

Polímeros hidroretentores na cultura da soja em condições de solo argiloso na região norte do Rio Grande do Sul

Hydroretentor polymers in soybean in Latosol conditions

Alan Junior de Pelegrin¹, Maicon Nardino^{2,*}, Mauricio Ferrari², Ivan Ricardo Carvalho², Vinícius Jardel Szareski¹, Rafael Belle³, Bráulio Otomar Caron¹ e Velci Queiróz de Souza⁴

¹ Departamento de Ciências Agrônômicas e Ambientais, Centro de Educação Superior Norte, Universidade Federal de Santa Maria. Campus de Frederico Westphalen, CEP. 54, 98400-000, Frederico Westphalen, Brasil;

² Departamento de Agronomia, Centro de Genômica e Fitomelhoramento, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Universidade Federal de Pelotas, CEP. 354, 96010-900, Capão do Leão, Brasil;

³ Coordenador de Produção na Empresa SLC Agrícola. CEP. 78400-000, Diamantino, Brasil;

⁴ Professor Adjunto IV Universidade Federal do Pampa Campus Dom Pedrito – RS Rua 21 de Abril, 80 – Bairro São Gregório Dom Pedrito – RS CEP 96450-000 Brasil

(*e-mail: nardinomn@gmail.com)

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA15162>

Recebido/received: 2015.11.26

Recebido em versão revista/received in revised form: 2016.04.20

Aceite/accepted: 2016.04.20

RESUMO

O uso de polímeros hidroretentores vem sendo amplamente utilizado para minimizar os problemas relacionados ao déficit hídrico e irregularidades na distribuição de chuvas, fatores os quais afetam de maneira significativa o desenvolvimento da cultura. O presente trabalho teve por objetivo avaliar diferentes doses de polímeros hidroretentores na cultura da soja em diferentes posições em relação às sementes sob condições de solo argiloso na Região Norte do Rio Grande do Sul. O experimento foi conduzido pelo Laboratório de Melhoramento Genético e Produção de Plantas da Universidade Federal de Santa Maria Campus de Frederico Westphalen – RS. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, em esquema trifatorial ($2 \times 2 \times 4$), sendo duas safras (2011/2012 e 2012/2013), dois manejos de incorporação do hidroretentor (Manejo 1: aplicação junto a semente; Manejo 2: aplicação na mesma posição do adubo na linha de semeadura) e quatro doses de EMD SAP (0, 5, 10 e 20 kg ha⁻¹), distribuídos em seis repetições. A utilização de hidroretentor junto ao fertilizante promove maior rendimento de grãos. A maior eficiência técnica seria alcançada com uso de 15 kg ha⁻¹, sendo promissora para o aumento do rendimento de grãos, massa de mil grãos e número médio de grãos por legume.

Palavras chave: *Glycine max* L. Merrill, rendimento de grãos, água.

ABSTRACT

Hydroretentor polymers have been widely used to minimize problems related to drought and rainfall distribution irregularities, factors which affect significantly the development of crops. This study aimed to evaluate different doses of hydroretentor polymers in soybean in different positions on seeds in clay soil conditions in the northern region of Rio Grande do Sul. The experiment was conducted at the Federal University of Santa Maria – Campus of Frederico Westphalen – RS. The experiment consisted of completely randomized blocks, in a trifactorial scheme ($2 \times 2 \times 4$), including two agricultural crops (2011/2012 and 2012/2013), two management incorporating hydroretentor (Management 1: application with the seed; Management 2: application in the same position as the fertilizer at seeding line) and four doses of EMD SAP (0, 5, 10 and 20 kg ha⁻¹), in six repetitions. The use of hydroretentor along with fertilizer promotes greater yield. The highest yields are predicted to be achieved with the use of 15 kg ha⁻¹, which is promising for the increase of grain yield, thousand grain weight and average number of grains per pod.

Keywords: *Glycine max* L. Merrill, yield, water.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) atualmente é a principal commodity de exportação brasileira. Sua importância está ligada a produção de óleo e farelo que são os principais subprodutos do processo de moagem dos grãos (Brum *et al.*, 2005). É uma das culturas responsáveis pela introdução do conceito de agronegócio no país, não apenas pelo volume físico e financeiro, mas por todo aspecto relevante a necessidade empresarial de fornecedores de insumos, negociantes e processadores da matéria prima (Brum *et al.*, 2005). Atualmente, a produtividade média brasileira da cultura é de 3.033 kg ha⁻¹, sendo que o Brasil é apontado como maior produtor da soja no mundo com 27 milhões de hectares e produção de 83.9 milhões de toneladas (CONAB, 2015).

A grande importância da soja no cenário mundial, no mercado de alimentos tem ocupado o centro das atenções das discussões atuais, principalmente ao que diz respeito de riscos de uma crise no abastecimento global. Dentre os estresses abióticos que ocorrem na cultura, o déficit hídrico é o evento de maior relevância (Doss & Thurlow, 1974; Sionit & Kramer, 1977). Onde a falta de água causa a abscisão das flores, impede a antese, afeta a massa de grãos e conseqüentemente a produção (Fageria, 1989). Segundo Miyasaka & Medina (1981) a ausência de água reduz a eficiência fotossintética, tanto de forma direta, com a desidratação do citoplasma e indiretamente no fechamento estomático.

No entanto, há necessidade de se obter técnicas que visam aumento da produtividade sem interferir nos custos de produção. Pesquisas com uso de polímeros hidroretentores vem sendo utilizadas para minimizar problemas relacionados ao déficit hídrico e irregularidades de distribuição de chuvas, fatores os quais afetam de maneira significativa o desenvolvimento da cultura (Sampat, 1973). Os polímeros hidroretentores, possuem a capacidade de promover o uso eficiente da água, na infiltração, retenção e permeabilidade (Sampat, 1973). Segundo Bowman *et al.* (1990), os polímeros são constituídos por uma cadeia de unidades estruturais repetidas chamadas manômeros. O arranjo destas moléculas orgânicas, quando seco possui forma granular e quebradiça, em contato com a água fica elástica e macia, absorvendo muito mais que sua própria

massa (Balena, 1998). A água é acumulada por uma fraca ligação de hidrogênio e forte força de Van Der Waals, sendo retida e liberada lentamente por longo período para a cultura. Em estudos Pill & Stubbolo (1986) afirmam que dependendo do grau de hidratação do polímero, o mesmo possui capacidade de se expandir e contrair favorecendo o aparecimento de poros que melhoram a aeração do sistema radicular das plantas cultivadas. Desta forma este trabalho teve por objetivo avaliar às diferentes doses de polímeros hidroretentores na cultura da soja em diferentes posições em relação a sementes sob condições de solo argiloso na Região Norte do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no campo do Laboratório de Melhoramento Genético e Produção de Plantas da Universidade Federal de Santa Maria *Campus* de Frederico Westphalen – RS sob as coordenadas 27°23'26" latitude Sul, 53°25'43" longitude Oeste, com altitude de 461,3 metros. O solo é classificado como Latossolo alumino férrico, e o clima é caracterizado por Köppen como Cfa subtropical úmido, com precipitação média anual de 2.100 mm.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos completos casualizados, em esquema trifatorial (2 x 2 x 4), sendo duas safras (2011/2012 e 2012/2013), dois manejos de incorporação do hidroretentor (Manejo 1: aplicação juntamente com a semente; Manejo 2: aplicação junto ao adubo na linha de semeadura) e quatro doses de EMD SAP (0, 5, 10 e 20 kg ha⁻¹), distribuídos em seis repetições.

As unidades experimentais foram compostas por quatro linhas com 10 metros (m) de comprimento, espaçadas em 0,45 m, totalizando área de 18 m². A área útil foi constituída por duas linhas centrais, se desencartando um metro em cada extremidade, totalizando uma área útil de 7,2 m². Para a condução do experimento utilizou-se a cultivar A 6411 RG, que possui hábito de crescimento determinado e pertence ao grupo de maturação fisiológica 6.4. A densidade de semeadura utilizada foi de 290.000 sementes por hectare.

A área experimental foi preparada inicialmente com a dessecação das plantas de cobertura, e a

abertura dos sulcos foi realizada de forma mecanizada. A semeadura, a distribuição do produto e a adubação foram realizadas manualmente. A adubação de base foi baseada na análise de solo, utilizando-se 250 kg ha⁻¹ de N-P-K na formulação (02-20-20).

Os componentes de rendimento foram avaliados a partir de 10 plantas em cada unidade experimental, amostradas aleatoriamente na área útil da parcela. A massa de mil grãos foi aferida pela contagem manual de oito repetições de 100 sementes, ajustando-se posteriormente para a massa de mil grãos. O número de grãos por legume foi obtido através da razão entre o número de legumes por planta e o número de grãos viáveis por planta. O número de legumes por planta foi obtido através da mensuração do número total de legumes por planta amostrada na área útil da parcela, posteriormente as observações atribuídas a cada planta compuseram a média do caráter na unidade experimental. A massa de grãos por planta foi obtida através da massa de grãos média em dez plantas. O rendimento de grãos foi obtido com a colheita de 8 m² de cada parcela, equivalente as duas linhas centrais consideradas área útil, com posterior correção da umidade para 13%.

Os dados foram submetidos à análise de variação pelo teste F. Constatado efeitos significativos para interação safras agrícolas x manejos de incorporação do hidrotentor x doses de hidrotentor,

desmembrou-se os efeitos simples. As doses foram submetidas à análise de regressão linear. Na ausência de interação os caracteres foram comparados pelo teste de Tukey com (p<0,25) de probabilidade para cada fator qualitativo separadamente, as análises foram realizadas através do software Genes (Cruz, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de nível de significância menos rigoroso (p<0,25) para a interpretação da interação “por experimento” pode captar efeitos importantes (Perecin e Cargnelutti Filho, 2008). Com base neste critério, a interação safras agrícolas x manejos de incorporação do hidrotentor x doses de hidrotentor foi significativa para o caráter massa de mil grãos e rendimento de grãos, sendo que para a interação manejos de incorporação do hidrotentor x dose de hidrotentor foi significativa para o caráter número de grãos por legume, e a interação safras agrícolas x dose hidrotentor foi significativa para o caráter número médio de grãos por legume.

A partir do Quadro 1 pode-se constatar que na safra 2011/2012, a forma de manejo 2 revelou maior rendimento de grãos quando utilizou-se a dose de 10 kg ha⁻¹. De maneira similar, na safra 2012/2013, evidenciou magnitudes superiores pelo manejo 2 com a dose de 5 kg ha⁻¹. Desta forma, a

Quadro 1 - Médias da interação safras agrícolas x manejos de incorporação do hidrotentor x doses de hidrotentor para o caráter rendimento de grãos (kg ha⁻¹). Frederico Westphalen – RS, 2015

Doses (kg ha ⁻¹)	Safras agrícolas			
	2011/2012		2012/2013	
	Manejos de incorporação do hidrotentor			
	1	2	1	2
0	3593,670 A α	3593,670 A α	1537,043 A β	1537,043 A β
5	3784,025 A α	3811,986 A α	1364,608 B β	1599,775 A β
10	3788,337 B α	4060,728 A α	1511,467 A β	1345,784 A β
20	3888,003 A α	3982,722 A α	1398,648 A β	1482,953 A β
CV (%)	9,907			

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (A) na linha para forma de manejo, letras gregas (α) para as safras agrícolas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey com (p<0,25) de probabilidade.

aplicação do hidrotentor junto ao fertilizante, ou seja, com maior profundidade no solo, promoveu maior rendimento de grãos da soja. Esta resposta pode ter ocorrido em função do hidrotentor estar localizado mais profundamente no perfil do solo, e proporcionar a maior retenção de água nas camadas subsuperficiais, contribuindo para o maior desenvolvimento do sistema radicular, com incremento de parte aérea e do rendimento de grãos (Vale *et al.*, 2006).

Pill e Stubbolo (1986), através de estudos com a incorporação de polímero no substrato, juntamente com o fertilizante na cultura do tomateiro e alface, concluíram que o aumento da dose de polímero hidrotentor e da solução de fertilizante no substrato promoveu aumento do crescimento radicular destas culturas, corroborando com Bearce e Mc Collum (1993) os quais atribuíram o maior desenvolvimento do sistema radicular, além da maior disponibilidade de água proporcionada pelo hidrotentor, a maior aeração proporcionada pelos grânulos do polímero.

Em relação à influência dos hidrotentores sobre a nutrição de plantas Bres e Weston (1993) testando diferentes tipos de polímeros à base de poliácridamida, na cultura do tomateiro, verificaram que 67% do nitrogênio aplicado na forma de amônio foram retidos pelos polímeros, enquanto que o nitrogênio, na forma de nitrato revelou retenção de 4% do total do fertilizante, independente do polímero utilizado. Resposta esta, atribuída ao potencial de carga negativa ou capacidade de troca catiônica do polímero (Bres e Weston, 1993).

Quanto às safras agrícolas constata-se que em 2011/2012 foram encontrados resultados superiores para o caráter rendimento de grãos independentemente da forma de manejo adotada. O rendimento das culturas é influenciado pela interação de vários fatores bióticos e abióticos como as condições meteorológicas, temperatura, radiação solar e principalmente o regime hídrico que, segundo Cunha *et al.* (1999), é limitante para a expressão do potencial de rendimento da soja no Rio Grande do Sul.

A Figura 1 representa o comportamento do caráter em função das doses de hidrotentor em cada manejo, pode-se observar que na safra 2011/2012 ao utilizar o manejo 1 o rendimento de grãos

aumentou lineamente frente ao aumento das doses de hidrotentor. Entretanto, ao utilizar o manejo 2 nesta mesma safra agrícola, o comportamento do rendimento de grãos foi quadrático, havendo aumento deste caráter até a dose de 10 kg ha⁻¹ de hidrotentor, a máxima eficiência técnica seria alcançada com a utilização da dose de 15 kg ha⁻¹, e a redução a partir destas doses.

Wofford Jr. (1989) trabalhando com a cultura do tomateiro em um solo arenoso obteve produtividade de 40 ton ha⁻¹ quando utilizou hidrogel, enquanto a testemunha, sem o polímero, não excedeu as 27 ton ha⁻¹. Nissen (1994) trabalhando com a utilização de hidrogel na produção de framboesas no sul do Chile obteve rendimento de frutos de 3.696 kg ha⁻¹ no tratamento com polímero, superior ao rendimento de 2.236 kg ha⁻¹ sem a utilização do polímero.

Na safra agrícola 2012/2013 utilizando o manejo 1, pode-se evidenciar uma redução no rendimento de grãos até a dose de 5 kg ha⁻¹ de hidrotentor, em relação a ausência de hidrotentor, com incremento deste até a dose de 15 kg ha⁻¹. No entanto, quando se utiliza o manejo 2, a resposta foi inversa a do manejo 1, ou seja, um aumento expressivo até a dose de 5 kg ha⁻¹ de hidrotentor, posteriormente, observada uma relativa redução do rendimento de grãos até a dose de 15 kg ha⁻¹ e posteriormente um novo aumento.

Com relação ao caráter massa de mil grãos, a safra agrícola de 2011/2012 o manejo 1 obteve magnitudes superiores utilizando-se a dose de 20 kg ha⁻¹ de hidrotentor (Quadro 2). De maneira semelhante, na safra 2012/2013, a forma de manejo 1 revelou efeito superior utilizando a dose 5 e 10 kg ha⁻¹. Dessa forma, a adição do hidrotentor juntamente a semente, proporcionou maior disponibilidade de água no período reprodutivo da soja, com adequada formação e enchimento dos grãos, resultando no maior acúmulo de matéria seca e, portanto, maior massa dos grãos da soja.

Wofford Jr. (1992) destaca que as raízes das plantas crescem por dentro dos grânulos do polímero hidratado, havendo maior desenvolvimento de pêlos radiculares proporcionando maior superfície de contato das raízes com a fonte de água e nutrientes, onde facilita a absorção. Barbedo e

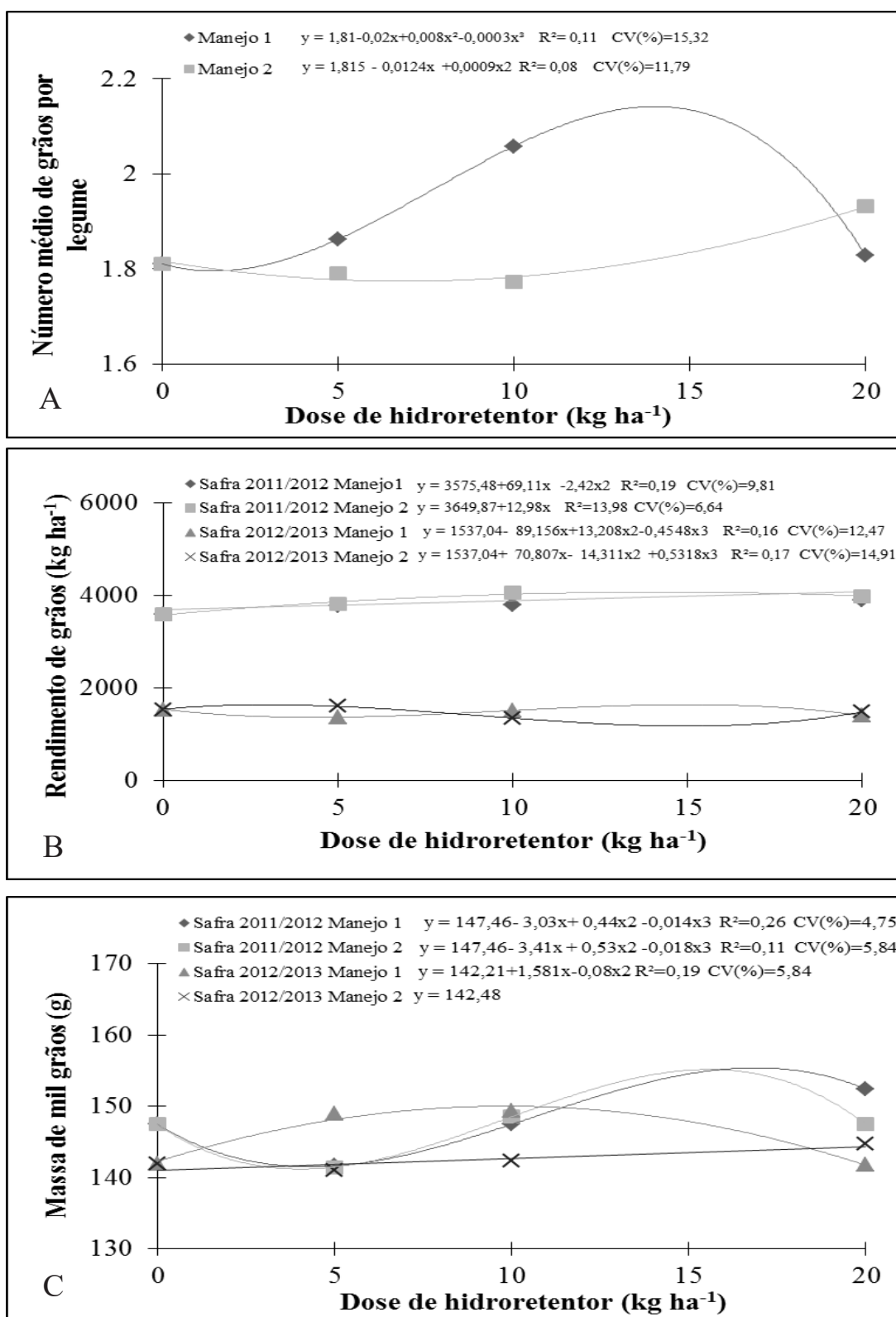


Figura 1 - Resultados da análise de regressão linear para os caracteres, rendimento de grãos, massa de mil grãos e número médio de grãos por legume sob as diferentes doses de hidrotentador na soja. Frederico Westphalen – RS, 2015.

Marcos Filho (1998) ressaltam que a água possui papel crucial na formação e maturação das sementes, principalmente como veículo para o carregamento dos fotoassimilados produzidos na fotossíntese, que farão parte da semente ou serão armazenados para futuras utilizações nas fases iniciais da germinação.

A partir da Figura 1, pode-se constatar que o comportamento do caráter massa de mil grãos, na safra agrícola 2011/2012 para os manejos 1 e 2 foram semelhantes, e se constatou leve redução até a dose de 5 kg ha⁻¹, e a partir deste ponto haveria um aumento do caráter até a dose de 15 kg ha⁻¹ se esse nível fosse empregado neste estudo. Para a safra agrícola 2012/2013, o manejo 1 revelou comportamento quadrático para a massa de mil grãos, uma

vez que houve um aumento deste caráter até a dose de 10 kg ha⁻¹ de hidroretentor. De acordo com Vale *et al.* (2006), doses elevadas de hidroretentores não exercem respostas positivas sob as variáveis, pois, o solo pode atuar como barreira impedindo e limitando a expansão do polímero e a retenção de água, pressupondo que as respostas relacionadas ao uso dos hidroretentores podem ser influenciadas pelas características físicas do solo. Quando utilizado o manejo 2, na safra agrícola 2012/2013, não foram encontradas respostas significativas para a massa de mil grãos, quando submetido as diferentes doses do hidroretentor.

Quanto ao caráter número médio de grãos por legume, constata-se que o manejo 1 expressa magnitude superior através da utilização de 10 kg

Quadro 2 - Médias para a interação safras agrícolas x manejos de incorporação do hidroretentor x doses de hidroretentor para o caráter massa de mil grãos (gramas). Frederico Westphalen – RS, 2015

Doses (kg ha ⁻¹)	Safras agrícolas			
	2011/2012		2012/2013	
	Manejos de incorporação do hidroretentor			
	1	2	1	2
0	147,458 A α	147,458 A α	141,891 A β	141,891 A β
5	141,618 A β	141,458 A α	148,948 A α	140,980 B α
10	147,442 A α	148,505 A α	149,357 A α	142,322 B β
20	152,432 A α	147,460 B α	141,815 A β	144,734 A α
CV (%)	5,053			

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (A) na linha para forma de manejo, e letras gregas (α) para as safras agrícolas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey com (p<0,25) de probabilidade.

Quadro 3 - Médias para a interação forma de manejo de incorporação do hidroretentor x dose do hidroretentor para o caráter número médio de grãos por legume (unidades). Frederico Westphalen, 2015

Doses (kg ha ⁻¹)	Manejo de incorporação do hidroretentor	
	1	2
0	1,811 A	1,811 A
5	1,862 A	1,791 A
10	2,057 A	1,772 B
20	1,829 A	1,932 A
CV (%)	14,02	

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (A) na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey com (p<0,25) de probabilidade.

ha⁻¹ de hidrotentor. Este efeito pode ter ocorrido em função do maior armazenamento e disponibilidade de água proporcionada pelo hidrotentor, possa ter possibilitado a melhor expressão do potencial genético desta cultivar, visto que Heiffing (2002) considera que o número de grãos por legume é uma característica tipicamente genética. McBlain e Hume (1981) destacam e o número de grãos por legume é fortemente influenciado pelo fato das cultivares modernas serem selecionadas para a formação de três óvulos por legume.

Quando analisado individualmente o comportamento do número médio de grãos por legume em função das doses de hidrotentor, constatou-se que este caráter aumentou expressivamente a partir da dose 5 kg ha⁻¹, e atingiria a máxima eficiência técnica

na dose 15 kg ha⁻¹ de hidrotentor (Figura 1), se esta fosse empregada. No entanto, ao utilizar o manejo 2, verificou-se inicialmente uma redução até as doses 5 e 10 kg ha⁻¹, com aumento dos níveis de hidrotentores observou-se um incremento no número médio de grãos por legume.

CONCLUSÕES

O uso de hidrotentores junto ao fertilizante promove maior rendimento de grãos da soja.

A maior eficiência técnica seria alcançada com o uso de 15 kg ha⁻¹ de hidrotentor, sendo promissora para aumentar o rendimento de grãos, massa de mil grãos e número médio de grãos por legume.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balena, S.P. (1998) – *Efeito de polímeros hidrotentores nas propriedades físicas e hidráulicas de dois meios porosos*. Curitiba. 57 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Paraná.
- Barbedo, C.J. & Marcos Filho, J. (1998) – Tolerância à dessecação em sementes. *Acta Botanica Brasilica*, vol. 12, n. 2, p. 145-164. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33061998000200005>
- Bearce, B.C.; McCollum, R.W. (1993) – *A comparison of peat-lite and noncomposted hardwood-bark mixes for use in pot and bedding-plant production and the effects of a new hydrogel soil amendment on their performance*. Virginia.
- Bowman, D.C.; Evans, R.Y. & Paul, J.L. (1990) – Fertilizer salts reduce hydration of polyacrylamide gels and affect physical properties of gel-amended container media. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, vol. 115, n. 3, p. 382-386.
- Bres, W. & Weston, L.A. (1993) – Influence of gel additives on nitrate, ammonium, and water retention and tomato growth in a soilless medium. *HortScience*, vol. 28, n. 10, p. 1005-1007.
- Brum, A.L.; Heck, C.R.; Lemes, C.L. & Müller, P.K. (2005) – A economia mundial da soja: impactos na cadeia produtiva da oleaginosa no Rio Grande do Sul 1970-2000. In: *Anais dos Congressos. XLIII Congresso da Sober em Ribeirão Preto*, São Paulo.
- CONAB (2015) – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Acompanhamento da Safra Brasileira: grãos*. Brasília, DF. Jan. 2015. <http://www.conab.gov.br>. [cit. 2015.02.04].
- Cunha, G.R.; Hass, J.C.; Dalmago, G.A. & Pasinato, A. (1999) – *Cartas de perda de rendimento potencial em soja no Rio Grande do Sul por deficiência hídrica*. Embrapa Trigo, Passo Fundo (Boletim de Pesquisa, I), 52 p.
- Cruz, C.D. (2013) – Genes – a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum Agronomy*, vol. 35, n. 3, p. 271-276. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>
- Doss, B.D. & Thurlow, D.L. (1974) – Irrigation, row width and plant population in relation to growth characteristics of two soybean varieties. *Agronomy Journal*, vol. 66, n. 5, p. 620-623. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj1974.00021962006600050006x>
- Fageria N.K. (1989) – *Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas*. 1.^a ed. Departamento de Publicações EMBRAP-CNPAP, Brasília, p.381-392.
- Heiffing, L.S. (2002) – *Plasticidade da cultura da soja (Glycine max (L.) Merrill) em diferentes arranjos espaciais*. Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Piracicaba, 85 p.

- McBlain, B.A. & Hume, D.J. (2002) – Reproductive abortion yield components and nitrogen content in three early soybean cultivars. *Canadian Journal of Plant Science*, vol. 61, n. 3, p. 499-505. <http://dx.doi.org/10.4141/cjps81-072>
- Miyasaka, S. & Medina, J.C. (1981) – *A soja no Brasil*. 1ª ed. ITAL, São Paulo, 174 p.
- Nissen, J. (1994) – Uso de hidrogeles en la producción de frambuesas (*Rubus idaeus*) del sur de Chile. *Agro Sur*, vol. 22, n. 2, p. 160-164.
- Perecin, D. & Cargnelutti Filho, A. (2008) – Efeitos por comparações e por experimento em interações de experimentos fatoriais. *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 32, n. 1, p. 68-72. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000100010>
- Pill, W.G. & Stubbolo, M.R. (1976) – Tomato seedling growth in peat and peat-lite blocks amended with hydrophilic polymer. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, vol. 17, n. 1, p. 45-61. <http://dx.doi.org/10.1080/00103628609367695>
- Sampat, G. (1973) – *Física de Suelos – Principios y Aplicaciones*. Editora Limusa-Wiley, S. A., México, 351 p.
- Sionit, N. & Kramer, J.P. (1977) – Effect of water stress during different stages of growth of soybeans. *Agronomy Journal*, vol. 69, n. 2, p. 274-278. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj1977.00021962006900020018x>
- Vale, F.R.G.; Carvalho, S.P. & Paiva, L.C. (2006) – Avaliação da eficiência de polímeros hidroretentores no desenvolvimento do cafeeiro em pós-plantio. *Coffee Science*, vol. 1, n. 1, p. 7-13.
- Wofford Jr., D.J. (1989) – *Use of cross-linked polyacrylamide in agriculture for increasing yield or reducing irrigation*. <https://www.hydrosourc.com/use-of-cross-linked-polyacrylamide-in-agriculture-for-increasing-yield-or-reducing-irrigation/>
- Wofford Jr., D.J. (1992) – *Worldwide research suggestions for cross-linked polyacrylamide in agriculture*. <https://www.hydrosourc.com/worldwide-research-suggestions-for-cross-linked-polyacrylamide-in-agricultural-research/>