



Revista  
Técnico-Científica



## COMPONENTES DE RENDIMENTO E PRODUTIVIDADE DA SOJA CULTIVADA COM HIDROGEL

Rafael Raul Minosso<sup>1</sup>, Gabriel Luiz Sostisso<sup>1</sup>, João Alexandre Lopes Dranski<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agro. Faculdade Educacional de Medianeira – UDC Medianeira, Paraná, Brasil;

<sup>2</sup> Biol. Dr. Prof. da Faculdade Educacional de Medianeira – UDC Medianeira, Paraná, Brasil. E-mail: joaodranski@yahoo.com.br. \* Autor para correspondência.

**RESUMO:** A disponibilidade hídrica apresenta-se como um dos elementos climáticos que mais afetam o desenvolvimento e a produtividade da soja e o uso de hidrogel pode promover maior produção da soja em períodos com déficit hídrico. Avaliou-se os efeitos de concentrações de hidrogel aplicado na semeadura sobre componentes de rendimento e produtividade da soja tolerante e não tolerante ao déficit hídrico. O experimento foi conduzido durante a safra de 2018/2019. Utilizaram-se as cultivares de soja BS2606IPRO e Nidera 5909 RG, correspondendo respectivamente aos genótipos tolerante e não tolerante ao déficit hídrico. O experimento seguiu o delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições. Testou-se as concentrações de 0, 10, 20, 30, 40 e 50 kg ha<sup>-1</sup> de hidrogel. Ao final do ciclo quantificou-se número de plantas por hectare, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de mil grãos e a produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias a análise de regressão. Para a cultivar tolerante ao déficit hídrico não houve efeitos significativos com o uso do hidrogel ( $p > 0,05$ ). Para a cultivar não tolerante, concentrações iguais ou superiores a 10 kg ha<sup>-1</sup> de hidrogel incrementa a produtividade e a massa de grãos.

**Palavras-chave:** *Glycine max* L. Merrill, déficit hídrico, polímero hidroretentor, produção.

## YIELD AND YIELD COMPONENTS ON SOYBEAN CULTIVATION WITH HYDROGEL

**ABSTRACT:** Water availability is one of the climate elements that most affect soybean development and productivity and hydrogel use may promote higher soybean production in periods of water deficit. The effects of concentrations of hydrogel applied on sowing on yield and yield components of tolerant and non-tolerant soybean were evaluated. The experiment was conducted during the 2018/2019 crop. The soybean cultivars BS2606IPRO and Nidera 5909 RG were used, corresponding respectively to the tolerant and non-tolerant water deficit genotypes. The experiment followed a randomized block design with four replications. The hydrogel concentrations of 0, 10, 20, 30, 40 and 50 kg ha<sup>-1</sup> were tested. At the end of the cycle the number of plants per hectare, number of pods per plant, number of grains per pod, weight of one thousand grains and yield were quantified. The data were subjected to variance analysis and means to regression analysis. For the water deficit tolerant cultivar there were no significant effects with

*hydrogel use ( $p>0.05$ ). For the non-tolerant cultivar, hydrogel concentrations of 10 kg ha<sup>-1</sup> or higher increases yield and grain mass.*

**Keywords:** *Glycine max L. Merril, water deficit, hydro retainer polymer, yield.*

## INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de soja em grãos do mundo. Na safra de 2018/2019 o país produziu 115 milhões de toneladas do grão, mas com redução de 3,6% na produção em relação à safra passada, mesmo com um aumento de 2,0% de áreas plantadas com a cultura no Brasil. Esta redução se deu em função adversidades climáticas registradas ao longo do ciclo (CONAB, 2019).

A disponibilidade hídrica é importante no desenvolvimento da cultura da soja, sendo mais crítica nos períodos de emergência, floração e enchimento de grãos (SILVA et al., 2015).

A ocorrência de veranicos (período de curta estiagem, com duração de até 20 dias durante o período chuvoso) influencia decisivamente no cronograma rural, principalmente nas atividades de preparo do solo, semeadura, aplicação de defensivos, irrigação e colheita, assim como do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, a qual causa perdas significativas de produtividade à medida que a estiagem se intensifica (MORANDO et al., 2014, RODRIGUES et al., 2018).

Apesar do Estado do Paraná apresentar uma tendência de aumento na quantidade de chuvas, principalmente durante a primavera e o verão, os veranicos com duração de 5 a 10 dias, com quantidade de pluviosidade acumulada inferior a 10 mm ocorrem preferencialmente na primavera (MINUZZI; CARAMORI, 2011), momento em que se estabelecem os campos de produção de soja no estado do Paraná.

O hidrogel tem sido amplamente utilizado para melhorar a disponibilidade de água para as plantas, aumentando as propriedades de retenção de água no solo e em meios de cultivo, melhorando a eficiência de uso de água, de fertilizantes e melhorando propriedades físicas do solo (ABOBATTA, 2018). O polímero retém a água proveniente da chuva ou da irrigação e a disponibiliza de forma gradual para o sistema radicular da planta, sendo capaz de diminuir o processo de dessecação das raízes em períodos de seca e permitindo desenvolvimento vegetal mesmo em condições de déficit hídrico. O polímero também aumenta a disponibilidade de nutrientes para as plantas, reduzindo

perdas por percolação e lixiviação de nutrientes, melhorando a aeração, troca catiônica e drenagem do solo (GUILHERME et al., 2015).

Com relação ao seu uso em cultivos agrícolas, a incorporação de 30 kg ha<sup>-1</sup> do hidrogel reteve umidade na profundidade de 0-30 cm em um Cambissolo chernozêmico em mais de 30% e liberando-a gradativamente para plantas de soja, resultando em uma forte correlação positiva com a produtividade de grãos (GALES et al., 2016). A aplicação de 110 kg ha<sup>-1</sup> de hidrogel na linha de semeadura, em um solo argiloso, incrementou a produtividade do milho sob condições normais e de déficit hídrico, mesmo em tratamentos que houve a inoculação com microrganismos fixadores de nitrogênio (MOSLEMI et al., 2011). Mamann et al. (2017) relataram maior eficiência do uso de nitrogênio para a cultura do trigo cultivado sobre um Latossolo Vermelho distroférico com o uso de concentrações entre 30 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de hidrogel.

Apesar de respostas associadas à produtividade estar relacionada à concentração de hidrogel deve ser levado em consideração à tolerância do genótipo em relação ao déficit hídrico. Portanto a concentração mais assertiva dependerá desta característica genotípica.

O presente trabalho deve por objetivo avaliar os efeitos de concentrações de hidrogel aplicado na semeadura sobre componentes de rendimento e produtividade da soja tolerante e não tolerante ao déficit hídrico.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi conduzida durante a safra de verão 2018/2019, em uma área experimental situada no município de São Miguel do Iguaçu - PR, localizado à latitude de 25,33685 S; longitude 54,19646 O; e altitude de 410 m. O clima da região segundo classificação de Köppen é o Subtropical Úmido Mesotérmico com verões quentes (temperatura média superior a 22 °C), tendência à concentração de chuvas e invernos com geadas pouco frequentes (temperatura média inferior a 18 °C). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico típico, de textura argilosa (EMBRAPA, 2006).

Utilizou-se duas cultivares de soja: Bayer BS 2606 IPRO, a qual é tolerante ao déficit hídrico (CT) e a cultivar Nidera 5909 RR a qual não é tolerante ao déficit hídrico (CNT). Para cada cultivar, o experimento foi conduzido individualmente.

O plantio para ambas as cultivares ocorreu em sistema convencional, cuja semeadura foi realizada em novembro de 2018, com densidade de plantas de 200 mil plantas por hectare, dispostas em linhas de 0,50 m com 10 sementes por metro linear. Realizou-se fertilização de cobertura, a lanço, no estágio vegetativo V2, com 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação N<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O (2-20-18). Não houve preparo prévio do solo e correção da acidez. A colheita ocorreu na segunda quinzena de março de 2019, para ambas as cultivares. Não foi realizada a dessecação em pré-colheita.

O experimento seguiu o delineamento em blocos casualizados (DBC), com 4 blocos e 6 tratamentos, constituídos das concentrações de 0, 10, 20, 30, 40 e 50 kg ha<sup>-1</sup> de hidrogel. A unidade experimental possuiu 5 x 2 m e 1 m de espaçamento entre parcelas. O hidrogel foi previamente hidratado de acordo com a concentração e 100 ml por metro linear foi aplicado no sulco de semeadura, sobre as sementes de soja.

Ao final do ciclo da cultura, foram avaliados os respectivos componentes de rendimento:

*Número de plantas por hectare (NPha)*: para cada parcela contabilizou-se o número médio de plantas por metro linear. Os resultados foram expressos em número de plantas (x 1.000), de acordo com a Equação 1.

$$NPha (\times 1.000) = \frac{\text{número de plantas por metro linear}}{0,5} \times 10 \quad (\text{Equação 1})$$

*Número médio de vagens por planta (NVP)*: em cada parcela útil, selecionaram-se aleatoriamente 10 plantas e contou-se o número de vagens em cada uma delas. Em seguida, calculou-se o número médio de vagens por planta.

*Número de grãos por vagem (NGV)*: das vagens contabilizadas, extraíram-se manualmente os grãos contabilizou-se o número de grãos. O resultado foi o quociente entre o número de grãos contabilizados pelo número total de vagens em 10 plantas, de acordo com a Equação 2.

$$NGV = \frac{\text{número de grãos contidos em n vagens}}{\text{Número total de vagens}} \quad (\text{Equação 2})$$

*Massa de mil grãos (Mmil 13%)*: oito subamostras de 100 grãos foram contabilizadas por parcela, obtendo-se a massa média por repetição, que foi então multiplicado por 10. Os resultados foram expressos em gramas.

Uma amostra de 10 g de sementes por parcela foi acondicionada em estufa de circulação de ar, ajustada à temperatura de  $133 \pm 3$  °C por 4 h, para obtenção do grau de umidade expresso em base úmida (GUbu). Este valor foi então utilizado para ajustar a massa de mil grãos à umidade de 13%, conforme a Equação 3.

$$Mmil (13\%) = \frac{Mmil \times (100 - GUbu)}{(100 - 13)} \quad (\text{Equação 3})$$

*Produtividade (Prod.)*: a produtividade por parcela foi calculada com base no número de plantas por hectare ( $\times 1.000$ ), número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de mil grãos (Equação 4). Os resultados foram expressos em  $\text{kg ha}^{-1}$ .

$$Prod. = \frac{NPha \times NVP \times NGV \times Mmil 13\%}{1.000} \quad (\text{Equação 4})$$

Os dados foram averiguados quanto à normalidade da distribuição dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk e quanto à homogeneidade das variâncias dos erros pelo teste de Brown-Forsythe, ambos a 5% de probabilidade e erro. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância com o auxílio do software Sigmaplot v.12 (SIGMAPLOT, 2011). Quando da existência de diferenças estatisticamente significativas, os dados foram submetidos à análise de regressão. Adicionalmente, para cada cultivar foi realizada a análise de correlação de Pearson entre componentes de rendimento com a produtividade, a 5% de probabilidade de erro pelo teste t.

## RESULTADOS

A análise de variância revelou não haver diferenças significativas entre as concentrações de hidrogel para a cultivar tolerante ao déficit hídrico (Tabela 1). O resultado do plantio foi em média de 126.490 plantas por hectare, 81,15 vagens por planta, com 2,07 grãos por vagem.

Tabela 1. Resumo da análise de variância e valores médios dos componentes de rendimento e produtividade de cultivares de soja tolerante (CT) e não tolerante (CNT) ao déficit hídrico em função de concentrações de hidrogel.

Table 1. Summary of variance analysis and average values of yield and yield components of tolerant (CT) and non-tolerant (CNT) water deficit soybean cultivars as a function of hydrogel concentrations.

Cultivar		Npha (x 1000)	NVP	NGV	M <sub>mil 13%</sub>	Prod.
CT	F <sub>cal</sub>	1,02	0,79	0,73	0,68	1,23
	p-valor	0,44	0,57	0,61	0,65	0,35
	CV (%)	10,9	22,6	7,6	6,1	26,4
	Média	126,49	81,15	2,07	138,52	2.712,96
CNT	F <sub>cal</sub>	1,85	2,88	2,59	3,77	4,16
	p-valor	0,16	0,05	0,07	0,02	0,02
	CV (%)	6,9	17,2	5,2	6,2	17,6
	Média	136,43	98	2,00	149,19	3.911,60

Em que: F<sub>cal</sub>: valor calculado da ANOVA para efeito de concentração de hidrogel; p-valor: probabilidade de significância para o efeito de concentração de hidrogel; CV (%): coeficiente de variação.

Os resultados da análise de variância indicou não haver significância ( $p > 0,05$ ) para número de plantas por hectare (NPHa), número de vagens por planta (NVP) e número de grãos por vagem (NGV) para cultivar não tolerante ao déficit hídrico (Tabela 1), sendo que o estande foi em média de 136,4 mil plantas por hectare, contendo em média 98 vagens com 2,0 grãos.

A massa média de mil grãos a 13% de umidade foi de 138,5 g para a cultivar tolerante ao déficit hídrico ( $p = 0,65$ ), mas para a cultivar não tolerante houve um aumento significativo ( $p = 0,02$ ), sendo que o peso máximo foi obtido com a concentração de 47,5 kg ha<sup>-1</sup> de hidrogel (Figura 1), correspondendo a uma massa de 158,4 g, o que representa um incremento de 17% quando não aplicado na semeadura da soja.

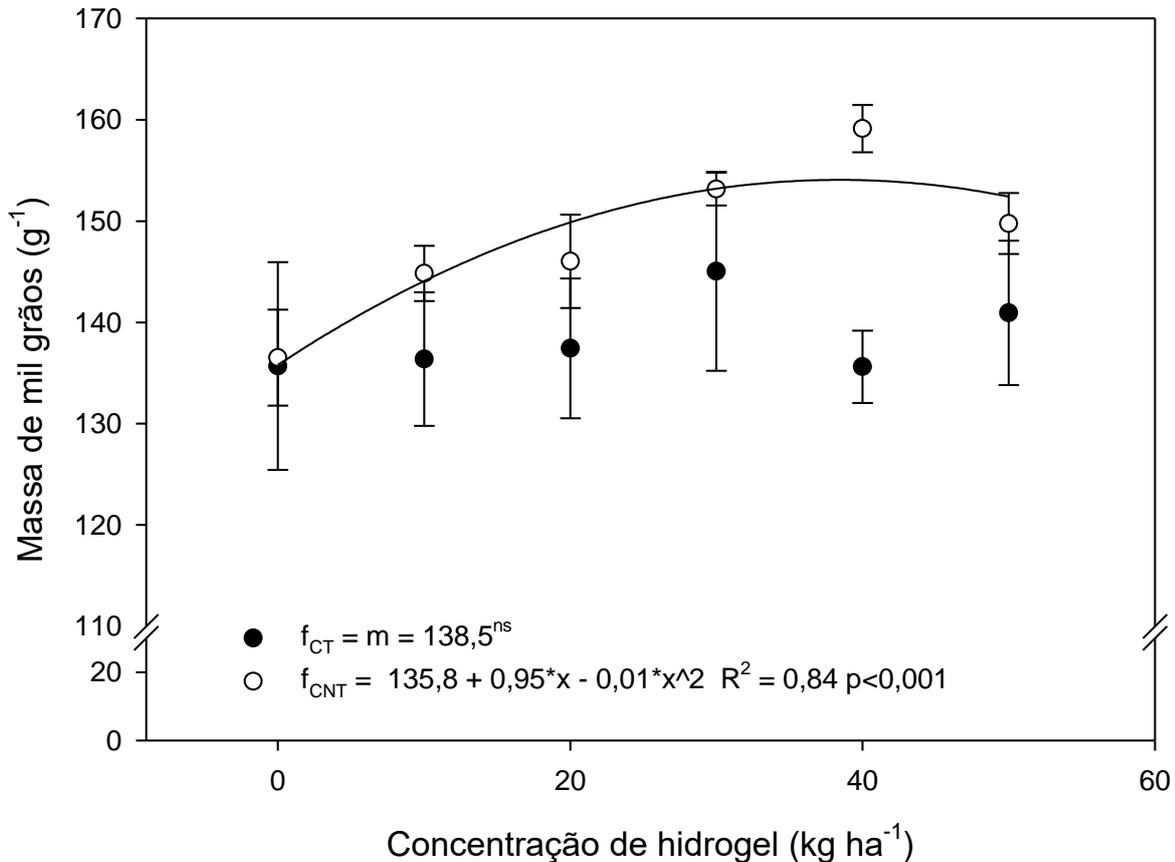


Figura 1. Massa de mil grãos de cultivares de soja tolerante (CT) e não tolerante (CNT) ao déficit hídrico em função de concentrações de hidrogel.

Figure1. Mass of one thousand grains of tolerant (CT) and non-tolerant (CNT) water deficit soybean cultivars as a function of hydrogel concentrations.

A produtividade não foi significativamente incrementada para a cultivar tolerante ao déficit hídrico ( $p = 0,35$ ), cuja produtividade média foi de  $2.712,96 \text{ kg ha}^{-1}$ , ao passo que para a cultivar não tolerante a produtividade aumentou exponencialmente (Figura 2).

A máxima eficiência agrônômica foi alcançada com a concentração de  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de hidrogel o que representa a produtividade de  $4.315,5 \text{ kg ha}^{-1}$  para soja não tolerante ao déficit hídrico. Este resultado indicou um incremento de  $1.734,4 \text{ kg ha}^{-1}$  de soja (29 sacas de  $60 \text{ kg}$ ), ou seja, uma produtividade 67% superior quando do não uso de hidrogel.

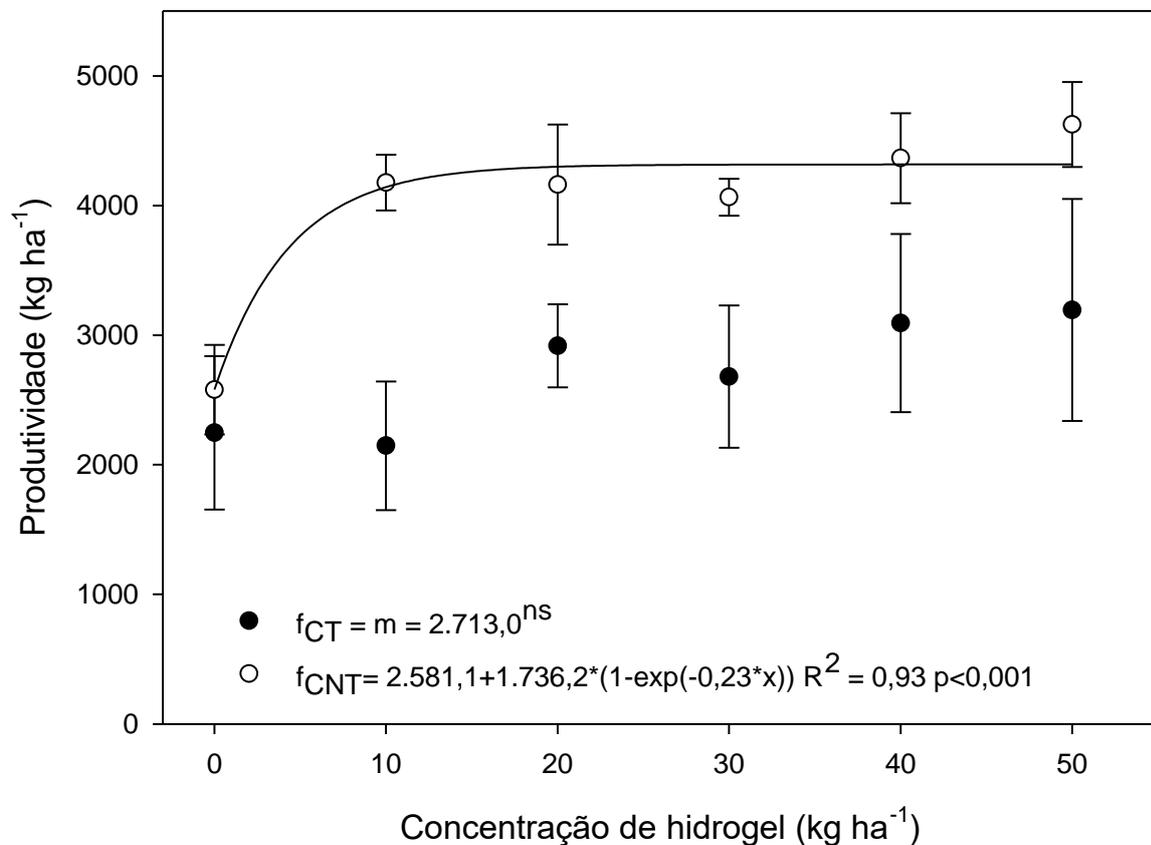


Figura 2. Produtividade de cultivares de soja tolerante (CT) e não tolerante (CNT) ao déficit hídrico em função de concentrações de hidrogel.

Figure 2. Yield of tolerant (TC) and non-tolerant (CNT) water deficit soybean cultivars as a function of hydrogel concentrations.

A análise de correlação revelou que a produtividade da soja não tolerante ao déficit hídrico foi influenciada pelo número de plantas por hectare ( $r = 0,82$   $p = 0,034$ ), mas principalmente pelo número de vagens por planta ( $r = 0,98$   $p < 0,001$ ). Para a massa de mil grãos e número de grãos por vagem não houve significância para os coeficientes de correlação de Pearson ( $p > 0,05$ ). Para a cultivar tolerante houve correlação significativa entre a produtividade com o número de vagens por planta ( $r = 0,87$   $p = 0,02$ ), mas as concentrações de hidrogel não foram significativas pela análise de variância ( $p > 0,05$ ).

De acordo com dados agroclimáticos da região de implantação do experimento (Figura 3) observou-se nos primeiros 10 dias do mês de outubro de 2018, houve um acumulado de 165 mm de precipitação, equivalente a 16,5 mm por dia. Neste período, a umidade relativa do ar foi em média 82,2% e a temperatura média foi de 21,4 °C. Com o passar dos meses, visualizou-se uma queda significativa no volume de chuvas,

principalmente na fase de florescimento, em que a precipitação média, de 30 de novembro a 19 de dezembro foi de 0,16 mm por dia.

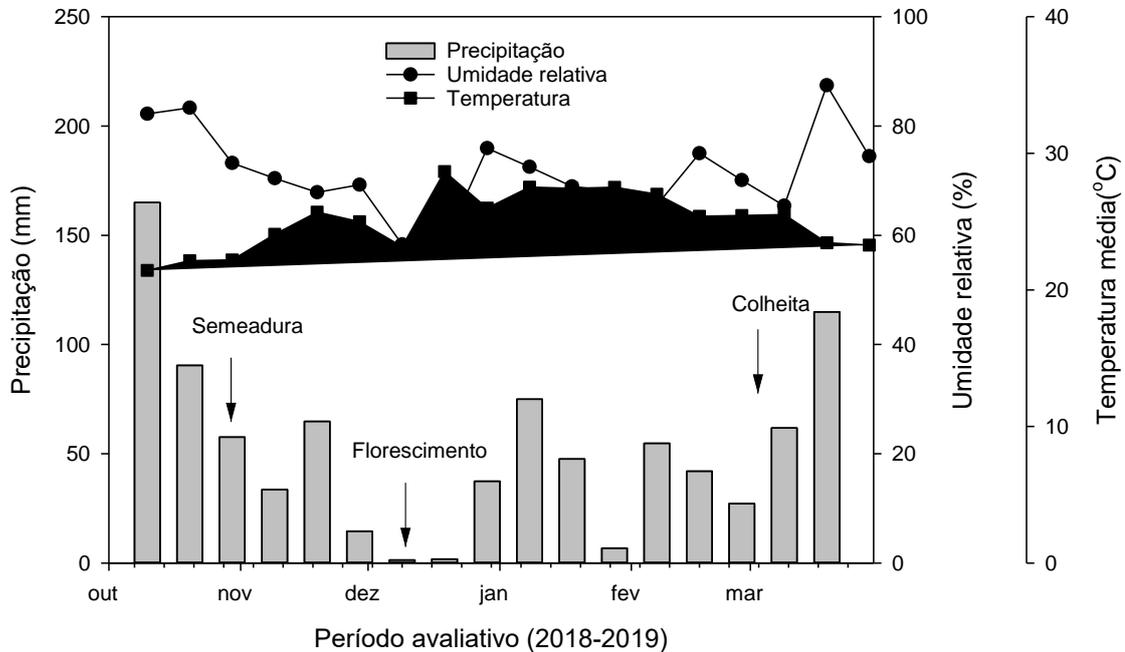


Figura 3. Precipitação acumulada (mm) e média de temperatura e umidade relativa do ar no período de outubro de 2018 a março de 2019, da região de cultivo (SIMEPAR, 2019).

Figure 3. Accumulated precipitation (mm) and temperature and relative humidity average in the period from October 2018 to March 2019, from the cultivation region (SIMEPAR, 2019).

No período avaliativo, o acumulado de precipitação foi em torno de 470 mm. Segundo Silva et al. (2015) a necessidade total de água da cultura da soja, para obtenção do máximo rendimento varia entre 450 a 800 mm. Observa-se que as precipitações foram, em média, inferiores ao necessário para o estágio reprodutivo da planta e isso resultou na expressão do potencial genético da cultivar tolerante ao déficit hídrico, haja vista a ausência de diferenças significativas nos componentes de rendimento e produtividade com o uso do hidrogel. Para a cultivar não tolerante o efeito do hidrogel mostrou-se sinérgico para o incremento da produtividade.

## DISCUSSÃO

A tolerância ao déficit hídrico é variável em função do genótipo. Chavarria et al. (2015) observaram a soja BMX Apolo RR teve redução significativa na assimilação de CO<sub>2</sub> em decorrência do aumento da resistência estomática, ao atingir níveis de potencial

hídrico no solo inferiores a  $-0,03$  MPa, mas não o suficiente para reduzir o crescimento vegetativo. Para Catuchi et al. (2011) estudando diferentes genótipos de soja observaram que genótipo de soja tolerante ao déficit hídrico manteve maior alocação de biomassa em vagens, assim como maior eficiência da área foliar para a produção de massa seca sob cultivo irrigado ou sob déficit hídrico. Tais resultados corroboram com o observado para o genótipo tolerante ao déficit hídrico, o qual mesmo cultivado com hidrogel não resultou em incrementos significativos nos componentes de rendimento, porém, houve correlação significativa entre número de vagens com a produtividade.

O aumento na massa de mil grãos obtido para a soja não tolerante ao déficit hídrico foi o reflexo da maior capacidade fotossintética e de translocação de compostos orgânicos para estruturas reprodutivas, como as vagens e os grãos. Segundo Sandoval et al. (2017) o incremento significativo na produção de biomassa fresca do milho para silagem (32% sobre o controle, sem hidrogel), utilizando doses de 15 a 25  $\text{hg ha}^{-1}$  de hidrogel, no sulco de plantio, se deve a maior capacidade fotossintética, cujas plantas cultivadas com o emprego do polímero tiveram uma assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  cerca de 28% maior em relação ao cultivo sem hidrogel.

Na presente pesquisa a concentração que resultou na maior produtividade da soja não tolerante ao déficit hídrico foi com o uso  $30 \text{ kg ha}^{-1}$ , porém, o incremento de produtividade comparado com a concentração de  $10 \text{ kg ha}^{-1}$  foi em torno de 4% ( $167,2 \text{ kg ha}^{-1}$ ), o que possibilitaria a economia do polímero, mas mantendo uma produtividade elevada, em torno de 61% sobre o cultivo sem hidrogel, com o ônus na perda de peso do grão, com ganho médio de 6%.

Nas condições de um solo argiloso, na região norte do estado do Rio Grande do Sul, Pelegrin et al. (2017) avaliaram as dosagens 0, 5, 10 e  $20 \text{ kg ha}^{-1}$  do hidrogel cultura da soja, utilizando dois métodos de aplicação (via aplicação no sulco de semeadura e via aplicação no sulco do fertilizante) e concluíram que a utilização do hidrogel junto ao fertilizante promoveu maior rendimento de grãos. A maior eficiência técnica foi alcançada com uso de  $15 \text{ kg ha}^{-1}$ , sendo promissora para o rendimento de grãos, massa de mil grãos e número médio de grãos por vagem.

A eficiência do hidrogel em condições de estiagem, nas fenofases críticas, como a do enchimento de grãos foi observada Fidelis et al. (2018) que recomendaram doses entre 14 e  $18 \text{ kg ha}^{-1}$  para a soja, no estado do Tocantins, promovendo maior altura de plantas, número de vagens, massa de cem grãos e produtividade de grãos. Ressalta-se

que os referidos autores se depararam com baixa pluviosidade no estágio reprodutivo (ocorrendo 33 dias com precipitação abaixo de 5 mm).

Nas condições do clima Semiárido da Índia, em solo arenoso, Pragnya et al. (2018) observaram que a aplicação de 50 kg ha<sup>-1</sup> de hidrogel não hidratado no sulco de semeadura da soja foi responsável por aumentar a umidade em 60% no rizoplano e isso resultou no aumento da produtividade naquelas condições, onde a precipitação acumulada foi de 408 mm. Já Yazdani et al. (2007) observaram um aumento linear na produtividade de soja em condições de déficit hídrico, e recomendaram a dose de 225 kg ha<sup>-1</sup>, o que possibilitou substituir a irrigação em ambientes áridos, como o do Irã.

## **CONCLUSÕES**

O uso de hidrogel aplicado hidratado aplicado no sulco de semeadura, sobre as sementes de soja tolerante ao déficit hídrico não incrementou os componentes de rendimento e a produtividade. Para a cultivar não tolerante, concentrações iguais ou superiores a 10 kg ha<sup>-1</sup> de hidrogel incrementa a produtividade e a massa de grãos.

## REFERÊNCIAS

- ABOBATTA, W. **Impact of hydrogel polymer in agricultural sector**. Advances in Agriculture and Environmental Science, v. 1, n. 2, p. 59-64, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.30881/aaeoa.00011>
- CATUCHI, T. A.; VÍTOLO, H. F.; BERTOLLI, S. C.; SOUZA, G. M. Tolerance to water deficiency between two soybean cultivars: transgenic versus conventional. **Ciência Rural**, v. 41, n. 3, p. 373-378, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011000300002>
- CHAVARRIA, G.; DURIGON, M. R.; KLEIN, V. A.; KLEBER, H. Restrição fotossintética de plantas de soja sob variação de disponibilidade hídrica. **Ciência Rural**, v. 45, n. 8, p. 1387-1393, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140705>
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 6 – safra 2018/19. 10º Levantamento. Brasília, p. 1-113 julho 2019.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- FIDELIS, R. R.; LOPES, M. B. S.; MARTINEZ, R. A. S.; MARQUES, K. R.; AGUIAR, R. W. S.; VELOSO, D. A. Influence of hydrogel use on soybean cultivation hydric stress. **Bioscience Journal**, v. 34, n. 5, p. 1219-1224, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v34n5a2018-39470>
- GALEȘ, D. C.; TRINCĂ, L. C.; CAZACU, A.; PEPTU, C. A.; JIȚĂREANU, G. **Effects of a hydrogel on the cambic chernozem soil's hydrophysic indicators and plant morphophysiological parameters**. Geoderma, v. 267, p. 102-111, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.12.008>
- GUILHERME, M. R.; AOUADA, F. A.; FAJARDO, A. R.; MARTINS, A. F.; PAULINO, A. T.; DAVI, M. F. T.; RUBIRA, A. F.; MUNIZ E. C. Superabsorbent hydrogels based on polysaccharides for application in agriculture as soil conditioner and nutrient carrier: A

review. **European Polymer Journal**, v. 72, p. 365-385, 2015. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2015.04.017>

MAMANN, A. T. W.; SILVA, J. A. G.; SCREMIN, O. B.; MANTAI, R. D.; SCREMIN, A. H.; DORNELLES, E. F. Nitrogen efficiency in wheat yield through the biopolymer hydrogel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 10, p. 697-702, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n10p697-702>.

MINUZZI, R. B.; CARAMORI, P. H. Variabilidade climática sazonal e anual da chuva e veranicos no Estado do Paraná. **Revista Ceres, Viçosa**, v. 58, n. 5, p. 593-602, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2011000500009>

MORANDO, R.; SILVA, A.O.; CARVALHO, L.C.; PINHEIRO, M.P.M.A. Déficit hídrico: efeito sobre a cultura da soja. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 3, n. especial, p. 114-129, 2014.

MOSLEMI, Z.; HABIBI, D.; ASGHARZADEH, A.; ARDAKANI, M. R.; MOHAMMADI, A.; SAKARI, A. Effects of super absorbent polymer and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components of maize under drought stress and normal conditions. **African Journal of Agricultural Research**, v. 6, n. 19, p. 4471-4476, 2011. DOI: <https://dx.doi.org/10.5897/AJAR10.462>

PELEGRIN, A. J.; NARDINO, M.; FERRARI, M.; CARVALHO, I. R.; SZARESKI, V. J.; BELLE, R.; CARON, B. O.; SOUZA, V. Q. Polímeros hidroretentores na cultura da soja em condições de solo argiloso na região norte do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 175-182, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.19084/RCA15162>

PRAGNYA, P.; PAYAL, S.; PRAVEEN, T. Effect of hydrophilic polymer application on soil moisture and yield of soybean crop (*Glycine Max*). **International Journal of Environment Sciences and Natural Resources**, v. 10, n. 4, p. 1-5, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/0.19080/IJESNR.2018.10.555795>

RODRIGUES, D. S.; SCHUCH, L. O. B.; MENEGHELLO, G. E.; PESKE, S. T. Desempenho de plantas de soja em função do vigor das sementes e do estresse hídrico,

**Revista Científica Rural**, v. 20, n. 2, p. 144-158, 2018. DOI: <https://doi.org/10.30945/rcr-v20i2.260>

SANDOVAL, A. P.; YÁÑEZ-CHÁVEZ, L. G.; SÁNCHEZ-COHEN, I.; SAMANIEGO-GAXIOLA, J. A.; TREJO-CALZADA, R. Hydrogel, biocompost and its effect on photosynthetic activity and production of forage maize (*Zea mays* L.) plants. **Acta Agronómica**, v. 66, n. 1, p. 63-68, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v66n1.50868>

SIGMAPLOT. **Scientific Graphing Software: Version 12.0**. San Rafael: Jandel Corporation, 2011.

SILVA, A.F.; SEDIYAMA, T.; BORÉM, A. Exigências edafoclimáticas. In: SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. (Eds.). **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2015. p. 54-65.

SISTEMA METEOROLÓGICO DO PARANÁ (SIMEPAR). São Miguel do Iguaçu/PR. Disponível em: <<http://www.simepar.br>>. Acesso em: 03 mai. 2019.

YAZDANI, F.; ALLAHDADI, I.; AKBARIIMPACT, G. A. Impact of superabsorbent polymer on yield and growth analysis of soybean (*Glycine max* L.) under drought stress condition. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 10, n. 23, 4190-4196, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.3923/pjbs.2007.4190.4196>