massa de matéria seca total das plantas (Figura 4) houve um incremento expressivo, conforme foi aumentada a concentração de Mg aplicada. Esse comportamento foi observado para as três cultivares de soja. Porém, analisando o comportamento deles no tratamento-controle e também nas duas concentrações de Mg, não foi verificada diferença entre as cultivares.

O acúmulo de massa seca associado à escala fenológica da cultura da soja permite uma melhor observação do desempenho da planta e facilita prever características fisiológicas, como por exemplo, a demanda de absorção de nutrientes num determinado estágio de crescimento (Francisco, 2002).

Quanto aos teores de clorofila total (Figura 5), a cultivar FT Abyara mostrou aumento significativo apenas para a concentração 10 mmol.L⁻¹ de Mg. No entanto, para as cultivares BRS 154 e BRS 66 esse incremento acompanhou o aumento nas concentrações de Mg. A cultivar BRS 66, apesar de apresentar o menor teor de clorofila na ausência do Mg, foi o que mostrou maior incremento com a aplicação do Mg em ambas as concentrações. Por outro lado, analisando as três cultivares em cada tratamento isoladamente, os maiores valores de teores de clorofila foram observados na cultivar BRS 154.

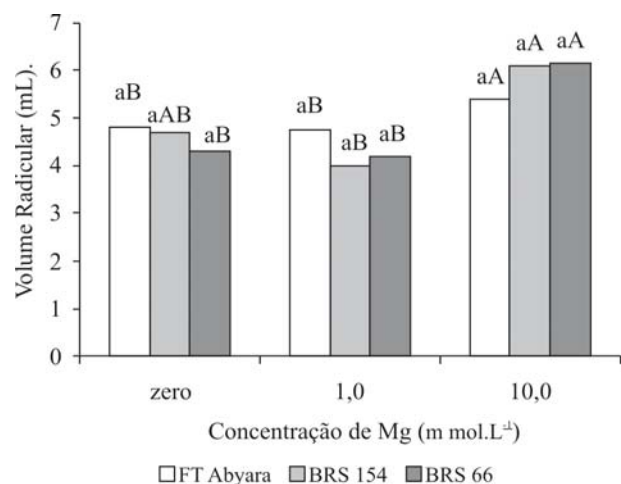


Figura 3. Volume radicular de três cultivares de soja sob diferentes concentrações de magnésio. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (entre tratamentos) e minúscula (entre cultivares) não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

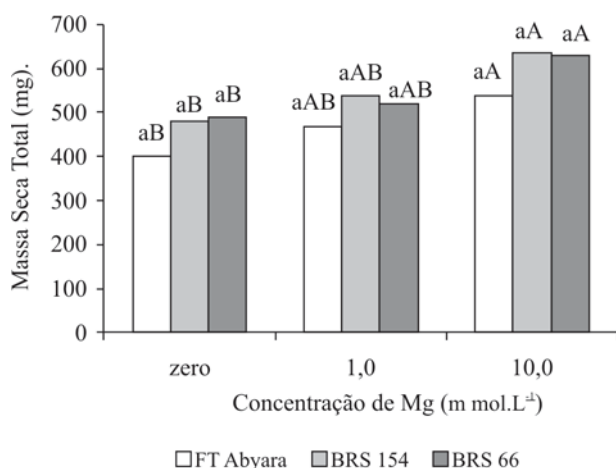


Figura 4. Massa seca total de três cultivares de soja cultivadas sob diferentes concentrações de magnésio. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (entre tratamentos) e minúscula (entre cultivares) não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

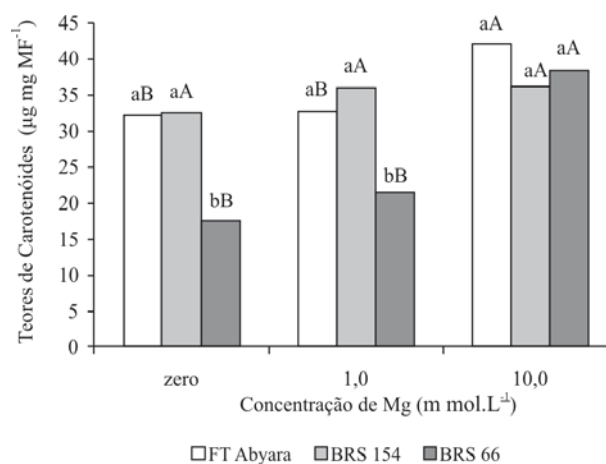


Figura 6. Teores de carotenóides de três cultivares de soja cultivadas sob diferentes concentrações de magnésio. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (entre tratamentos) e minúscula (entre cultivares) não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

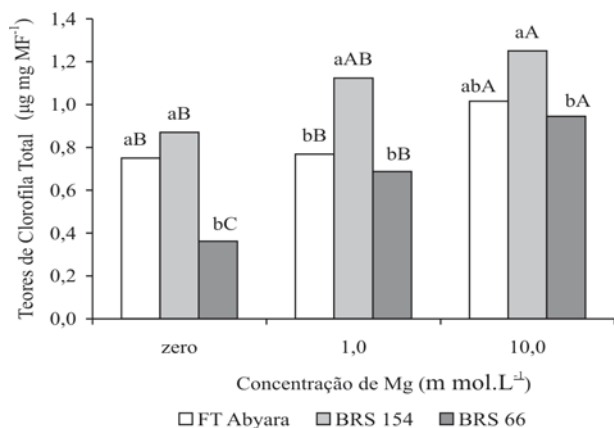


Figura 5. Teores de clorofila total de três cultivares de soja cultivadas sob diferentes concentrações de magnésio. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (entre tratamentos) e minúscula (entre cultivares) não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

Segundo Taiz e Zeiger (2004), os carotenóides são pigmentos que funcionam como fotoprotetores por meio do rápido *quenching* dos estados excitados da clorofila e estão, em geral, intimamente associados aos pigmentos protéicos das antenas e dos centros de reação. No presente estudo, os teores desse pigmento para as cultivares de soja FT Abyara e BRS 66 aumentaram significativamente apenas para a concentração 10 mmol.L⁻¹ de Mg, enquanto na cultivar BRS 154 não houve aumento (Figura 6). Na ausência e na concentração de 1 mmol.L⁻¹ de Mg, a cultivar BRS 66 apresentou o menor teor de carotenóides quando comparado as cultivares FT Abyara e BRS 154, as quais não diferiram entre si para essa característica. Para a concentração de 10 mM de Mg, não foi observada diferença entre as cultivares.

Os pigmentos fotossintéticos (clorofilas e carotenóides) são essenciais para o desenvolvimento das plantas, por serem responsáveis pela captura da energia solar incidente necessária à fotossíntese. A principal função do Mg nas folhas é ser constituinte da clorofila, ocupando posição central na molécula. Cerca de 10% do Mg total da folha está na clorofila. Portanto, é indispensável para a síntese do pigmento cloroplastídico, o que é bastante afetado pela disponibilidade do mineral (Dorenstouter *et al.*, 1985). Fato evidenciado por esta pesquisa, em que doses crescentes do mineral Mg proporcionaram aumento na síntese de clorofilas.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no presente experimento conclui-se que:

Das características de crescimento avaliadas, a área foliar foi a mais sensível à variação na concentração de magnésio disponível às plantas.

A maior concentração (10 mM) de magnésio influenciou positivamente o volume de raízes das cultivares avaliadas.

A maior disponibilidade de magnésio às plantas acarretou maior incremento na massa de matéria seca total.

O teor de pigmentos fotossintéticos foi influenciado pela variação na dose de magnésio disponível, porém a resposta depende da cultivar, tendo em vista que as cultivares respondem diferencialmente à disponibilidade do Mg no meio.

REFERÊNCIAS

- Arnon DJ (1949) Cooper enzyme in isolated chloroplast: Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24: 1-15.
- Bataglia OC, Dechen AR & Santos WR (1996) Princípios da diagnose foliar. In: Alvarez VH, Fontes LEF & Fontes MPF. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa, SBCS. p. 647-660.
- Bergmann W (1992) (ed.) Nutritional disorders of plants. New York, G. Fischer, 741 p.
- Boaro CSF, Rodrigues JD, Pedras JF, Rodrigues SD, Delachiave ME & Mischan MM (1996) Níveis de magnésio em solução nutritiva e o desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Carioca): Avaliação de parâmetros biométricos. *Scientia Agrícola*, 53: 2-3.
- Cammarano P, Felsani A, Gentile M, Gualerzi C, Romeo C & Wolf G (1972) Formation of active hybrid 80-S particles from subunits of pea seedlings and mammalian liver ribosomes. *Biochemistry Biophysics Acta*, 281: 625-642.
- Castro PRC, Kluge RA & Peres LE (2005) Manual de fisiologia vegetal. São Paulo. Ceres, 640p.
- Cordeiro DS, Santos Filho BG dos & Kichel A (1980) Efeito de níveis de nitrogênio na produção do sorgo granífero em Planosol. In: EMBRAPA-UEPAE Pelotas. Sorgo: resultados de pesquisa. Pelotas. EMBRAPA-UEPAE Pelotas, p.58-59.
- Dorenstouter H, Pieters GA & Findenegg GR (1985) Distribution of magnesium between chlorophyll and other photosynthetic functions in magnesium deficient sun and shade leaves of poplar. *Journal Plant Nutrition*, 8: 1088-1101.
- Duke SO & Kenyon WH (1986) Effects of dimethazone (FMC 57020) on chloroplast development. II. Pigment synthesis and photosynthetic function in cowpea (*Vigna unguiculata* L.) primary leaves. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 25: 11-18.
- Fageria NK, Baligar VC & Jones CA. Rice (1997) In: Fageria NK, Baligar VC & Jones CA. Growth and mineral nutrition of field crops. 2.ed., New York . M. Dekker, p.283-343.
- Francisco EAB (2002) Antecipação da adubação da soja na cultura de *Eleusine coracana* (L.) Gaertn., em sistema de plantio direto. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 55p.
- Hoagland DR & Arnon DI (1938) The water culture method for growing plants without soil. Berkeley. California Agricultural Experimental Station, circular 347, p. 1-39.
- Mills HA & Jones Jr JB (1996) Plant analysis handbook II: a practical sampling, preparation, analysis and interpretative guide. Athens, MicroMacro Publishing, Inc., 422 p.
- Milthorpe FL & Moorby J (1974) Some aspects of overall growth and its modification. In: Milthorpe FL & Moorby J. An introduction to crop physiology. London, Cambridge Univ. Press, p.152-179.
- Oliveira IP, Asher CJ, Edwards DG & Santos RSM (2000) Sulfato de magnésio e o desenvolvimento do feijoeiro comum cultivado em um Ultissolo do Nordeste da Austrália. *Scientia Agrícola*, 57: 223-228.
- Rao IM, Sharp RE & Boyer JS (1987) Leaf magnesium alters photosynthetic response to low water potentials in sunflower. *Plant Physiology*, 84: 1214-1219.
- Sandmann G & Boger P (1983) Comparison of the Bleaching Activity of Norflurazon and Oxyfluorfen. *Weed Science*, 31: 338-341.
- Schrader LE & Thomas RJ (1981) Nitrate uptake, reduction and transport in the whole plant. In: Bewley JD (ed.) Nitrogen and carbon metabolism. Martinus, Nijhoff Junk Publishers, p. 49-93.
- Taiz L & Zeiger E (2004) Fisiologia Vegetal. 3 ed., Porto Alegre, Artmed. 719p.
- Zonta EP, Machado AA (1987) Sanest – Sistema de análise estatística para microcomputadores. Pelotas: DMEC/IFM/UFPel, p. 138.