

Influência de Hidrogel em Caracteres Fitotécnicos da Soja**Influence of Hydrogel on Phytotechnical Characters of Soybean**

DOI:10.34117/bjdv6n8-007

Recebimento dos originais: 08/07/2020

Aceitação para publicação: 04/08/2020

Patrícia Clemente Abraão

Mestranda em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE
Endereço: Rua Pernambuco, 1777, Bloco IV, Centro, Caixa postal: 91, CEP: 85960-000 -
Marechal Cândido Rondon, Paraná-Brasil
E-mail: patriciaabraao@gmail.com

José Barbosa Duarte Júnior

Doutor em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro-
UENF
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE
Endereço: Rua Pernambuco, 1777, Bloco IV, Centro, Caixa postal: 91, CEP: 85960-000 -
Marechal Cândido Rondon, Paraná-Brasil
E-mail: bduarte7@yahoo.com.br

Vandeir Francisco Guimarães

Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho- UNESP
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE
Endereço: Rua Pernambuco, 1777, Bloco IV, Centro, Caixa postal: 91, CEP: 85960-000 -
Marechal Cândido Rondon, Paraná-Brasil
E-mails: vandeirfg@yahoo.com.br

Affonso Celso Gonçalves Júnior

Pós-Doutor em Ciências Agrárias pela Universidade Estadual de Maringá – UEM
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE
Endereço: Rua Pernambuco, 1777, Bloco IV, Centro, Caixa postal: 91, CEP: 85960-000 -
Marechal Cândido Rondon, Paraná-Brasil
E-mail: affonso133@hotmail.com

Antonio Carlos Torres da Costa

Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro- UFRRJ
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE
Endereço: Rua Pernambuco, 1777, Bloco IV, Centro, Caixa postal: 91, CEP: 85960-000 -
Marechal Cândido Rondon, Paraná-Brasil
E-mail: antonio.unioeste@hotmail.com

Cláudio Yuji Tsutsumi

Doutor em Agronomia pela Universidade de São Paulo- USP
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

Endereço: Rua Pernambuco, 1777, Bloco IV, Centro, Caixa postal: 91, CEP: 85960-000 -
Marechal Cândido Rondon, Paraná-Brasil
E-mail: claudio.tsutsumi@unioeste.br

Willian Bosquete Rosa

Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE
Endereço: Rua Pernambuco, 1777, Bloco IV, Centro, Caixa postal: 91, CEP: 85960-000 -
Marechal Cândido Rondon, Paraná-Brasil
E-mail: willian_agro@hotmail.com

Samara Brandão Queiroz

Doutora em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE
Endereço: Rua Pernambuco, 1777, Bloco IV, Centro, Caixa postal: 91, CEP: 85960-000 -
Marechal Cândido Rondon, Paraná-Brasil
E-mail: samarabrandaoqueiroz@gmail.com

RESUMO

O déficit hídrico durante a germinação de sementes e o estabelecimento da cultura da soja pode acarretar prejuízos agrônômicos. O objetivo da realização deste trabalho foi avaliar a influência dos polímeros hidroabsorventes ou hidrogéis, nos caracteres fitotécnicos da cultura da soja em sistema de semeadura direta (SSD), num LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (D.B.C.), com quatro repetições, em esquema fatorial 2 x 5 + 1, com fontes dos polímeros (Polim-Agri PP® e Hydroplan-EB/HyC®) e as doses (5, 10, 15, 20 e 30 kg ha⁻¹), e a dose zero ou testemunha (adicional). Os polímeros hidroabsorventes na dose de 20 kg ha⁻¹ favoreceu a obtenção de aproximadamente 4% a mais de plantas com 322.083 plantas ha⁻¹ em relação a testemunha sem o uso destes produtos com 310.000 plantas ha⁻¹. As doses do hidroabsorventes aumentaram o número de grãos por vagem e massa de mil grãos e, conseqüentemente contribui para o aumento de produtividade pontualmente, mas somente até a dose 20 kg ha⁻¹ de hidrogel.

Palavras-chave: Componentes de produção. Efeitos no solo. *Glycine max*. Hidrogel.

ABSTRACT

The water deficit during seed germination and the establishment of soybean crops can cause agronomic losses. The objective of this work was to evaluate the influence of hydro-absorbent polymers or hydrogels, in the phytotechnical characters of soybean under no-tillage system (SSD), in an Eutrophic RED LATOSOL. The design used was in randomized blocks (DBC), with four replications, in a 2 x 5 + 1 factorial scheme, with sources of polymers (Polim-Agri PP® and Hydroplan-EB / HyC®) and doses (5, 10, 15, 20 and 30 kg ha⁻¹), and the zero or control dose (additional). The hydro-absorbent polymers at a dose of 20 kg ha⁻¹ favored the obtaining of approximately 4% more plants with 322,083 plants ha⁻¹ compared to the control without the use of these products with 310,000 plants ha⁻¹. The doses of hydroabsorbents increased the number of grains per pod and mass of a thousand grains and, consequently, contributed to the increase in productivity on time, but only up to the dose of 20 kg ha⁻¹ of hydrogel.

Keywords: *Glycine max*. Hydrogel. Production of componentes. Soil effects.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, na safra de 2018/2019, produziu aproximadamente 115.0 milhões de toneladas, em uma área cultivada de 36.0 milhões de hectares. Diversos estados brasileiros vêm se destacando na produção desta cultura, como exemplo na região Centro-Oeste, o estado do Mato Grosso obteve a maior produção brasileira, em torno de 33.0 milhões de toneladas, e área plantada de 10.0 milhões de hectares, na região Sul, o estado do Paraná, é o segundo maior produtor, com estimativa de 23.0 milhões de toneladas para a safra 2019/2020 e uma área plantada de 30 mil hectares (CONAB, 2020).

O aumento da produtividade da soja é explicado pela adoção de tecnologias com o uso de fertilizantes, defensivos agrícolas, utilização de máquinas e implementos e o melhoramento genético, por meio do desenvolvimento de variedades mais produtivas, adaptadas às condições de cultivo e resistentes às doenças (ARTUZO et al., 2018).

Mesmo com todo o aporte tecnológico empregado na cultura da soja e adequação ao manejo, esta espécie ainda enfrenta desafios quanto aos fatores ambientais em seu ciclo produtivo, merecendo destaque o déficit hídrico, que provoca alterações na qualidade fisiológica e que pode comprometer a produção (SOUZA et al., 2020).

Entretanto, a busca por medidas que amenizem os efeitos desse déficit, é alvo de pesquisas, que busquem a obtenção da maior eficiência do cultivo com o uso dos recursos hídricos, e desta forma, garantir a qualidade e a produtividade na cultura da soja (FIDELIS et al., 2018).

Os polímeros hidroabsorventes ou hidrogel, são grânulos que dilatam-se, transformando-se em partículas de gel, que podem ser utilizados na agricultura, devido às suas características de condicionadores do solo, que contribuem para aumentar a capacidade de retenção de água (NASCIMENTO, 2019), e é uma alternativa bastante eficiente dentro do manejo das culturas, pois aumenta a disponibilidade de água, como forma de influenciar no desempenho fisiológico das plantas, bem como na produtividade e minimizando os custos de produção (FOLLI-PEREIRA, et al., 2012).

Estudos realizados por Kraisig et al. (2018) afirmam que o uso das maiores doses (60 e 120 kg ha⁻¹) do polímero hidroabsorventes utilizados no sistema de soja (*Glycine max* L.) /aveia (*Avena sativa* L.) geraram maiores produtividades dos grãos.

O uso destes polímeros ainda é um assunto pouco estudado, sendo necessário conhecer, quantificar e adaptar o método ideal de aplicação, bem como, a disponibilidade de água exigida em cada fase, principalmente na cultura da soja (FIDELIS et al., 2018).

O uso do polímero hidroabsorvente na cultura da soja, incrementa a população de plantas, e influência no elevado rendimento da cultura.

Portanto, o objetivo da realização deste trabalho foi avaliar a influência dos polímeros hidroabsorventes nos componentes fitotécnicos e na produtividade da soja no Estado do Paraná-Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado e conduzido no período de 05 de setembro de 2018 à 12 de fevereiro de 2019, na área experimental da Cooperativa Agroindustrial (COPAGRIL), na cidade de Marechal Cândido Rondon, Estado do Paraná, Brasil situada geograficamente a 24° 33' 40" de latitude Sul e 54° 04' 12" de longitude Oeste, apresentando altitude média de 420 m acima do nível do mar. Com leituras de precipitação e temperatura, durante todo o período do experimento, de acordo com a Figura 1.

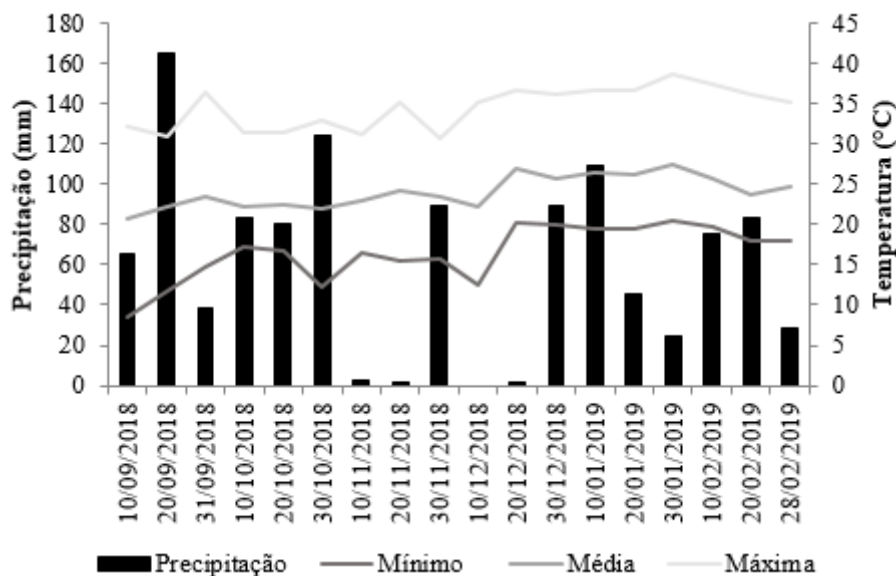


Figura 1 - Dados meteorológicos: precipitação (mm), temperatura mínima, média e máxima (°C) registradas durante o experimento na cidade de Marechal Cândido Rondon, Paraná-Brasil, safra, 2018/2019.

O solo da área foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico de textura argilosa, classe tipo 3, de acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2008). Antes da instalação do experimento foi realizada a análise química do solo, no Laboratório de Química Ambiental e Industrial, pertencente a Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), tendo como resultado: pH em $\text{CaCl}_2 = 5,87$; matéria orgânica = $14,35 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{P} = 73,52 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Ca}^{+2} = 5,71$; $\text{Mg}^{+2} = 1,19$; $\text{K}^+ = 0,71$; $\text{Al}^{+3} = 0,00$; $\text{H} + \text{Al} = 3,68$; $\text{SB} = 7,62$;

CTC = 11,30 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $V = 67\%$. Já, com relação as análises físicas em termos granulométricos: argila = 364,00, silte = 598,01 e areia = 37,99 g kg^{-1} .

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (D.B.C.), com quatro repetições, no esquema fatorial $2 \times 5 + 1$. O primeiro fator foi constituído pelas fontes dos polímeros hidroabsorventes: Polim-Agri pp[®] e Hydroplan-EB/HyC[®] e segundo fator constituído pelas doses: 5, 10, 15, 20 e 30 kg ha^{-1} , e a dose zero ou testemunha (adicional).

A parcela experimental foi constituída com 6 linhas de 5 m de comprimento, espaçadas em 0,5 m entre linhas. A área útil da parcela foi composta pelas duas linhas centrais desprezando-se 0,5 m das extremidades das parcelas. A densidade de semeadura foi de 17 sementes por metro linear, e o objetivo foi a obtenção de 340 mil plantas por hectare.

A adubação foi realizada com as seguintes formulações: 00-20-20 (N-P₂O₅-K₂O), de acordo com o manual de adubação e calagem descritos para o Estado do Paraná (SBCS, 2017). Posteriormente foi feito o controle de plantas daninhas, pragas e doenças, conforme a necessidade da cultura durante todo o seu ciclo.

Em seguida, foi realizada a distribuição dos polímeros hidroabsorventes: Polim-Agri pp[®], com granulometria de 0,5 mm (POLIM-AGRI, 2019). E o Hydroplan-EB/HyC[®] que é um polímero com textura sólida fina, granulometria $< 0,5 \text{ mm}$, coloração branca, inodora e indicada para solo argiloso (HYDROPLAN-EB, 2019).

A aplicação dos polímeros foi realizada com ajuda de um implemento manual para facilitar a distribuição correta e a uniformidade nas diferentes doses nos sulcos do plantio, desenvolvido pela mestrandia Patrícia Abraão, junto ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UNIOESTE, Paraná-Brasil, de acordo com a Figura 2.

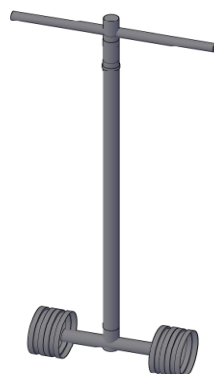


Figura 2 - Implemento manual desenvolvido para uniformizar a distribuição das doses dos polímeros hidroabsorventes nos sulcos do plantio, confeccionado por Patrícia Abraão, mestrandia do Programa de Pós-graduação em Agronomia da UNIOESTE, Paraná-Brasil, 2019.

O plantio foi realizado com o sistema de semeadura direta, de forma mecanizada, utilizando a cultivar da soja RK 6316 IPRO.

De acordo com a escala fenológica proposta por Fehr; Caviness (1981), foram feitas as seguintes avaliações das características fitotécnicas no estágio R9: o estande de planta (EP) (ha^{-1}), foi realizado através de três contagens do número de planta por metro linear dentro da parcela (REYNALDO et al., 2015), altura de plantas (AP) (cm), foi feita com dez plantas aleatoriamente dentro da parcela útil, desde a superfície do solo, até a inserção do racemo do ápice da haste da principal planta, com a ajuda de uma fita métrica graduada em centímetros (BRASIL, 2009).

E após a colheita da cultivar da soja RK 6316 IPRO, foram embaladas em sacos de papel Kraft, separadas de acordo com seus respectivos tratamentos, e transportadas para o laboratório de sementes pertencente à UNIOESTE, onde foram realizadas as seguintes avaliações: massa de 1.000 grão (MMG) (g), realizada pela separação de 8 subamostras de 100 grãos por parcela, cujas massas foram determinadas em uma escala com sensibilidade de centésimos de grama (COSTA, 1982).

O número de vagens por planta foi feito através da contagem do número de vagens por planta (VPP), o número de grãos por vagem (NGV) (SANTOS et al., 2013), foi feito pela contagem do número de grãos em 10 vagens retiradas de 10 plantas por parcela, três da parte superior, três do terço médio e um do terço inferior, e a produtividade (PROD) de grãos de cada repetição foi aferida, e o valor obtido foi transformado em (kg ha^{-1}) (COSTA, 1982).

Os dados foram submetidos à análise de variância, aplicando o teste F ao nível de 5% de probabilidade. Em seguida, foi feita a regressão, utilizando o Software SISVAR® (FERREIRA, 2008).

3 RESULTADOS E DISCUSSAO

No resumo da análise de variância pode ser verificado que, houve efeito significativo ($P \leq 0.05$) e isoladamente das doses de hidrogéis sobre o estande de plantas de soja (STAND), como pode ser observado na Tabela 1. Porém, não houve efeito significativo do fator hidrogéis versus doses, nem tão pouco dos dois fatores em estudo em comparação a testemunha para a variável resposta da população ou estande de plantas.

Tabela 1. Resumo da análise de variância com as características fitotécnicas na cultura da soja: estande de planta (EP), altura de planta (AP), massa de 1.000 grãos (MMG), número de grãos por vagem (NGV), número total de vagens por planta (VPP) e produtividade (PROD), Marechal Cândido Rondon, Paraná-Brasil, safra, 2018/2019.

FONTES DE VARIAÇÕES	GL	Quadrado Médio dos Caracteres Fitotécnicos					
		STAND	AP	MMG	NGV	VPP	PROD
Blocos	3	1883080743,33 ^{ms}	6,7772 ^{ms}	0,0309 ^{ms}	38,5025 ^{ms}	0,0309 ^{ms}	1509619,7 ^{ms}
Hidrogéis	1	146944534 ^{ms}	3,6000 ^{ms}	0,0287 ^{ms}	9,0750 ^{ms}	0,0223 ^{ms}	14339,661 ^{ms}
Doses de hidrogéis	4	1514305586,5*	4,7744 ^{ms}	1,0173 ^{ms}	12,0827 ^{ms}	0,0392*	997499,096*
Hidrogéis x Doses	4	455972195,75 ^{ms}	8,6131 ^{ms}	3,2158*	20,0449 ^{ms}	0,0295 ^{ms}	160064,52 ^{ms}
(Hidrogéis x Doses) versus Adicional	1	407298050 ^{ms}	0,0000 ^{ms}	4,6271**	58,3904 ^{ms}	0,2984**	1151037,56*
Resíduo	30	436328813,5172	6,0320	0,7128	38,9177	0,0142	359506.967
TOTAL	43						

As doses de hidrogéis isoladamente também promoveram, possivelmente, efeito significativos ($P \leq 0.05$) sobre o número de vagens por planta e conseqüentemente na produtividade de grãos da soja, como pode ser observado nos resultados deste trabalho

Neste contexto, pode ser observado em termos gerais que houve efeito significativo ($P \leq 0.05$) somente das interações do fator hidrogéis versus doses, bem como de hidrogéis versus doses e versus a testemunha para massa de mil grãos, número de vagens por planta e conseqüentemente para a produtividade de grãos da soja, como pode ser visualizado na Tabela 1.

A população de plantas desejada foi, por ocasião da semeadura, de 340.0 mil plantas por hectare, porém sabe-se que logo após a implantação da cultura ocorre a interação com os fatores do ambiente, tais como a disponibilidade hídrica, a temperatura, os patógenos, os insetos pragas e os outros.

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2013), a população mais comum recomendada para a cultura da soja entre os diversos cultivares no mercado fica por volta de 320.000 plantas ha^{-1} , sendo aceitável uma variação de 25% deste valor. Em todas as doses dos polímeros hidroabsorventes utilizadas no presente trabalho, inclusive a dose zero (adicional), obtiveram médias dentro do padrão recomendado pela EMBRAPA, com exceção da dose de 30 $kg ha^{-1}$ dos polímeros hidroabsorventes, que apresentaram uma média bem abaixo da população padrão recomendada para a cultura da soja.

Assim, foi constatado que para o estande de plantas quando aplicado a dose de 20 $kg ha^{-1}$, independente do tipo de hidrogel utilizado, apresentou 322.083 plantas ha^{-1} , enquanto a testemunha apresentou 310.000 plantas ha^{-1} . Já, quando foi aplicado por ocasião da semeadura as doses de 5, 10

e 15 kg ha⁻¹ de hidrogel, também independente de tipo de hidrogel, não foi observado efeitos e aumentos significativas da população de plantas do estabelecimento ao final do ciclo da soja, e a média ficou em torno de 305.000 planta ha⁻¹, além da maior dose de 30 kg ha⁻¹ de hidrogel ter proporcionado a menor população de plantas com 290.000 plantas ha⁻¹ (Figura 3). Estes resultados sugerem, que possivelmente para os estudos futuros de doses do hidrogel será importante, nas condições semelhantes de LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico, avaliar doses entre 20 e 30 kg ha⁻¹ de hidrogel, pois foi a faixa mais benéfica para esta variável.

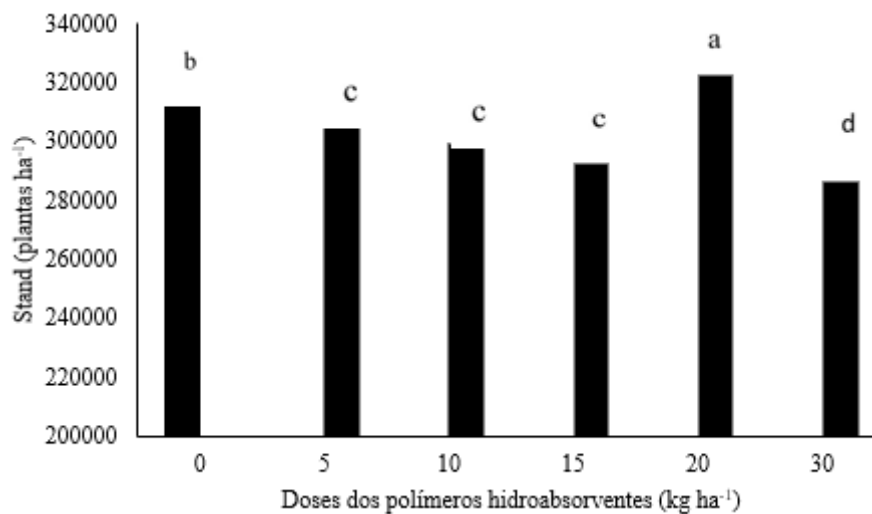


Figura 3- Stand de plantas na cultura da soja em função das doses (0, 5, 10, 15, 20 e 30 kg ha⁻¹) dos polímeros hidroabsorventes (Polim-Agri pp® e Hydroplan-EB/HyC®), a 5% de probabilidade. Marechal Cândido Rondon, Paraná-Brasil, safra, 2018/2019.

Com exceção da dose de 30 kg ha⁻¹ (Figura 3), que não obteve respostas fisiológicas favoráveis, o que evidencia que, dependendo da dose do polímero, principalmente em alta dose, nas condições do sistema avaliado na presente pesquisa, houve uma redução no stand para a população de plantas. Esse comportamento pode está relacionado à diversos fatores, como os ambientais, onde a incidência pluviométrica variou entre 60 a 80 mm, observaram altas temperaturas, em torno de 35° C nos meses de setembro e dezembro na safra 2018/2019 (Figura 1),

De acordo com a análise de variância, quando utilizou-se as doses 0, 5, 10, 15, 20 e 30 kg ha⁻¹ dos polímeros hidroabsorventes na avaliação das características fitotécnicas, verificou-se que não ocorreram diferenças significativas nos tratamentos avaliados, visto que a cultivar RK 6316 IPRO apresentou altura média de planta (AP) de 62,95 cm e número médio de grão por vagens (VPP) de 48,35. Apesar dessas características não terem diferido significativamente em relação as doses, observaram-se que mesmo assim, a altura das plantas e o número de grãos por vagens estão

dentro dos padrões para as cultivares de soja utilizadas comercialmente de acordo com a Embrapa (2013).

Observa-se que a cultivar obteve respostas positivas no desempenho fisiológico, evidenciando que os fatores genéticos da cultivar também pode ter sido fundamental para o bom desenvolvimento das características fitotécnicas, como exemplo a altura das plantas obtidas no presente trabalho para a cultivar RK 6316 IPRO, pois, segundo Sedyama; Teixeira; Barros (2009), a altura da planta na maturação é uma das características de grande importância no cultivo da soja, uma vez que a média padrão da altura atingida no presente trabalho, está dentro dos padrões para a colheita mecanizada.

Os fatores ambientais envolvidos para a eficiência no desempenho desta cultivar, pode está relacionado com as condições ambientais (temperatura, umidade e precipitação) e também com o manejo adequado para a cultura da soja, como as recomendações corretas de adubação para cada fase da cultura, controle de pragas e doenças e também das plantas invasoras nos períodos de desenvolvimento de plântulas e início da fase reprodutiva (TIECHER, 2016).

Observou-se diferenças significativas nos tratamentos ao analisar a massa de 1.000 grãos (MMG) para a cultivar RK 6316 IPRO (Figura 4) nas doses (0, 5, 10, 15, 20 e 30 kg ha¹), sendo possível observar que MMG1 na fonte (Polim-Agri pp[®]), mostrou-se comportamento linear, apresentando incremento de 0,78 kg a cada 6,50 g por planta de soja. E a MMG2 na fonte (Hydroplan-EB/HyC[®]), aumentou à medida que elevaram-se as doses do polímero hidroabsorvente, havendo um acréscimo de 18% na maior dose.

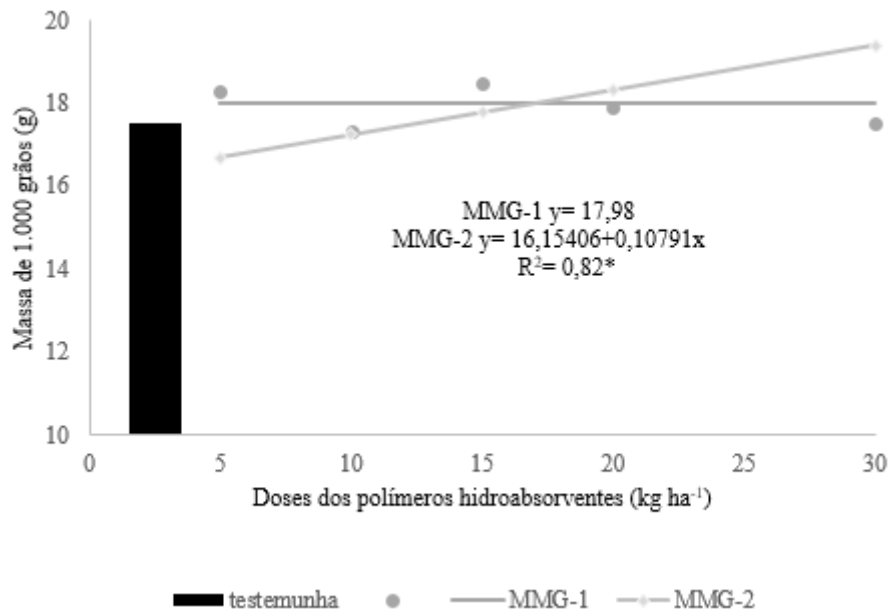


Figura 4 - Massa de 1.000 grãos na cultura da soja em função das doses (0, 5, 10, 15, 20 e 30 kg ha⁻¹) dos polímeros hidroabsorventes (Polim-Agri pp® e Hydroplan-EB/HyC®), a 5% de probabilidade. Marechal Cândido Rondon, Paraná-Brasil, safra, 2018/2019.

A fonte do polímero Hydroplan-EB/HyC® utilizada no presente trabalho corrobora com o comportamento linear obtido por Fidelis et al. (2018), quando avaliaram a influência do uso do hidrogel no cultivo da soja sob estresse hídrico, verificaram que os polímeros são capazes de absorverem grandes quantidades de água e podem ser utilizados como uma alternativa viável para melhorar o armazenamento de água nas áreas que são acometidas com escassez. Visto que, nas concentrações entre 14 e 18 kg ha⁻¹, obtiveram as maiores produções analisadas no comportamento linear para a massa de 1.000 grãos.

Comportamento semelhante ao presente trabalho foi obtido por Ferrari et al. (2015), quando testaram o polímero hidroabsorvente Green Gel® como alternativa para melhorar o déficit hídrico na cultura da soja em condições de solo semelhantes ao da presente pesquisa, classificado como LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO de acordo com classificação do MAPA (2008), utilizando as doses: 0, 2, 5, 10 e 20 kg ha⁻¹, observaram que, quanto maior a dose, maior o aumento da massa de 1.000 de grãos.

Barbedo; 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.

Segundo Pelegrin et al. (2017), a adição do polímero hidroabsorvente juntamente com o plantio direto, proporcionou maior disponibilidade de água desde o desenvolvimento fisiológico até

o início no período reprodutivo da soja, favorecendo o maior enchimento dos grãos e resultando no maior acúmulo de matéria seca e, portanto, maior massa dos grãos para a cultura da soja.

Observou-se diferença significativa nos tratamentos, quando avaliou-se o número de grãos por vagem (NGV) de soja, cultivar RK 6316 IPRO, visto que ocorreu o aumento, conforme aumentaram-se as doses, independente dos polímeros hidroabsorventes utilizados, atingindo o maior número de grãos por vagem na dose de 20 kg ha⁻¹, em relação aos demais tratamentos avaliados (Figura 5).

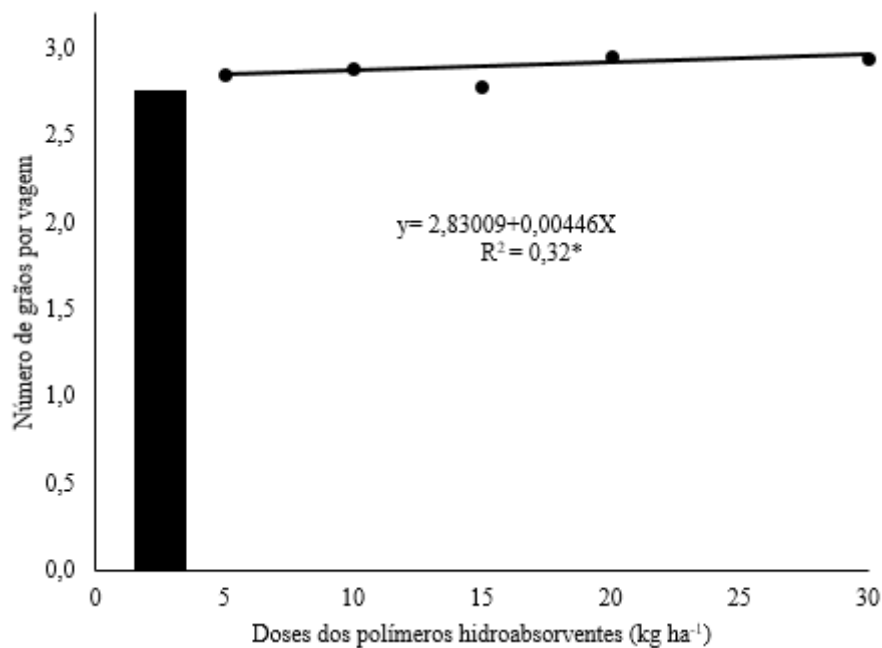


Figura - 5. Número de grãos por vagem na cultura da soja em função das doses (0, 5, 10, 15, 20 e 30 kg ha⁻¹) dos polímeros hidroabsorventes (Polim-Agri pp[®] e Hidroplan-EB/HyC[®]), a 5% de probabilidade. Marechal Cândido Rondon, Paraná-Brasil, safra, 2018/2019.

Resultados semelhantes ao presente trabalho foram encontrados por Pereira et al. (2018), quando avaliaram as características fitotécnicas e produtivas da *Vinga unguiculata* (Fabaceae), utilizando o polímero hidroabsorvente nas doses 1,50; 2,00 e 4,00 g L⁻¹, verificaram-se aumento da retenção de água pelas plantas e conseqüentemente o desenvolvimento desta leguminosa, podendo observar que a dose intermediária, obteve as maiores produções no número de grãos por vagem.

Lopes et al. (2017), estudando a produção de feijão caupi sob estresse hídrico e utilizando vários polímeros hidroabsorventes com diferentes granulometrias: Hydroplan-EB/HyA[®] (1,0-3,0 mm), Hydroplan-EB/HyB[®] (0,5-1,0 mm), Hydroplan-EB/HyC[®] (< 0,5 mm), Polim-Agri[®] (0,1-0,5 mm), e cinco doses: 0,0 g⁻¹, 1,5 g⁻¹, 3,0 g⁻¹, 4,5 g⁻¹ e 6,0 g⁻¹. Concluíram que a aplicação dos polímeros Hydroplan-EB/HyC[®] e Polim-Agri[®] na maior dose, promoveram as maiores produções de grãos por vagem em relação as demais doses.

Tal fato, evidencia que a utilização de polímero hidroabsorvente melhora as características produtivas de algumas espécies, inclusive das leguminosas, pelo fato de que as raízes desta crescem por dentro dos grânulos do polímero hidratado, havendo maior desenvolvimento dos pêlos radiculares, proporcionando maior superfície de contato com a fonte de água e nutrientes, facilitando a absorção e conseqüentemente o desenvolvimento e produção dos grãos (PELEGRIN et al., 2017).

Ao analisar a produtividade (PROD) da soja cultivar RK 6316 IPRO (Figura 6) observou-se diferenças significativas nos tratamentos, sendo possível observar que independente da fonte do polímero utilizado, a produtividade diminuiu quanto utilizaram-se as doses 5, 15, 25 e 30 kg ha^{-1} . Já nas doses de 5 kg ha^{-1} e 20 kg ha^{-1} , observaram-se as maiores produtividades 3.905,63 kg ha^{-1} e 3.800,00 kg ha^{-1} da soja, respectivamente, ressaltando que as maiores produtividades obtidas no presente trabalho ficaram acima da produtividade média brasileira de 3.333 kg ha^{-1} , segundo a Conab (2018).

Kraisig et al. (2018), analisando a superfície de resposta que representa um método de otimização que qualifica o entendimento de processos agrícolas na busca de validação de tecnologias mais sustentáveis e eficientes no sistema de cultivo soja/aveia, com o uso do polímero hidroabsorvente nas doses (0, 30, 60 e 120 kg ha^{-1}), verificaram que as maiores doses, apresentaram as maiores produtividades, em torno de 6.500 e 8.000 kg ha^{-1} , respectivamente. Neste contexto, surge como alternativa, o uso de polímeros que pode influenciar na capacidade de retenção e armazenamento de água e melhorando a eficiência de absorção dos nutrientes pelas leguminosas (MENDONÇA et al., 2013).

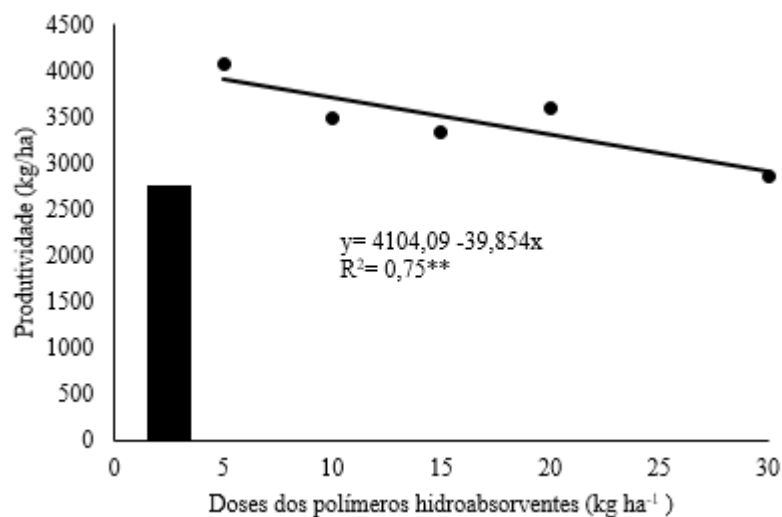


Figura 6 - Produtividade na cultura da soja em função das doses (0, 5, 10, 15, 20 e 30 kg ha^{-1}) dos polímeros hidroabsorventes (Polim-Agri pp[®] e Hydroplan-EB/HyC[®]), a 1% de probabilidade. Marechal Cândido Rondon, Paraná-Brasil, safra, 2018/2019.

Pelegrin et al. (2017), avaliando os polímeros hidroabsorventes na cultura da soja em condições de solo argiloso na região norte do Rio Grande do Sul, ao utilizarem as doses 0, 5, 10 e 20 kg ha⁻¹ na cultura da soja, obtiveram a maior eficiência técnica alcançada com uso de 1.500 kg ha⁻¹, sendo uma alternativa promissora para o aumento da produtividade da soja.

Lopes et al. (2017), estudando a produção de feijão caupi sob estresse hídrico e utilizando vários polímeros hidroabsorventes com diferentes granulometrias: Hydroplan-EB/HyA[®] (1,0-3,0 mm), Hydroplan-EB/HyB[®] (0,5-1 mm), Hydroplan-EB/HyC[®] (< 0,5 mm), Polim-Agri[®] (0,1-0,5 mm), e cinco doses: 0,0 g⁻¹; 1,5 g⁻¹; 3,0 g⁻¹; 4,5 g⁻¹ e 6,0 g⁻¹. Concluíram que a aplicação dos polímeros Hydroplan-EB/HyC[®] e Polim-Agri[®] na maior dose, promoveram uma produtividade em torno de 160.680 kg ha⁻¹, em relação as demais doses. É importante salientar que a utilização do polímero hidroabsorvente demonstra ser uma alternativa eficiente no aumento da produtividade sob estresse hídrico.

As altas produtividades obtidas no presente trabalho pode esta relacionada com as características química do solo apresentadas nas análises realizadas no Laboratório de Química Ambiental e Industrial pertencente a UNIOESTE, como também através aplicação da formulação de N, P, K, distribuída em todo o ciclo da cultura, de acordo com o manual de adubação e calagem descritos para o Estado do Paraná, o que pode ter influenciado nas funções do metabolismo das proteínas e dos lipídeos (SOUZA et al., 2020), e conseqüentemente ter influenciado no aumentando da produtividade da soja.

Por outro lado, é importante observar que nem sempre as doses mais elevadas dos polímeros, de acordo com o presente trabalho (Figura 6), exercem respostas positivas para algumas características fitotécnicas na cultura da soja, quando se trata da soja cultivar RK 6316 IPRO, visto que, além dos fatores genéticos que pode ter sido influenciado, o polímero hidroabsorvente, não foi capaz de contornar os problemas como o déficit hídrico (MENDONÇA et al., 2013), principalmente na região da pesquisa que apresentou baixa precipitação e ou veranicos acentuados.

Entretanto, os fatores bióticos e abióticos influenciam diretamente no sucesso ou fracasso no manejo de aplicação dos polímeros hidroabsorventes para esta cultura, como exemplo as condições climáticas, pois, no período do experimento obteve baixa precipitação variando de 60 a 80 mm nos meses de setembro na safra 2018 e dezembro na safra de 2019 (Figura 1), o déficit hídrico, pode ter dificultado a retenção da água pelas plantas, as altas temperaturas, em torno de 20 a 35° C (Figura 1), pode ter agravado ainda mais a absorção de água pelas plantas, devido a relação da demanda evaporativa da atmosfera que estava elevada, e conseqüentemente a alta radiação solar.

Algumas pesquisas destacadas no presente trabalho, mostram que nem sempre as doses mais elevadas dos polímeros exercem respostas positivas para algumas variáveis principalmente da família da Fabaceae, pois, o solo também pode atuar como uma barreira, impedindo e limitando a expansão do polímero e a retenção de água, pressupondo que as respostas relacionadas ao uso dos hidroabsorventes podem ter sido influenciadas pelas características físicas do solo (VALE et al., 2006).

Por isso, é um outro fator que merece destaque, podendo influenciar negativamente em algumas respostas fitotécnicas, pois, com a adição do polímero hidroabsorvente, a porosidade do solo pode ficar reduzida, havendo prejuízo no desenvolvimento da planta (STEINER; ZUFFO, 2018).

Um exemplo típico que pode ser explanado, são as baixas quantidades de oxigênio nas raízes, dificultando a rápida remoção do gás carbônico formado, ocorrendo redução na movimentação da solução, por elevar a capilaridade, minimizando então a relação água/ar, teoria proposta por Tiecher (2016), pressupondo respostas negativas com o uso dos polímeros hidroabsorventes, podendo também atribuir ao potencial de carga negativa ou capacidade de troca catiônica do polímero, causando prejuízos no desempenho da cultura, e limitando o potencial de produção (NASCIMENTO, 2019).

No período que foi realizado este trabalho houve precipitações hídricas normais durante o período do estabelecimento da cultura da soja. De um modo geral, tanto os produtos como as doses promoveram resultados nestas condições ambientais que indicam a necessidade mais estudos, principalmente em épocas com baixa disponibilidade hídrica por ocasião da semeadura e estabelecimento da cultura da soja.

Ainda será necessário investigar melhor as causas e efeitos obtidos por outros trabalhos com estes hidroabsorventes na cultura da soja, pois possivelmente poderá proporcionar efeitos também durante o ciclo da cultura em definições de diversas características agrônômicas.

Os resultados obtidos não apresentam uma lógica adequada para a determinação efetiva das doses estudadas neste trabalho, apenas os fenômenos deixam um possível indicativo de dose mais apropriada por volta dos 20 kg ha⁻¹ dos hidroabsorventes.

4 CONCLUSÕES

Os polímeros hidroabsorventes: Polim-Agri pp[®] e Hydroplan-EB/ HyC[®] na dose de 20 kg ha⁻¹ favoreceu a obtenção de aproximadamente 4% a mais de plantas com 322.083 plantas ha⁻¹ em relação a testemunha sem o uso destes produtos com 310.000 plantas ha⁻¹.

As doses do hidroabsorventes aumentaram o número de grãos por vagem e massa de mil grãos e, conseqüentemente contribui para o aumento de produtividade pontualmente, mas somente até a dose 20 kg ha⁻¹ de hidrogel.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a UNIOESTE pela oportunidade, a CAPES pelo apoio financeiro e as empresas HYDROPLAN e POLIM-AGRI pela doação dos produtos.

REFERÊNCIAS

- ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; SOUZA, A. R. L.; SILVA, L. X. Gestão de custos na produção de milho e soja. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, v. 20, n. 2, p. 273-294. 2018.
- BARBEDO, C. J.; MARCOS FILHO, J. Tolerância à dessecação em sementes. *Acta Botânica Brasílica*, v.12, p.145-164, 1998.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DND/CLAV, 2009. 365p.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos (2018) – safra 2018/2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos> Acesso em: 10 fev. 2020.
- COSTA, J. A.; MARCHEZAN, E. Características dos estádios de desenvolvimento da soja. Campinas: Fund. Cargill, 1982. 30p.
- EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja (2013) – Região central do Brasil. Londrina: Embrapa Soja. 2018. 265 p.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. Stages of soybean development. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1981. 12 p.
- FERRARI, M.; NARDINO, M.; CARVALHO, I. R.; PELEGRIN, A. J.; BELLÉ, R.; SZARESKI, V.; MEIRA, D.; CARON, B. O; SOUZA, V. Q. Hidroretentores: alternativa para maior tolerância ao déficit hídrico na cultura da soja. *Global Science and Technology*, v. 8, p. 21 – 29, 2015.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, v. 6, p. 36-41, 2008.
- FIDELIS, R. R.; LOPES, M. B. S.; MARTINEZ, R. A. S.; MARQUES, K. B.; AGUIAR, R. W. S; VELOSO, D. A. Influência do uso do hidrogel no cultivo da soja sob estresse hídrico. *Bioscience Journal*, v. 34, n. 5, p. 1219-1224, 2018.

FINOTO, E. L.; SEDIYAMA, T.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; SOARES, M. B. B.; GALLI, J. A.; JUNIOR, P. S. C.; MENEZES, P. H. S. Antecipação e retardamento de colheita nos teores de óleo e proteína das sementes de soja, cultivar Valiosa RR. *Scientia Agropecuária*, v. 8, n. 2, p. 99-107, 2017.

FOLLI-PEREIRA, M.S.; MEIRA-HADDAD, L.S.; BAZZOLLI, D.M.S.; KASUYA, M.C.M. Micorriza arbuscular e a tolerância das plantas ao estresse. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 36, p. 1663-1679, 2012.

HYDROPLAN-EB: Folha técnica. Disponível em: <<http://www.hydroplan-eb.com/>>. Acesso em: 04 Dez. 2019.

KRAISIG, A. R., SCREMIN, O. B., MANTAI, R. D., MAROLLI, A., DE MAMANN, A. T. W.; BREZOLIN, A. P.; DA SILVA, J. A. G. Regressão por Superfície de Resposta pelo Uso Combinado de Nitrogênio e Hidrogel no Sistema Milho/Aveia. *Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics*, v. 6, n. 1, p.1-7, 2018.

LOPES, M. B. S.; TAVARES, T. C. O.; VELOSO, D. A.; SILVA, N. C.; FIDELIS, R. R. Cowpea bean production under water stress using hydrogel. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 47, p. 87-92, 2017.

MAPA: Classificação dos solos (2008). Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/RPA%203%202015.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2020.

MENDONÇA, T. G.; URBANO, V. R.; CABRAL, F. F. P.; BACALHAU, F. B.; SOUZA, C. F. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. *Water Resources and Irrigation Management*, v. 2, p. 87-92, 2013.

NASCIMENTO, S. M. Polímero de alta densidade e adubação foliar em palma orelha de elefante mexicana. 2019, 87 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

PELEGRIN, A. J.; NARDINO, M.; FERRARI, M.; CARVALHO, I. R.; SZARESKI, V. J.; BELLE, R.; CARON, B. O.; SOUZA, V. Q. Polímeros hidrorredutores na cultura da soja em condições de solo argiloso na região norte do Rio Grande do Sul. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 1, p. 175-182, 2017.

PEREIRA, J. S.; OLSZEWSKI, N.; SILVA, J. C. Retenção de água e desenvolvimento do feijão caupi em função do uso de polímero hidrorretentor no solo. *Revista Engenharia na Agricultura*, v. 26, p. 582-591, 2018.

POLIM-AGRI: Folha técnica. Disponível em: <<http://polim-agri.com.br/>>. Acesso em: 04 dez. 2019.

REYNALDO, E. F.; MACHADO, T. M.; TAUBINGER L.; QUADROS, D. Validação da qualidade de sementeira de milho e soja na região centro sul do estado do Paraná. *Enciclopédia biosfera*, v. 11 n. 22, p. 417-426, 2015.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T.; MALDANER, G. L. Rendimento de grãos e em diferentes sistemas de produção integração Lavoura-pecuária. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 8, p. 49-56, 2013.

SBCS. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017. 482 p.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; BARROS, H. B. Origem, evolução e importância econômica. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). *Tecnologias de produção e usos da soja*. Londrina: Mecenias, 2009. p. 1-5.

SOUZA, I. J.; OLIVEIRA, Z. B.; SILVA, C. M.; GOIS, H.; RODRIGUES, L. R.; LINK, T. T.; MALFFINI, L. B. Componentes de rendimento de soja irrigada por aspersão em Cachoeira do Sul no ano agrícola de 2018/19. *CIÊNCIA E NATURA*, v. 42, Special Edition, e. 3, 2020.

STEINER, F.; ZUFFO, A. M. Elementos da natureza e propriedades do solo. Ponta Grossa: Atena Editora, 2018. v. 6, 227 p.

VALE, F. R. G.; CARVALHO, S. P.; PAIVA, L. C. Avaliação da eficiência de polímeros hidroretentores no desenvolvimento do cafeeiro em pós-plantio. *Coffee Science*, v. 1, p. 7-13, 2006.