

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Caio Fernandes dos Reis

Tecnologias de manufatura de fertilizantes junto a polímero hidrorretentor sobre as características agronômicas da soja

**Monte Carmelo – MG
2018**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Caio Fernandes dos Reis

Tecnologias de manufatura de fertilizantes junto a polímero hidrorretentor sobre as características agronômicas da soja

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, Campus Monte Carmelo, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Everson Reis Carvalho

**Monte Carmelo – MG
2018**

Caio Fernandes dos Reis

Tecnologias de manufatura de fertilizantes junto a polímero hidrorretentor sobre as características agronômicas da soja

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, Campus Monte Carmelo, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Monte Carmelo, 25 de junho de 2018.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Everson Reis Carvalho
Orientador

Prof. Dr. Eusímio Felisbino Fraga Júnior
Membro da Banca

Prof. Dr. Edson Aparecido dos Santos
Membro da Banca

**Monte Carmelo – MG
2018**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado sabedoria para concluir esse trabalho.

Aos meus pais, por terem acreditado em mim durante todo esse tempo, dando segurança e atenção, sendo meu alicerce, meu ponto de apoio nos momentos difíceis, os quais superamos juntos nessa caminhada e, nos momentos bons, que nos alegamos pelas conquistas nessa etapa da minha vida.

À Universidade Federal de Uberlândia – Campus Monte Carmelo, unidade Araras, por ter cedido à área para realização do experimento.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Everson Reis Carvalho por ter acreditado no meu potencial, pelos ensinamentos que foram fundamentais para o desenvolvimento desse trabalho e conhecimento repassados.

A todos os membros do Centro de Excelência Soja e Feijão – CESF - UFU no qual eu participo. Obrigado por todo o trabalho em equipe que realizamos, pelo aprendizado e empenho na realização de nossos projetos de pesquisa.

A todos meus amigos e funcionários do campus que tiveram uma participação direta ou indireta na minha formação e realização do experimento.

À empresa Produquímica, por ter fornecido insumos para realização do experimento em campo e confiado no meu trabalho para realização da pesquisa.

RESUMO

O Brasil é um dos grandes produtores mundiais de soja. A soja pode sofrer tanto com a falta de chuva quanto com o excesso, uma técnica ainda pouco estudada que pode favorecer em relação à disponibilidade hídrica, é a adição de polímeros hidrorretentores como condicionadores hídricos de solo. Outra tecnologia que pode contribuir para o aumento dos níveis de produtividade da soja no Brasil são os fertilizantes com liberação controlada e/ou revestidos com materiais que diminuem sua adsorção no solo tornando-os mais disponíveis às plantas. O objetivo no trabalho foi verificar os efeitos do uso de tecnologias, como modo de manufatura de fertilizante e polímero hidrorretentor, com disponibilidades hídricas distintas sobre as características agronômicas da soja no cerrado. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com 3 repetições. Os fatores estudados envolviam dois tipos de fertilizantes (convencional e alta tecnologia), uso ou não de polímeros hidrorretentores (hidrogel) e diferentes condições hídricas no solo (com e sem irrigação). As características avaliadas foram: altura da planta aos 30 dias após emergência, altura final, altura de primeiro legume, número de legumes por planta, número de sementes por legume, peso de mil sementes e produtividade. O uso de 4 kg ha⁻¹ de hidrogel proporcionou maior altura de planta aos 30 dias. Altura final, altura de inserção de primeiro legume, número de legumes por planta e número de sementes por legume não diferiram em função dos fatores testados. O uso de fertilizante de alta tecnologia no sulco de semeadura resultou em maior altura de planta aos 30 dias após a emergência, peso de mil sementes e produtividade da soja em relação à mistura física de fontes convencionais.

Palavras-chave: Adubação. *Glycine max*. Hidrogel. Produtividade.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 MATERIAL E MÉTODOS	9
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	12
4 CONCLUSÕES.....	19
REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos grandes produtores mundiais de soja. Na safra 2017/2018, a cultura ocupou uma área de 35,09 milhões de hectares, o que totalizou uma produção de 116.999,9 milhões de toneladas. A produtividade média da soja brasileira foi de 3.333 kg por hectare (CONAB, 2018).

A soja pode sofrer tanto com a falta de chuva quanto com o excesso. O excedente de chuva prejudica todo o ciclo da cultura. Os dois períodos mais sensíveis à falta de água são as etapas de germinação e de enchimento de grãos, pois, envolvem diretamente a formação dos componentes de rendimento (CASAGRANDE et al., 2001; EMBRAPA, 2002). Borrmann (2009) relata que na fase de enchimento dos grãos na soja, o déficit hídrico pode gerar redução no tamanho e peso dos grãos, concomitante a isso, perda da cor verde da folha.

A alta necessidade evapotranspirativa da atmosfera entre os meses de outubro a março, faz com que o veranico diminua a produtividade da soja (FERRARI et al., 2015). A disponibilidade hídrica há algum tempo é considerada o fator climático que causa impactos sobre a produtividade agrícola, visto que áreas cultivadas sob estresse (sequeiro) necessitam de uma densidade populacional maior comparada ao cultivo irrigado.

O estresse hídrico causa alterações como a redução do potencial hídrico foliar, o fechamento estomático, a diminuição da taxa fotossintética, a redução da sua parte aérea, a aceleração da senescência, abscisão das folhas, dentre outras (FERRARI et al., 2015). Quando na fase vegetativa, o déficit hídrico reduz o crescimento da planta, diminui a área foliar e o rendimento dos grãos, podendo ocasionar redução do estande cultivado (PEREIRA et al., 2012).

Uma técnica ainda pouco estudada que pode contribuir em relação à disponibilidade hídrica é a adição de polímeros hidrorretentores como condicionadores hídricos de solo, visando aumentar a capacidade de retenção de água em substratos. O polímero hidrorretentor, ou hidrogel, é caracterizado pela capacidade de absorver e liberar água e nutrientes solúveis. O polímero hidrorredentor, possui capacidade de absorver 150 a 400 vezes sua massa seca, sendo um dos seus benefícios o armazenamento de água no solo, visando diminuir os problemas de déficit hídrico em regiões de baixa precipitação ou veranicos acentuados, sendo uma opção para a baixa

disponibilidade de água no solo, uma vez que essa possa interferir de forma negativa o desempenho produtivo da planta (PREVEDELLO; LOYOLA, 2007). Ao usar o polímero, visando a substituição da irrigação complementar, tem como objetivo a retenção de água na sua estrutura para que, posteriormente, esteja disponível às plantas em época de deficiência hídrica (MARQUES et al., 2013). A natureza do arranjo das moléculas confere a esse material uma forma granular, quando secos, e ao serem hidratados, os grânulos dilatam-se, transformando-se em partículas de gel (PREVEDELLO; BALENA, 2000; AKHTER et al., 2004).

Azevedo et al. (2000) estudando a eficiência do hidrogel no cafeeiro, cultivar Tupi, relataram que o produto permite ampliar os intervalos entre irrigações, sem comprometer o crescimento da planta. Lopes (2016) estudando a influência do uso do hidrogel no cultivo da soja sob estresse hídrico, relatou que as concentrações de hidrogéis entre 14 e 18 kg ha⁻¹ resultaram em maior altura de plantas, número de vagens, massa de cem grãos e produtividades de grãos. Pelegrin et al. (2017) ao compararem doses de hidrogel e o manejo de incorporação (hidrogel junto a semente e fertilizante + hidrogel na linha de semeadura), afirmaram que o polímero junto ao fertilizante proporciona maior rendimento aos grãos de soja; além disso, os autores destacam que a dose de 15 kg ha⁻¹ é a mais promissora para aumentar o rendimento de grãos, massa de mil grãos e número médio de grãos por legume.

Outra tecnologia que pode contribuir para o aumento dos níveis de produtividade da soja no Brasil são os fertilizantes com liberação controlada ou revestidos com materiais que diminuem sua adsorção no solo, tornando-os mais disponíveis às plantas. Nos adubos de liberação lenta, os nutrientes são encapsulados por resinas especiais e são liberados mais lentamente, propiciando uma disponibilidade contínua dos mesmos para as plantas. Ao absorver, as raízes causam uma depleção na concentração dos nutrientes nas proximidades da zona radicular, induzindo a liberação de mais nutrientes por osmose (TOMASZEWSKA et al., 2002).

Guareschi et al. (2011) trabalhando com adubos fornecedores de fósforo e potássio revestidos com polímeros, observaram que a aplicação a lanço, 15 dias antes da semeadura, proporcionou maior produtividade de grãos de soja em relação aos fertilizantes convencionais, porém, quando utilizado o adubo de liberação lenta junto a semeadura, não houve diferença dessa tecnologia em relação à adubação convencional.

Carvalho et al. (2012) avaliando a diagnose foliar e a produtividade da soja em função de doses e tecnologias de manufatura de fertilizantes N-P-K, verificaram que as

doses e os tipos de formulações foram eficientes no aumento da produtividade e seus componentes elevando os teores foliares de N, P, Ca, Cu e Mn , porém, entre as tecnologias de manufatura, em função do uso ou não de micronutrientes, não houve diferença.

Assim, o objetivo no trabalho foi avaliar o uso de fertilizantes em função das tecnologias de manufatura, em mistura com polímero hidrorretentor, com diferentes disponibilidades hídricas no solo, sobre as características agrônômicas da soja no cerrado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), no campus em Monte Carmelo, MG, que apresenta as coordenadas 18°42'43,19" S e 47°29'55,8" WGr, com uma altitude média de 873 metros.

O clima de Monte Carmelo, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, tropical quente úmido, com inverno frio (15/16° C) e seco. As médias anuais de precipitação e temperatura são de 1.474 mm e 22,6° C, respectivamente, segundo o INMET. As médias diárias de temperatura do ar e precipitação foram coletados a partir de uma estação agrometeorológica automática localizada próxima à área experimental, da empresa de comercialização de café COOXUPÉ, durante o ciclo da cultura, observados na Figura 1.

O solo na área experimental é do tipo Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa (EMBRAPA, 2006) e o resultado das análises químicas e físicas (amostra 0,00 - 0,20 m profundidade) está apresentado na Tabela 1.

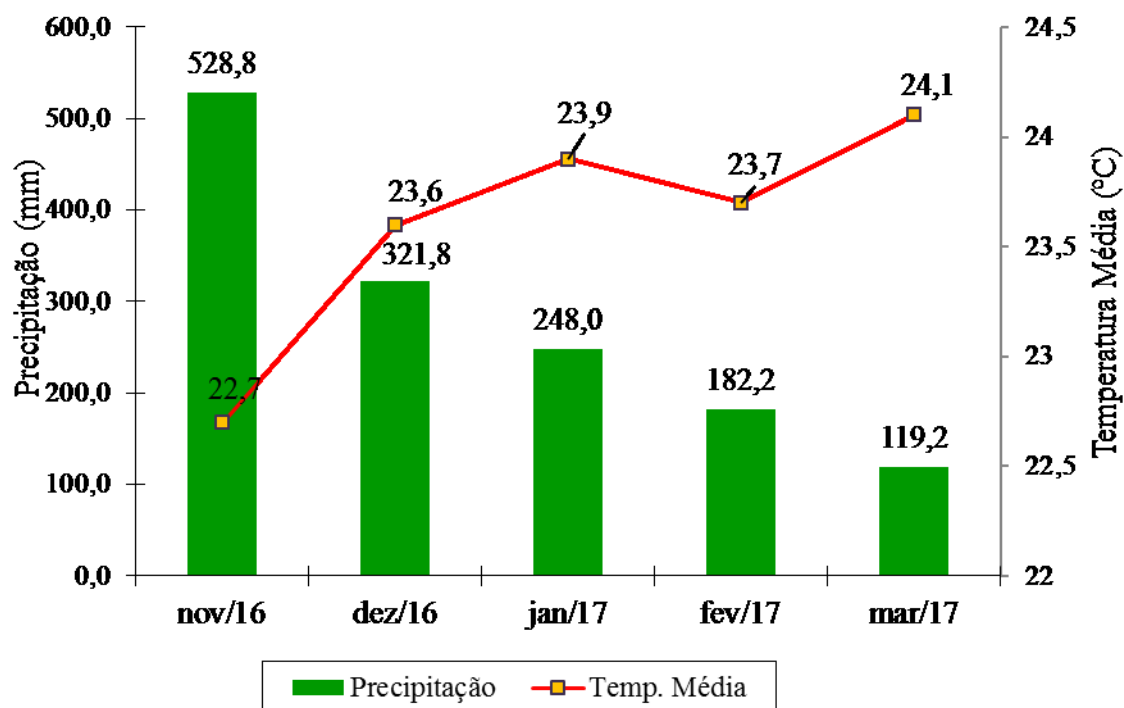


Figura 1. Precipitação e temperatura média entre os meses de novembro/2016 e março/2017, em Monte Carmelo-MG.

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo (0,00 - 0,20 m) na área experimental da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, MG.

Parâmetro	Extrator	Unidade	Teores*
P	Mehlich 1	mg dm ⁻³	36,70
K	Mehlich 1	mg dm ⁻³	144,70
Ca	KCl 1mol L ⁻¹	cmol _c dm ⁻³	3,33
Mg	KCl 1mol L ⁻¹	cmol _c dm ⁻³	0,88
Al	KCl 1mol L ⁻¹	cmol _c dm ⁻³	0,0
H + Al	SMP	cmol _c dm ⁻³	2,90
Soma de bases		cmol _c dm ⁻³	4,58
CTC efetiva (t)		cmol _c dm ⁻³	4,58
CTC pH 7,0 (T)		cmol _c dm ⁻³	7,48
Saturação bases (V)		%	61,2
Saturação Al ³⁺ (m)		%	0,0
M.O.		dag kg ⁻¹	2,70
P-rem		mg L ⁻¹	----
pH em H ₂ O			6,4
pH	(CaCl ₂ 1:2,5)		5,5
Areia		g kg ⁻¹	375
Silte		g kg ⁻¹	175
Argila		g kg ⁻¹	450

*Análises realizadas no Laboratório Brasileiro de Análises Agrícolas Ltda (LABRAS), Monte Carmelo, MG.

O experimento foi instalado em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com 3 repetições. Envolvendo 2 tecnologias de manufatura de fertilizantes (alta tecnologia e convencional), o uso ou não de polímeros hidrorretentores (hidrogel) e duas condições hídricas no solo (com e sem irrigação).

A semeadura foi realizada no dia 08 de novembro de 2016, os fertilizantes foram aplicados no sulco de semeadura no momento da semeadura, sendo as doses calculadas para atender as necessidades de fósforo e potássio para a soja em função da análise de solo e indicações de Ribeiro et al. (1999). A necessidade de potássio foi suprida em todas as parcelas com cloreto de potássio, para os demais nutrientes foram utilizados dois tipos de fertilizantes em função da tecnologia de manufatura.

O fertilizante de alta tecnologia de manufatura utilizado foi o Phusion 40[®] (Produquímica), de natureza física granulada, com garantias de nitrogênio (N) 8,0%, fósforo (P₂O₅) 40%, enxofre (S) 12,52%, manganês (Mn) 0,45%, zinco (Zn) 0,45%, cobre (Cu) 0,15% e boro (B) 0,15%. Esse fertilizante é o resultado da fusão de 3 tecnologias e 7 nutrientes. É uma combinação da tecnologia Maxxi-Phos, que promove maior liberação e disponibilidade de fósforo para o sistema radicular; da tecnologia Microsol, com quatro micronutrientes, boro, zinco, cobre e manganês, 100% solúveis e protegidos em um único grânulo e com liberação gradual, aumentando a eficiência do fertilizante no solo; e da tecnologia Sulfurgran, que traz enxofre com liberação gradual, disponível durante todo o ciclo da cultura. Possui a presença de ácidos húmicos e fúlvicos, promovendo interações entre os nutrientes, aumentando sua disponibilidade para a planta (PRODUQUÍMICA, 2017).

Para a adubação com fontes convencionais, a mesma quantidade dos nutrientes fornecidos pelo adubo de alta tecnologia foi fornecida com a mistura física das seguintes fontes: fosfato monoamônio (MAP 10% N; 50% P), sulfurgran (90% S), sulfato de manganês (26% Mn), sulfato de zinco (20% Zn), sulfato de cobre (13% Cu) e ácido bórico (13% B).

Foi utilizado o polímero hidrorretentor de poliacrilamida que por sua natureza química, apresenta biocompatibilidade adequada as nutrientes, baixa toxicidade e uma liberação gradual de água após sua intumescência. Em geral essa absorção pode variar devido a carga iônica do polímero, grau de reticulação, porcentagem de argila no meio, temperatura de secagem do hidrogel e sua granulometria.

Antes da adubação no sulco de semeadura, os fertilizantes foram ou não misturados ao polímero hidrorretentor de poliacrilamina (Hidrogel), com a dose de 4,0 kg ha⁻¹.

O terceiro fator foi o regime hídrico do solo, em que parcelas foram conduzidas com o uso de irrigação suplementar, realizadas manualmente em função da tensão de água no solo, e outras com condição hídrica sem irrigação suplementar, sequeiro, somente dependente das condições ambientais. Para o monitoramento da condição hídrica no solo foi utilizada a tensiometria, com instalação dos tensiômetro aos 10 centímetros de profundidade e leitura realizada com o tensímetro, três vezes por semana.

A cultura da soja foi semeada, após aração e gradagem da área. As condições climáticas apresentaram médias mensais de 280 mm e 23,6 °C, entre o plantio e a colheita, segundo dados da estação meteorologia da COOXUPÉ, localizada na cidade de Monte Carmelo (Figura 1). Foi utilizada a cultivar SYN 1562 IPRO, que tem uma exigência hídrica média de 700 mm, com o espaçamento de 0,5 m entre linhas e densidade de 300.000 plantas por hectare. As parcelas experimentais foram constituídas por 4 linhas de semeadura com 5 metros de comprimento. A unidade experimental considerada útil foram as 2 linhas centrais, com a eliminação de 0,50 m nas extremidades das mesmas, a título de bordadura.

As características agronômicas avaliadas foram: altura de plantas aos 30 dias após a emergência, altura final e altura de inserção de primeiro legume em pré-colheita, em centímetros e medida em 10 plantas tomadas aleatoriamente na parcela útil. Foram quantificados o número de legumes por planta, número de sementes por legume, também tomadas aleatoriamente em 10 plantas, peso de mil grãos e a produtividade de grãos (kg ha⁻¹) após conversão para 13% de umidade.

Os dados foram submetidos à análise de variância com auxílio do software Sisvar® (FERREIRA, 2014), a 5% de probabilidade pelo teste F.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio da análise de variância (Tabela 2) verificou-se que, para altura de planta aos 30 dias após a emergência, as fontes de variação: condição hídrica, uso do hidrogel e tipos de fertilizantes afetaram de forma isolada a variável, onde o coeficiente de variação (CV) foi igual a 4,8%. Para altura final de plantas e altura de inserção de

primeiro legume não houve efeito significativo de qualquer fonte de variação, mesmo com coeficiente de variação de 11,94% e 9,77%. A altura média final foi de 60,4 cm e a altura média de inserção de primeiro legume foi de 9,87 cm.

Para número de legumes por planta e número de sementes por legume não foi observado diferença significativa, onde o CV foi de 13,28 % e 2,38%, com número médio de 86 legumes por planta e 2,2 sementes/legume, respectivamente.

Para peso de mil sementes (PMS), houve efeito significativo entre a interação condição hídrica e a adubação, com o coeficiente de variação 2,39%. Em relação a variável produtividade, em que o CV foi de 9,31%, somente a fonte de variação tipo de fertilizante influenciou de forma significativa (Tabela 2).

Os valores de tensão de água no solo em média ao longo do período foram de 18,58 kPa para as parcelas irrigadas e 21,17 kPa para as parcelas sem irrigação suplementar, no período de novembro de 2016 a janeiro de 2017.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para altura inicial (30 DAE), altura final, altura de inserção de primeiro legume, número de legume por planta, número de sementes por legume, peso de mil sementes e produtividade de soja em função da condição hídrica, tipo de fertilizante e hidrogel.

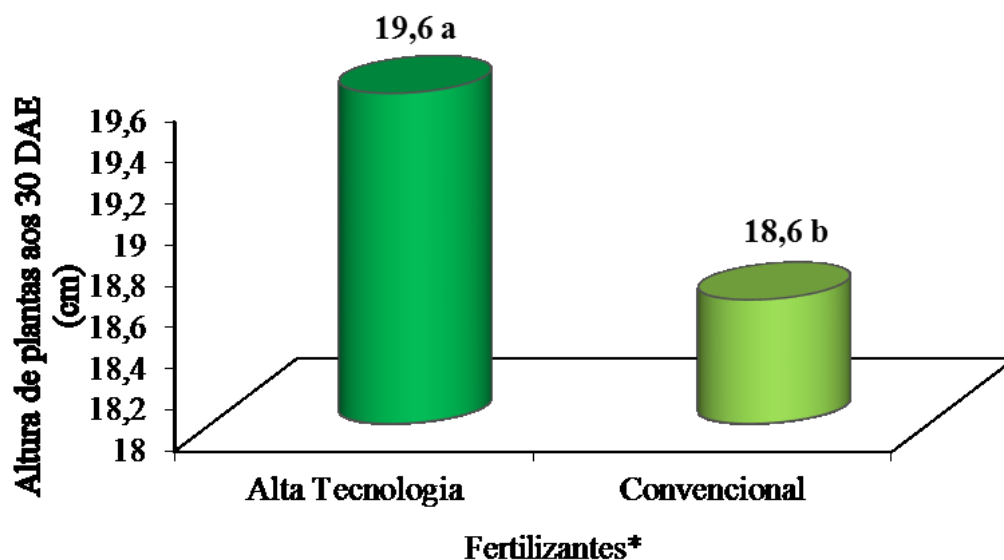
Fonte de variação	GL	Quadrados médios (QM)						
		Alt. inicial	Altura final	Alt 1º legume	Nº leg planta ⁻¹	Sem/legume	PMS	Prod.
Cond. Hídrica (CH)	1	10,8*	49,8	0,18	197,2	0,005	25,77	94485,1
Fertilizante (F)	1	5,1*	17,6	0,00	8,4	0,001	46,92	994036,4*
Hidrogel (H)	1	4,2*	9,1	0,73	428,4	0,000	35,50	9965,4
Bloco	2	0,6	27,4	0,19	502,6	0,006	33,89	532812,0
CH*F	1	0,5	12,3	0,63	213,6	0,001	164,50*	231153,0
CH*H	1	0,09	10,9	0,65	174,9	0,001	15,72	90770,3
F*H	1	0,03	37,0	0,60	0,7	0,000	0,062	17526,7
CH*F*H	1	1,0	10,6	0,24	74,9	0,005	3,09	590631,2
Erro	14	0,8	52,1	0,93	120,8	0,002	20,24	211707,0
CV(%)		4,81	11,94	9,77	13,28	2,38	2,39	9,31

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

A altura de plantas aos 30 dias após a emergência foi superior quando se utilizou o adubo com tecnologia de maior disponibilização e liberação controlada (Figura 2), uma vez que um dos objetivos da tecnologia é a liberação gradual de nutrientes ao longo do ciclo, o que justifica os resultados apresentados comparando-os à adubação convencional, em que é baseada apenas na mistura física das fontes. Essa característica é importante, pois está relacionada ao desenvolvimento inicial e à competitividade em relação às plantas daninhas.

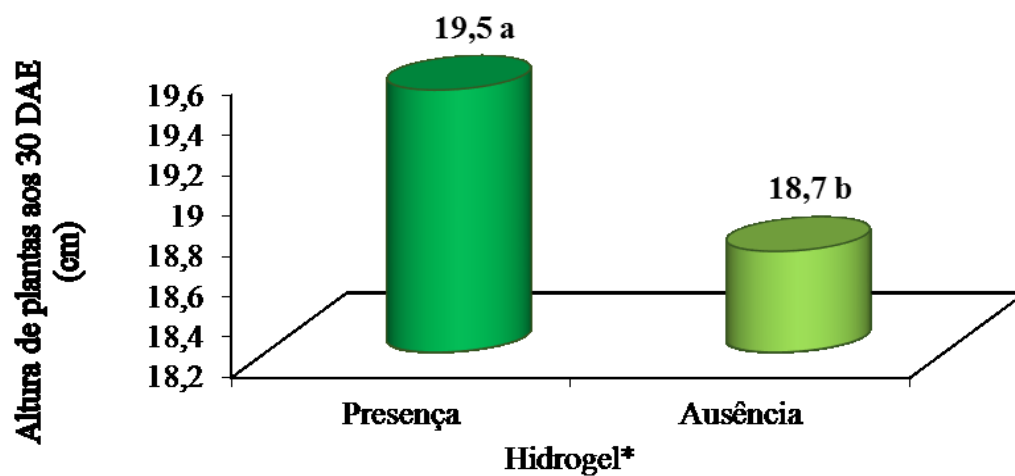
Nesse sentido, o uso do polímero hidrorretentor também favoreceu o desenvolvimento inicial da cultura, mesmo com uma dose considerada baixa de $4,0 \text{ kg ha}^{-1}$ (Figura 3). Sabendo que o plantio foi realizado no dia 08 de novembro, observa-se na Figura 4, onde estão apresentados os dados pluviométricos diários em novembro, que houve uma alta precipitação durante a primeira semana após a semeadura, fazendo com que os polímeros hidrorretentores se hidratassem. Posteriormente, após o dia 15 de novembro, ocorreu uma semana de baixa precipitação, que na presença do hidrogel não resultou em déficit hídrico as plantas, justificando a maior altura de planta aos 30 DAE.

Pelegrin et al. (2017), em trabalho que constataram efeitos positivos dos polímeros hidrorretentores sobre a produtividade da soja, relataram que a dose de 15 kg ha^{-1} de hidrorretentor seria a de maior eficiência técnica. A água absorvida pelo polímero fica facilmente disponível para as plantas, ocasionando um acréscimo no desenvolvimento inicial (ZONTA et al., 2009).



*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Figura 2. Altura inicial aos 30 dias da soja em função de dois tipos de fertilizantes: alta tecnologia e convencional.



*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Figura 3. Altura inicial aos 30 dias da soja em função do uso do polímero hidrorretentor (Hidrogel).

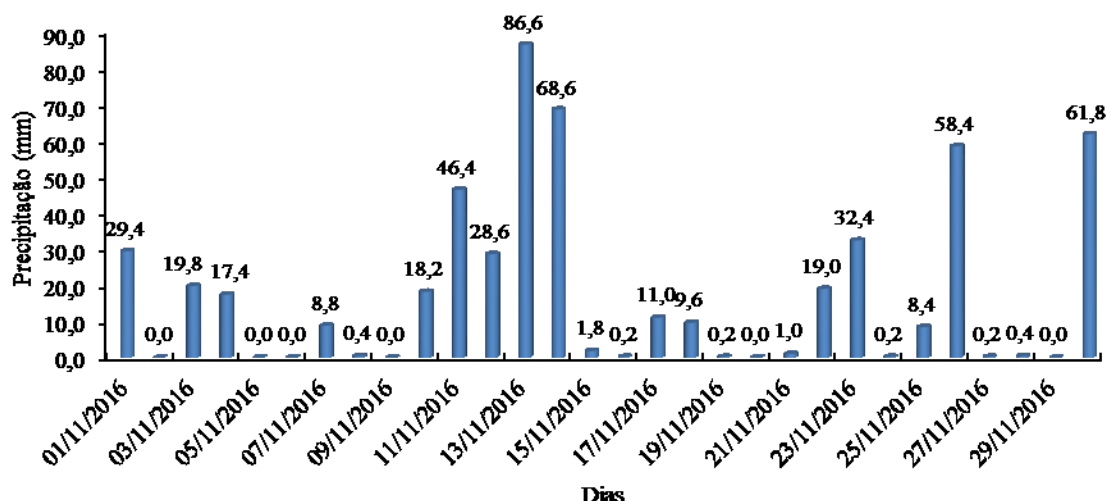
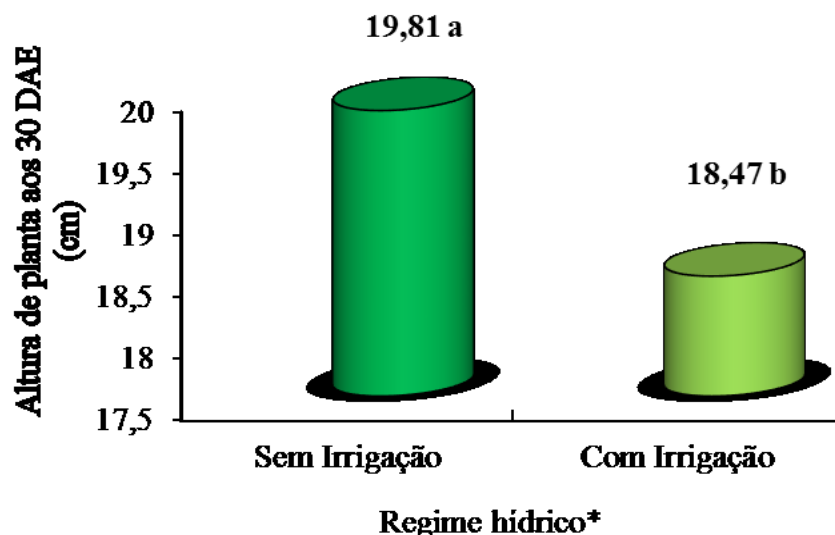


Figura 4. Precipitação diária referente a novembro/2016.

Todavia, para o regime hídrico, o efeito da irrigação suplementar não foi satisfatório, sendo a altura de planta aos 30 DAE inferior na condição irrigada (Figura 5). Fato que pode estar relacionado à época de semeadura e condições pluviométricas nesse período, que na safra 2016/17, foram adequadas, em volume e distribuição durante o ciclo. Beutler et al. (2002) estudando a retenção de água em latossolo distrófico vermelho, observaram que a 40 cm de profundidade a capacidade de água disponível (CAD) média foi de $0,070 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^3$, para cultivos de algodão, cana-de-açúcar e mata. Durante o ciclo da soja somente com as condições ambientais a precipitação pluviométrica foi de 1280,8 mm, atendendo e com excedente em relação ao exigido em média pela cultura da soja, que pode variar entre 450 a 850 mm (CARVALHO et al. 2013; EMBRAPA SOJA, 2013). Sendo verificado que o excesso de água promovido com a irrigação suplementar foi prejudicial.



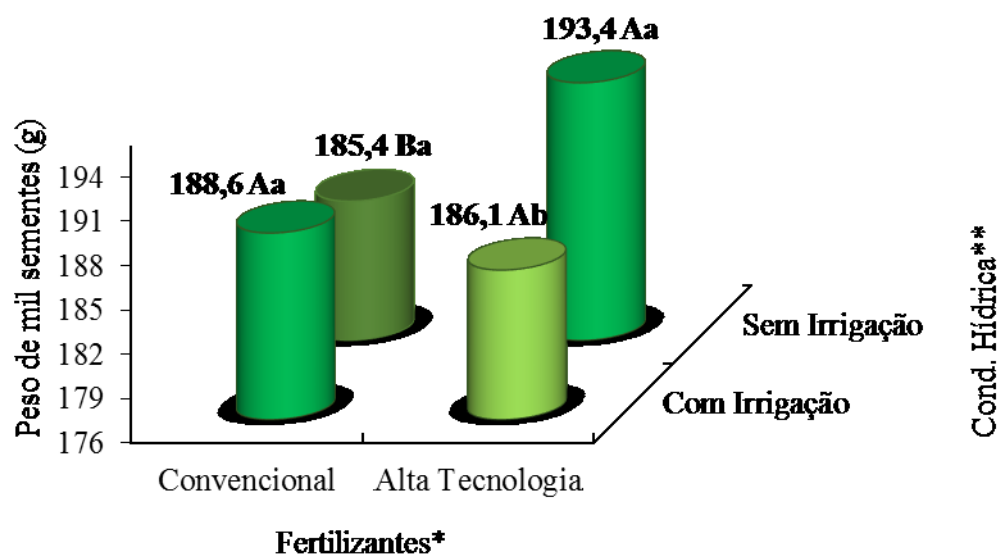
*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Figura 5. Altura inicial aos 30 dias da soja em função dos regimes hídricos: com e sem irrigação suplementar.

Para peso de mil sementes, com o uso dos fertilizantes convencionais, as condições hídricas não proporcionaram diferenças. Porém, com a utilização do fertilizante de alta tecnologia, a condição hídrica com irrigação suplementar ocasionou menor peso de mil sementes (Figura 6), o que reitera o efeito prejudicial do excesso de água nessa safra a exemplo do verificado para altura de plantas aos 30 dias após a emergência.

Em relação à comparação das fontes utilizadas na adubação, os tipos de fertilizantes não diferiram com o uso de irrigação suplementar. Sem o uso da irrigação suplementar, o fertilizante de alta tecnologia proporcionou um peso de mil sementes maior, com um acréscimo de 8,1 gramas em relação às fontes convencionais. Sendo essa característica um importante componente da produtividade.

Leal et al. (2015) trabalhando com diferentes doses de cloreto de potássio revestidos com polímeros em busca de altas produtividades em soja, observaram que a utilização de KCl com três camadas de polímeros é uma alternativa para aumentar a eficiência da adubação potássica aplicada em cobertura, em solos com textura franco arenosa, com doses de 60 kg ha^{-1} de K_2O .



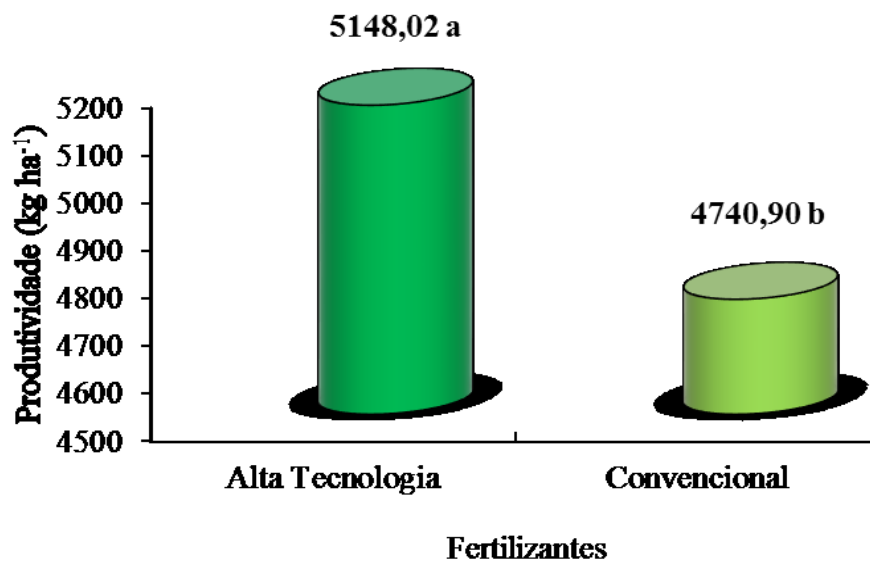
Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, letra minúscula para comparação das condições hídricas em cada tipo de fertilizante (*) e letra maiúscula para comparação dos tipos de fertilizantes em cada condição hídrica (**), pelo teste de F a 5% de probabilidade.

Figura 6. Peso de mil sementes de soja sobre interação condição hídrica e tipos de adubação.

O uso do fertilizante considerado de alta tecnologia foi superior aos adubos convencionais, proporcionando ganhos em produtividade da soja, mesmo já em patamares elevados (Figura 7), visto que a média brasileira na safra 2017/18 foi de 3.333 kg ha^{-1} (CONAB, 2018). A utilização do fertilizante de elevada tecnologia proporcionou uma produtividade média de $5148,02 \text{ kg ha}^{-1}$, representando um ganho $407,13 \text{ kg ha}^{-1}$ (8,59%) em relação à mistura física de fontes convencionais ($4740,90 \text{ kg ha}^{-1}$).

Essas diferenças estão relacionadas à eficiência da adubação, pois fertilizantes com tecnologias diferenciais podem conferir menores perdas de nutrientes por lixiviação, volatilização e fixação (ZHRANI, 2000). Guareschi et al. (2008) observaram que as respostas ao uso desses fertilizantes podem variar em função do modo e época de aplicação dos mesmos. Machado e Souza (2012), conduzindo um experimento em solos de diferentes texturas e doses crescentes de fósforo de liberação lenta, observaram que a tecnologia é mais pronunciada em solos argilosos, seguido pelo de textura média e arenoso. Bento et al. (2015) relataram que a produtividade média

com o uso do MAP revestido com Policote B foi superior à média observada com o uso do MAP, aumentando o índice de eficiência agrônômica de fósforo.



Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Figura 7. Produtividade da soja submetida a adubação de alta tecnologia e convencional.

4 CONCLUSÕES

O uso de polímeros hidrorretentores proporcionou maior altura de plantas de soja aos 30 dias após o semeio.

O uso de fertilizante de alta tecnologia, envolvendo maior disponibilização e liberação gradual, no sulco de semeadura resultou em maiores altura de planta aos 30 dias após a emergência, peso de mil sementes e produtividade da soja em relação à mistura física de fontes convencionais.

REFERÊNCIAS

AKHTER, J.; MAHMOOD, K.; MALIK, K.A.; MARDAN, A.; AHMAD, M.; IQBAL, M.M. Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and chickpea. **Plant Soil Environ**, v. 50, n. 10, p. 463-469, 2004.

AZEVEDO, T.L.F. **Avaliação da eficiência do polímero agrícola de poliácridamida no fornecimento de água para o cafeeiro (Coffea arabica L) cv. Tupi.** Maringá, Universidade Estadual de Maringá, 2000. 38p.

BENTO, U.; VENÂNCIO, D. G.; OLIVEIRA, L. G. G.; MENDES, R. T. Eficiência Agronômica e Produtividade Soja em resposta à Fontes e Doses de Fósforo. In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, 2015, Rio Grande do Norte, **Anais...** Rio Grande do Norte: SBCS, 2015.

BEUTLER, A. N.; CENTURION J. F.; SOUZA, Z. M.; ANDRIOLI I.; ROQUE C. G. Retenção de água em dois tipos de latossolos sob diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** P. 829-834, 2002.

BORRMANN, D. **Efeito do déficit hídrico em características químicas e bioquímicas da soja e na degradação da clorofila, com ênfase na formação de metabolitos incolores.** 2009. 107p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira:** grãos, oitavo levantamento, maio/2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaos>>. Acessado em 30 de maio de 2018.

CARVALHO, E.R.; REZENDE, P.M.; PASSOS, A.M.A.; OLIVEIRA, J.A. Diagnose foliar e produtividade da soja, em razão de doses e tecnologias de manufatura de fertilizantes formulados NPK. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, Recife, v.7, n.3, p.402-408, 2012.

CARVALHO, I.R.; KORCELSKI, C.; PELISSARI, G.; HANUS, A.D.; ROSA, G.M. Demanda hídrica das culturas de interesse agrônomo. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 969-985. 2013.

CASAGRANDE, E.C.; FARIAS, J.R.B.; NEUMAIER, N.; OYA, T.; PEDROSO, J.; MARTINS, P.K.; BRETON, M.C.; NEPOMUCENO, A.L. Expressão gênica diferencial durante déficit hídrico em soja. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 2, p. 168-184, 2001.

DEMARTELAERE, A.C.F.; DUTRA, I.; ALVES, S.S.V.; TEÓFILO, T.M.S.; ALVES, S.V. Utilização de polímero hidro absorvente no meloeiro (*Cucumis melon L.*) sob diferentes lâminas de irrigação. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 5-8, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Exigências climáticas. **Tecnologias de produção de soja - Paraná - 2003.** Londrina: Embrapa Soja, 2002. cap. 1, p. 28-30. (Sistemas de Produção, 2).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro, Embrapa Solos, ed.2, p. 306, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil 2014.** – Londrina: Embrapa Soja, 2013. p. 265.

FERRARI, E.; PAZ, A.; SILVA, A. C. Déficit hídrico no metabolismo da soja em sementeiras antecipadas no Mato Grosso. **Nativa**, v. 3, n. 1, p. 67-77, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n.4, p.278-286, 2014.

GUARESCHI, R.F. et al. Adubação fosfatada e potássica na semeadura e a lanço antecipada na cultura da soja cultivada em solo de Cerrado. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, n.4, p.93-98, 2008.

GUARESCHI, R.F.; GAZOLLA, P.R.; PERIN, A.; SANTINI, J.M.K. Adubação antecipada na cultura da soja com superfosfato triplo e cloreto de potássio revestidos por polímeros. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 35, n. 4, p. 643-648, jul./ago., 2011

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>

KÖPPEN, W. **Climatologia com un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 478 p.

LEAL, A. J. F.; VALDERRAMA, M.; KANEKO, F. H.; LEAL, U. A. S.; PERIN, A.; LUCHESE, K. U. O. Produtividade da soja de acordo com diferentes doses de cloreto de potássio revestido ou não com polímeros. **Global Science and Technology**. v.08, n.01, p.19 – 30, jan/abr. 2015.

LOPES, M. B. S.; **Influência do uso do hidrogel no cultivo da soja sob estresse hídrico**. 2016. p 49. Dissertação - Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi. Gurupi, Tocantins, 2016.

MACHADO, V. J.; SOUZA, C. H. E. Disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico de liberação lenta. **Bioscience Journal**. v. 28, Supplement 1, p. 1-7, mar. 2012

MIKKELSEN, R. L.; BEHEL, A. D.; WILLIAMS, H. M. Using hydrophilic polymers to improve uptake of manganese fertilizers by soybeans. **Fertizer Research**, v.41, p.87-92, 1995.

MARQUES, P. A. A. et al. Hidrogel como substituto da irrigação complementar em viveiro telado de mudas de cafeeiro. **Ciência Rural**, v. 43, n. 1, p. 1-7, 2013.

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. Rio Grande do Sul, **Revista de Ciências Agrárias**, 2017, p. 175-182.

PEREIRA, J. W. L.; FILHO MELO, P. A.; A, M. B.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; SANTOS, R. C. Mudanças bioquímicas em s de amendoim submetidos a déficit hídrico moderado. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.4, p.766-773, 2012.

PREVEDELLO, C.L.; BALENA, S.P. Efeitos de polímeros hidroretentores nas propriedades físico-hídricas de dois meios porosos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 2, p. 251-258, 2000.

PREVEDELLO, C. L.; LOYOLA, J. M. T. Efeito de polímeros hidroretentores na infiltração da água no solo. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 3, p. 313-317, 2007.

PRODUQUIMICA. Nutrição vegetal **PHUSION**. Disponível em: <http://www.produquimica.com.br/divisao_agro_vegetal_phusion.aspx>. Acessado em: 07 de Fev 2017.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5.^a aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG, 1999. 359p.

TOMASZEWSKA, M.; JAROSIEWICZ, A.; KARAKULSKI, K. Physical and chemical characteristics of polymer coatings in CRF formulation. *Desalination, Hopkinton*, v.146, p.319-323, 2002.

ZAHRANI, S. Utilization of polyethylene and paraffin waxes as controlled delivery systems for different fertilizers. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, , v.39, n.3, p.367–371, 2000.

ZONTA, J. H. et al. Influência de diferentes turnos de rega e doses de hidroabsorvente no desenvolvimento inicial da cultura do café conillon (*Coffea canephora* Pierre). *IDESIA*, v. 27, n. 3, p. 29-34, 2009.