

INTERAÇÃO MAGNÉSIO E MANGANÊS E MAGNÉSIO E ZINCO NO TEOR E CONTEÚDO DE ÓLEO E DE PROTEÍNA EM QUATRO CULTIVARES DE SOJA

A. Moreira^{1*} & E. Malavolta²

¹Embrapa Amazônia Ocidental, Caixa Postal 319, 69011-970, Manaus, AM. E-mail: adonis@cpa.embrapa.br

²Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Caixa Postal 96, 13400-970, Piracicaba, SP. E-mail: mala@cena.usp.br

O balanço da composição mineral de qualquer organismo vivo é uma condição básica para o seu crescimento e desenvolvimento. As interações entre elementos são tão importantes quanto a deficiência e toxicidade na fisiologia das plantas. Todas essas reações são variáveis, podendo ocorrer no interior das células dentro das membranas e também na superfície das raízes (Kabata Pendias & Pendias, 1984).

O magnésio ativa quase todas as enzimas fosforilativas que formam pontes entre o ATP ou ADP com a molécula da enzima que atuam em reações de síntese de compostos orgânicos (carboidratos, lipídeos e proteínas), absorção iônica e expansão das raízes (Marschner, 1995). O manganês atua como formador de pontes entre o ATP e as enzimas fosfoquinases e fosfotranferase, além de ser um constituinte da proteína manganina presente na maioria dos vegetais, de função ainda desconhecida (Malavolta, 1980). Com relação ao zinco, este participa do metabolismo de carboidratos e proteínas, e também na formação de auxinas, RNA e ribossomos (Marschner, 1995).

A absorção de manganês e zinco pode ser afetada pela maior concentração de magnésio, por se tratar de elementos com valência, raio iônico e grau de hidratação semelhantes (Kabata Pendias & Pendias, 1984).

Como exposto acima, esses três nutrientes têm relação direta com o teor de óleo e de proteína, que no caso da soja são os componentes mais importantes. Apesar do interesse comercial nesses dois componentes, no Brasil, os teores de óleo e de proteína nos grãos não são considerados para efeito de comercialização (Tanaka et al., 1995). No entanto, é desejável que haja uma interação positiva entre o aumento da produtividade e esses dois componentes, acarretando num menor custo dos produtos derivados da soja.

O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da interação magnésio e manganês e magnésio e zinco sobre o teor e conteúdo de óleo e proteína bruta em quatro variedades de soja.

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação do Centro de Energia Nuclear na Agricultura. As cultivares utilizadas foram a IAC 17, IAC 15, FT estrela e DM Nobre. Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial [4 cultivares x 2 doses de Mg (0,1 e 1,0 mmol L⁻¹) x 4 doses de Zn ou Mn (0, 1, 2 e 5 µmol L⁻¹)], com três repetições. As plantas foram cultivadas em vasos de plástico impermeabilizados internamente com 2,0 litros de capacidade, contendo a solução de Johnson et al. (1957), modificada conforme os tratamentos, sendo a mesma constantemente arejada. As soluções foram trocadas quinzenalmente, sendo o pH da solução mantido na faixa 5,0 a 6,0.

Nos grãos foi quantificado o teor de óleo em espectrômetro de ressonância magnética e o de proteína pela conversão do teor de N multiplicando pelo fator 5,71.

Após as transformações dos dados, conforme o delineamento proposto, foram feitas análises de variância, teste F, regressão e contrastaste de comparação de médias (Pimentel Gomes, 1990).

Os resultados mostraram diferenças varietais sobre o teor de óleo e de proteína em função das interações magnésio e manganês (Tabela 1). Na dose 1,0 mmol L⁻¹ de Mg, independentemente da dose de Mn, a cultivar IAC 17 apresentou o menor teor de óleo e o maior de proteína, enquanto que na dose 0,1 mmol L⁻¹, o mesmo não ocorreu. Com relação a produtividade de óleo (PP) e de proteína (PO), observa-se que na dose 0,1 mmol L⁻¹ as cultivares FT Estrela e DM Nobre tiveram a maior concentração, enquanto que na dose 1,0 mmol L⁻¹, exceto a IAC 17, as demais tiveram produtividades semelhantes. Segundo Tanaka & Mascarenhas (1992), existe correlação positiva entre produtividade de grãos e de teor de óleo com as doses de Mn e uma relação negativa com o teor de proteína. As doses de magnésio e manganês apresentaram interação entre si ($p \leq 0,01$), ou seja, o aumento da concentração de Mg na solução, na média das cultivares, aumentou o teor de óleo e diminuiu o de proteína.

Tabela 1. Teor de óleo e proteína e produtividade de óleo (PO) e de proteína (PP) nos grãos de soja cultivadas em solução nutritiva sob diferentes concentrações de Mg e Mn (média dos tratamentos e das três repetições)¹.

Mg	Cultivares	Média das doses de Mn ($\mu\text{mol L}^{-1}$)			
		Óleo	Proteínas	PO	PP
0,1 mmol L ⁻¹	IAC 15-1	16,52a	24,15c	0,79b	1,16c
	IAC 17	16,81a	36,20a	0,71b	1,47bc
	FT Estrela	18,27a	32,07b	0,94ab	1,63ab
	DM Nobre	18,58a	30,97b	1,18a	1,92a
	Média	17,54	30,85	0,91	1,54
0,1 mmol L ⁻¹	IAC 15-1	21,57a	28,36b	2,07a	2,73a
	IAC 17	17,92b	32,27a	1,23b	2,13b
	FT Estrela	19,92ab	26,99b	2,02a	2,71a
	DM Nobre	20,52ab	29,36ab	1,89a	2,67a
	Média	19,98	29,25	1,80	2,56
	DMS	2,68	3,68	0,29	0,41
	CV (%)	13,24	11,35	20,30	18,64

¹ Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna e tratamento diferem entre si a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey

Os teores de óleo e de proteína, exceto a testemunha (17,3% e 34,3% - 0,1 mmol L⁻¹ de Mg e 18,0% e 30,9% - 1,0 mmol L⁻¹ de Mg), não foram afetadas pelas doses de Mn dentro de cada concentração de Mg, independentemente da cultivar, os teores de óleo e de proteína ficaram na faixa de: 18,8% e 31,4% na dose 0,1 mmol L⁻¹ de Mg e 20,6% e 28,7% na 1,0 mmol L⁻¹ de Mg.

As interações magnésio e zinco mostraram nas duas doses de zinco que as cultivares IAC 15-1 e DM Nobre tiveram, em termos percentuais, os maiores teores de óleo e os menores de proteína, enquanto que as cultivares IAC 17 e FT Estrela apresentaram os menores teores de óleo e os maiores de proteína (Tabela 2). Tais resultados são explicados por Thorne & Fehr (1970), no qual existe correlação negativa pronunciada entre os teores

de óleo e o de proteína. Os mesmos autores relatam que essa relação deve-se, preferencialmente, a fatores genéticos e ambientais.

Em termos de produtividade de óleo (PO) e de proteína (PP), verificou-se na dose 0,1 mmol L⁻¹, que a cultivar DM nobre foi a mais eficiente, apresentando os maiores valores, enquanto que a IAC 17 foi a menos. Na dose 1,0 mmol L⁻¹, a PO, exceto a IAC 17, as demais apresentaram conteúdos semelhantes. A maior PP foi obtida com a cultivar FT Estrela (Tabela 2). Os menores valores de PO e PP na cultivar IAC 17 corroboram os argumentos de Weber & Moorthy (1952), que constataram a presença de correlações genóticas e fenotípicas negativas entre a porcentagem de óleo e o número de dias de maturação. Das quatro cultivares de soja estudadas, a IAC 17 foi a que apresentou o menor número de dias de maturação.

Tabela 2. Teor de óleo e proteína e produtividade de óleo (PO) e de proteína (PP) nos grãos de soja cultivadas em solução nutritiva sob diferentes concentrações de Mg e Zn (média dos tratamentos das três repetições)¹.

Concentrações Mg	Cultivares	Média das doses de Zn (μmol L ⁻¹)			
		Óleo	Proteínas	PO	PP
0,1 mmol L ⁻¹	IAC 15-1	18,16ab	24,90b	0,92b	1,16c
	IAC 17	17,14c	31,20a	0,74b	1,47bc
	FT Estrela	17,79bc	32,13a	0,92b	1,63ab
	DM Nobre	18,82a	24,95b	1,18a	1,92a
	Média	17,98	28,30	0,94	1,54
0,1 mmol L ⁻¹	IAC 15-1	21,57a	28,36b	1,92a	2,38a
	IAC 17	17,92b	32,27a	1,24b	2,06b
	FT Estrela	19,92ab	26,99b	1,88a	3,19a
	DM Nobre	20,52ab	29,36ab	1,83a	2,23a
	Média	18,90	28,05	1,72	2,22
	DMS	0,87	3,68	0,26	0,40
	CV (%)	8,39	6,80	17,84	18,31

¹ Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna e tratamento diferem entre si a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey

Os teores de óleo e de proteína, exceto a testemunha (16,1% e 32,4% - 0,1 mmol L⁻¹ de Mg e 16,2% e 31,8% - 1,0 mmol L⁻¹ de Mg), não foram afetadas pelas doses de Zn dentro de cada concentração de Mg, independentemente da cultivar, os teores de óleo e de proteína ficaram na faixa de: 18,6% e 30,1% na dose 0,1 mmol L⁻¹ de Mg e 19,6% e 28,0% na 1,0 mmol L⁻¹ de Mg. As doses de magnésio e zinco não apresentaram interação entre si (p > 0,01), ou seja, o aumento da concentração de Mg na solução afetou o teor de óleo e de proteína, independentemente da dose de Zn.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

KABATA PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. Boca Raton: CRC Press, 1984. 315p.

JOHNSON, C.M.; STOUT, P.R.; BROYER, T.C.; CARLTON, A.B. Comparative chlorine requirements of different plant species. **Plant and Soil**, v.8, n.1, p.337-353, 1957.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Nobel, 1980. 468p.

TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A. **Soja; nutrição, correção do solo e adubação**. Campinas: Fundação Cargill, 1992. 60p.

TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; REGITANO-D'ARCE, M.A.B.; GALLO, P.B. Concentração e produtividade de óleo e proteína de soja em função da adubação potássica e da calagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.4, p.463-469, 1995.

THORNE, J.C.; FEHR, W.R. Incorporation of high-protein, exotic germoplasm into soybean population by 2- and 3- ways crosses. **Crop Science**, v.10, n.6, p.652-655, 1970.

WEBER, C.P.; MOORTHY, B.R. Heritable and monheritable relationships and variability of oil content and agronomic characters in the F2 generation of soybean crosses. **Agronomy Journal**, v.44, n.1, p.202-209, 1952.