

Maria Josiane Martins

Universidade Estadual de Montes Claros
Josianemartins102012@hotmail.com

Regina Cássia Ferreira Ribeiro

Universidade Estadual de Montes Claros
Regina.ribeiro@unimontes.br

Silvânio Rodrigues dos Santos

Universidade Estadual de Montes Claros
Silvânio.santos@unimontes.br

Carlos Augusto Rodrigues Matrangolo

Universidade Estadual de Montes Claros
Carlos.matrangolo@unimontes.br

Lorena Gracielly de Almeida Souza

Universidade Federal de Lavras
lorenagracielly2@gmail.com

Adelica Aparecida Xavier

Universidade Estadual de Montes Claros
Adelica.xavier@unimontes.br

Isabelle Carolyne Cardoso Batista

Universidade Estadual de Montes Claros
isabelle.cardoso@yahoo.com.br

Edson Hiydu Mizobutsi

Universidade Estadual de Montes Claros
edson.mizobutsi@unimontes.br

INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES DE REAÇÃO NO INTUMESCIMENTO DE POLÍMERO HIDRORRETENTOR DE CELULOSE

RESUMO

Hidrорretentores podem ser definidos como sistemas hidrofílicos dispostos em uma ou mais redes tridimensionalmente. Dependendo da natureza dos componentes que o originam, este pode responder de uma ou outra maneira. A capacidade de intumescimento do hidrорretentor foi avaliada com relação às variáveis que podem desempenhar papel fundamental no ambiente do solo, são elas: taxa de intumescimento, tempo de intumescimento, pH e força iônica. O hidrорretentor foi submetido a teste de sorção. Os cinco gramas do mesmo foram adicionados 1 litro de água destilada, depois de 24 horas calculou-se a razão de intumescimento. O hidrорretentor foi submetido a diferentes pHs (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10). O hidrорretentor foi submetido a diferentes concentrações ($0,0125 \text{ mol L}^{-1}$; $0,250 \text{ mol L}^{-1}$; $0,05 \text{ mol L}^{-1}$; $0,10 \text{ mol L}^{-1}$, $0,15 \text{ mol L}^{-1}$ e $0,20 \text{ mol L}^{-1}$) de cloreto de cálcio e cloreto de sódio. O teste de sorção em água destilada mostrou que o hidrорretentor apresentou razão de intumescimento de 170%. A partir dos 420 minutos os grânulos de hidrорretentor estabilizaram seu intumescimento. O maior peso do hidrорretentor foi encontrado no pH 5,82. O peso do hidrорretentor diminuiu à medida que aumentou as concentrações de sais.

Palavras-chave: Condicionador de solo. Retenção de água. Sais. pH.

INFLUENCE OF REACTION CONDITIONS ON SWELLING OF WATER-RETAINING CELLULOSE POLYMER

ABSTRACT

Water-retaining polymers can be defined as hydrophilic systems arranged in one or more three-dimensional networks. Depending on the nature of the components that originate it, it can respond in one way or another. The swelling capacity of the water retainer was evaluated in relation to the variables that can play a fundamental role in the soil environment, namely: swelling rate, swelling time, pH and ionic strength. The water-retaining was submitted to a sorption test. The five grams of it were added to 1 liter of distilled water, after 24 hours the swelling ratio was calculated. The water retainer was subjected to different pHs (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 and 10). The water retainer was subjected to different concentrations ($0.0125 \text{ mol L}^{-1}$; 0.250 mol L^{-1} ; 0.05 mol L^{-1} ; 0.10 mol L^{-1} , 0.15 mol L^{-1} and 0.20 mol L^{-1}) of calcium chloride and sodium chloride. The sorption test in distilled water showed that the sealant had a swelling ratio of 170%. After 420 minutes, the hydro-retentive granules stabilized their swelling. The highest water retainer weight was found at pH 5.82. The weight of the sealant decreased as the salt concentrations

increased.

Keywords: Soil conditioner. Water retention. Salts. pH.

1. INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água para irrigação é o recurso mais crítico para o desenvolvimento sustentável de regiões áridas e semiáridas. Nos últimos anos, os hidrorretentores são utilizados na agricultura para melhorar as propriedades do solo (permeabilidade, densidade, estrutura e textura) (AODA et al., 2021), liberação e transporte de agroquímicos (VEJAN et al., 2021), aumento da eficiência do uso da água (RESENDE et al., 2021) e principalmente como retentores de água (RELLEVE et al., 2020).

Polímeros hidrorretentores são redes poliméricas hidrofílicas reticuladas (RATHER; BHAT; SHALLA, 2022). Eles apresentam em sua constituição ligações cruzadas que aprisionam as moléculas de água via pontes de hidrogênio e força de Van der Waals expandindo a cadeia polimérica sem que essa seja dissolvida (KOVALCIK, 2018). A capacidade dos polímeros hidrorretentores em absorver grandes quantidades de água e manter sua integridade os torna materiais promissores para fins agrícolas (Tanasic et al., 2021).

No passado um grande número de hidrorretentores sintéticos à base acrilamida foram utilizados (HASAN & ABDEL-RAOUF, 2019). Na última década houve um aumento pela busca por biopolímeros (SABBAGH et al., 2019). Estes apresentam segurança ambiental, alta absorção, alta resistência (KABIR et al., 2018). Dentre os biopolímeros, o de celulose tem sido estudado por ser o principal e mais

abundante constituinte das plantas (CHAUDHARY et al., 2022).

Devido aos grupos funcionais da hidrorretentor à base de celulose, o comportamento de absorção de água é sensível ao tempo, pH e força iônica da solução. Quando os biopolímeros são incorporados aos substratos de cultivo, os resultados de intumescimento variam justamente pela presença de outros componentes. Dependendo da natureza do hidrorretentor, este pode responder a alterações de pH. Sabe-se que os hidrorretentores podem apresentar mudanças em resposta a estímulos específicos como a força iônica na solução (NEVES et al., 2020). Ainda não existem estudos que demonstrem o comportamento do hidrorretentor à base de celulose frente a mudanças de pH e força iônica da solução.

Vários trabalhos científicos relatam o uso do hidrorretentor como condicionador de solo na agricultura (SIKDER et al., 2021). Porém, a maioria desses estudos está relacionada exclusivamente à capacidade de retenção de água sem levar em conta sua interação com o meio. O entendimento do efeito de ambientes externos no intumescimento de hidrorretentores faz-se necessário. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito do pH, força iônica e tempo no intumescimento de hidrorretentor à base de celulose.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Local experimental

Os experimentos foram realizados no laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual de Montes Claros campus Janaúba.

Taxa de intumescimento em água destilada

A capacidade de intumescimento do hidrorretentor foi avaliada primeiramente em água destilada. Vinte amostras de 5 gramas do hidrorretentor Polyter® foram pesadas e colocadas em beckres de dois litros. A essas amostras adicionou-se 1000 mL de água destilada. Após 24 horas de imersão, os grânulos hidratados foram pesados em balança de precisão. A razão de intumescimento foi definida pela forma proposta por Demitri et al. (2013). O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado com 20 repetições.

Taxa de intumescimento em água destilada em diferentes períodos

Em potes de vidro de 100 mililitros pesou-se 0,25 gramas de hidrorretentor seco, a estes foram adicionados 50 mililitros de água destilada. Os potes foram fechados e deixados a temperatura ambiente (25°C). A taxa de intumescimento do hidrorretentor foi então avaliada monitorando o ganho de peso das amostras após sua imersão em água destilada por diferentes períodos de tempo (5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 120, 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 450 e 480 minutos). A cada período de tempo, os grânulos hidratados foram pesados.

O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado com 19 tratamentos (19 períodos de tempo) e 3 repetições. Os dados de peso dos grânulos hidratados e da taxa de intumescimento foram submetidos à análise de variância e regressão. Os

dados foram analisados pelo software R versão 3.5.

Intumescimento do hidrorretentor em diferentes pHs

Em capela de exaustão com auxílio de pipeta, 4,1 mililitros de HCl (ácido clorídrico - $36,46 \text{ g mol}^{-1}$) foram adicionados a cinquenta mililitros de água destilada em balão volumétrico (com capacidade para 100 mL). Após a solução atingir temperatura ambiente completou-se o volume com água destilada para cem mililitros. Tampou-se o balão volumétrico e o inverteu várias vezes para que a solução fosse homogeneizada. A concentração final do ácido clorídrico ficou em 0,5M.

Também em capela de exaustão, 2 gramas de NaOH (hidróxido de sódio $39,99 \text{ g mol}^{-1}$) foram adicionados a cinquenta mililitros de água destilada em balão volumétrico (com capacidade para 100 mL). Após a dissolução do NaOH completou-se o volume com água destilada para cem mililitros. Tampou-se o balão volumétrico e o inverteu várias vezes para que a solução fosse homogeneizada. A concentração final do NaOH ficou em 0,5M.

A potes de vidro de 200 mililitros adicionou-se cinquenta mililitros de água destilada e em seguida adicionou-se HCl 0,5M ou hidróxido de sódio 0,5M de maneira que o pH final da água fosse 3; 4; 4,5; 5; 5,5; 6; 7; 8; 9 e 10. A essas soluções adicionou-se 0,25 gramas de polímero hidrorretentor à base de celulose. Os potes foram fechados e acondicionados a temperatura ambiente por 7 horas. Após, descartou-se a água que não foi absorvida pelos grânulos, e estes foram pesados em balança analítica.

Montou-se o experimento em delineamento inteiramente casualizado com 10 tratamentos (pHs 3; 4; 4,5; 5; 5,5; 6; 7; 8; 9; 10) e 3 repetições. Os dados foram submetidos a análise de regressão a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas no software R versão 3.5.

Medições de intumescimento em diferentes forças iônicas

O intumescimento do hidrorretentor foi avaliado em diferentes forças iônicas: Solução de cloreto de sódio (NaCl) e solução cloreto de cálcio (CaCl_2) em diferentes concentrações ($0,0125 \text{ mol L}^{-1}$; $0,250 \text{ mol L}^{-1}$; $0,05 \text{ mol L}^{-1}$; $0,10 \text{ mol L}^{-1}$, $0,15 \text{ mol L}^{-1}$ e $0,20 \text{ mol L}^{-1}$). Foram utilizados 50 mililitros de cada solução e a esta solução foram adicionados 0,25 gramas de hidrorretentor seco.

Após 7 horas de imersão nas soluções as amostras foram pesadas em balança analítica de precisão. Os experimentos foram montados em delineamento inteiramente casualizados em esquema fatorial 2x6 (dois tipos de sais e seis concentrações) com quatro repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância e regressão a 5% de probabilidade. Os dados foram analisados pelo software R versão 3.5.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Taxa de intumescimento em água destilada

O teste de sorção em água destilada mostrou que o hidrorretentor apresentou razão de intumescimento de 170% (Tabela 1). Ou seja, ele absorveu cerca de 170 vezes seu peso seco.

Tabela 1. Capacidade de intumescimento de hidrorretentor à base de celulose 24 horas após a imersão em água destilada.

Peso hidrorretentor	Peso hidrorretentor	Capacidade de	Desvio Padrão	Coefficiente de
---------------------	---------------------	---------------	---------------	-----------------

O hidrorretentor utilizado tem como base a celulose. Hidrorretentores baseados em celulose compreendem muitos biopolímeros orgânicos que são materiais hidrofílicos, que podem absorver e reter uma grande proporção de água em sua estrutura (KABIR et al., 2018; DIMETRI et al., 2013).

Taxa de intumescimento em água destilada em diferentes períodos

A partir dos 420 minutos (7 horas) os grânulos de hidrorretentor estabilizaram seu intumescimento (Figura 1). Quando o hidrorretentor é intumescido, as cadeias poliméricas sofrem expansão, aumentando a distância entre seus retículos e o volume entre as mesmas (AOUADA et al., 2011). Nesse momento as forças osmóticas possibilitam o transporte do solvente para o interior do hidrorretentor, que é contrabalanceada por uma força elástica retrativa. Assim, quando as duas forças são contrabalanceadas, o hidrorretentor alcançará o seu estado de equilíbrio de intumescimento (AOUADA et al., 2012).

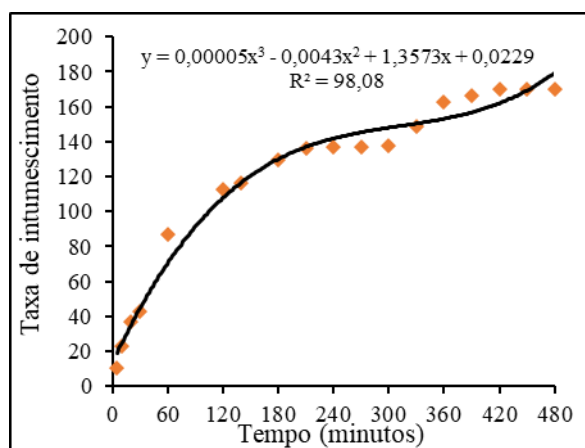


Figura 1. Taxa de intumescimento de hidrorretentor à base de celulose em diferentes períodos.

seco (g)	hidratado (g)	intumescimento (%)	variação (%)
5,0120	857,12	170,0136	6,25
			0,7301

Média de 20 repetições.

O grau de intumescimento é um parâmetro de extrema importância para avaliar as propriedades de absorção de água por materiais como os hidrorretentores (Gallardo et al., 2022). Os hidrorretentores usados para a modificação do solo devem possuir capacidade de captura de água e alta retenção da mesma. Estudos sobre intumescimento são importantes quando se almeja aplicação na agricultura, já que esse parâmetro fornece informações sobre a quantidade de água ou solução nutritiva que o hidrorretentor pode absorver (RAOULF et al., 2018).

Intumescimento do hidrorretentor em diferentes pHs

O intumescimento do hidrorretentor em função de diferentes pHs comportou-se de forma quadrática (Figura 2). Derivando-se a equação de peso, verifica-se que o maior valor seria encontrado no pH 5,82. A partir desse valor de pH, o intumescimento do hidrorretentor cai devido a diminuição das forças repulsivas causadas pelos grupos carboxílicos quando estão ionizados, que ocorre em virtude da protonação dos mesmos (COOH), resultante da maior concentração de prótons (H⁺) (GARCIA et al., 2019). Em outras palavras uma grande quantidade de prótons (H⁺) interage com os grupos aniônicos, impedindo parte da interação com as moléculas de água, além da expansão das cadeias poliméricas.

Os valores de pH que resultaram em maior peso estavam dentro da faixa de 4,5 a 5,82.

Isso sugere que esse polímero necessita de condições de potencial hidrogeniônico semelhante ao exigido pelas plantas para melhor absorção de nutrientes.

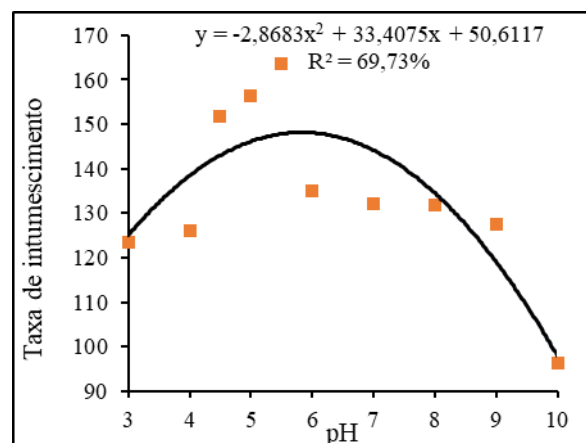


Figura 1. Intumescimento de polímero de hidrorretentor à base de celulose em função de diferentes potenciais hidrogeniônicos.

Medições de intumescimento em diferentes forças iônicas

Houve interação significativa no peso do hidrorretentor em função dos diferentes meios de solução. Independente da concentração utilizada, o hidrorretentor sofreu maior influência do meio com cloreto de cálcio (Figura 3 e 4).

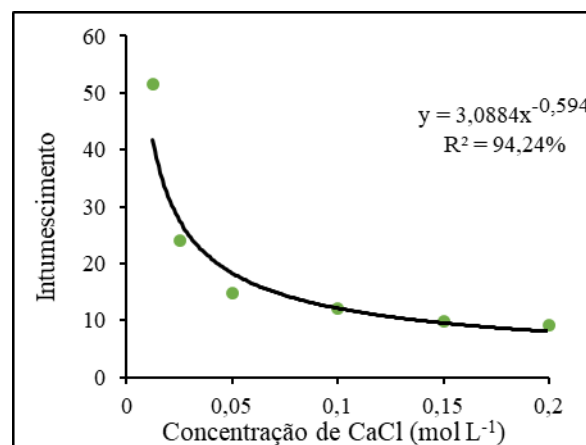


Figura 2. Interação meio dentro de cada nível de concentração de cloreto de cálcio para taxa de intumescimento.

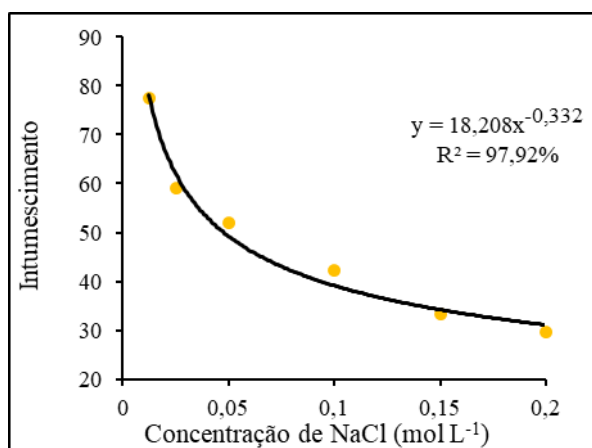


Figura 4. Interação meio dentro de cada nível de concentração de cloreto de sódio para taxa de intumescimento.

Pode-se observar que o grau de intumescimento é fortemente influenciado pela solução salina quando comparado com o intumescimento em água destilada. Segundo Magalhães (2009), a diminuição do intumescimento em NaCl ocorre devido a diminuição na diferença de pressão osmótica entre o gel e a solução externa em maior força iônica.

Os íons na forma de cátions (Ca^{2+} e Na^{+}) interagem intramoleculares e/ou intermoleculares com os grupamentos COO^{-} presentes na matriz do hidrorretentor, possibilitando a formação de pontos de interações físicas, reduzindo assim o fenômeno de expansão das cadeias poliméricas (Figura 3 e 4) e, consequentemente, a absorção de água (LI et al., 2016). Esse fenômeno é mais influenciado quanto maior a valência do cátion presente na solução, o que explica a redução mais acentuada no cloreto de cálcio que é bivalente.

A presença de sais influenciou na absorção de água, diminuindo os valores do grau de intumescimento, comparado aos valores em água destilada. Verificar o efeito de sais sobre os hidrorretentores é de extrema importância, uma

vez que estes são utilizados em regiões semiáridas que devido à prática de irrigação podem ter solos salinos (ABUELGASIM & AMMAD, 2019).

4. CONCLUSÕES

O hidrorretentor apresentou razão de intumescimento de 170%. O hidrorretentor estabiliza seu intumescimento em sete horas de imersão em água. O pH 5,82 é o ótimo para intumescimento do hidrorretentor. O intumescimento do hidrorretentor diminui com aumento da força iônica.

5. AGRADECIMENTOS (opcional)

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), - Código de Financiamento 001 pela concessão de bolsas de pós-graduação. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) a Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão de bolsas de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

- AODA, M. I.; SMUCKER, A. J. M.; MAJEED, S. S.; MOHAMMED, H. A.; AL-SAHA, F. H.; ROBERTSON, G. P. Novel root zone soil water retention improves production with half the water in arid sands. **Agronomy Journal**, v.113, p.1-9, 2021. <https://doi.org/10.1002/agj2.20648>.
- ABUELGASIM, A.; AMMAND, R. Mapping soil salinity in arid and semi-arid regions using Landsat 8 OLI satellite data. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v.13, p.415-425, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2018.12.010>.
- AOUADA, F. A.; BORTOLIN, A.; MOURA, M. R.; LONGO, E.; MATTOSO, L. H. Synthesis and characterization of novel pH sensitive PAAm-CMC hydrogels and their applications in the controlled release of fertilizer. **Hysrogels: Synthesis, Characterization and aplications**. 2012.

AOUADA, F. A.; MOURA, M. R.; ORTS, W. J.; MATTOSO, L. H. C. Preparation and characterization of novel micro- and nanocomposite hydrogels containing cellulosic fibrils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 9433- 9442, 2011. <https://doi.org/10.1021/jf202347h>

CHAUDHARY, S.; JAIN, V. P.; JAISWAR, G. The composition of polysaccharides: monosaccharides and binding, group decorating, polysaccharides chains. In: SINGH, P.; MANZOOR, K.; IKRAM, S.; ANNAMALAI, K. **Innovation in nano-polysaccharides for eco-sustainability**. Ed. Switzerland: Elsevier. 2022. 376p.

HASAN, A. M. A.; ABDEL-RAOUF, M. E.S. Cellulose-based superabsorbent hydrogels. In: Mondal, I. H. **Cellulose-based superabsorbent hydrogels**. Ed. Cham: Springer. 2019. 1859p.

KABIR, S. M. F.; SIKDAR, P. P.; HAQUE, B.; BHUIYAN, M. A. R.; ALI, A.; ISLAM, M. N. Cellulose-based hydrogel materials: chemistry, properties and their prospective applications. **Progress in Biomaterials**, v.7, p.153-174, 2018. <https://doi.org/10.1007/s40204-018-0095-0>.

KOLEWE, K. W.; PEYTON, S. R.; SCHIFFMAN, J. D. Fewer bacteria adhere to softer hydrogels. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v.7, p.19562-19569, 2015. <https://doi.org/10.1021/acsami.5b04269>.

KOVALCIK, A. Physicomechanical properties and utilization of hydrogels prepared by physical and physicochemical crosslinking. In: THAKUR, V.; THAKUR, M. **Polymer gels: Synthesis and characterization**. Ed. Singapore: Springer, 2018. 405p.

LI, X. LI, Q.; XU, X. SU, Y.; YUE, Q.; GAO, B. Characterization, swelling and slow-release properties of a ne controlled release fertilizer based on wheat straw cellulose hydrogel. **JOURNAL OF THE TAIWAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS**, v. p. 564-572, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2015.10.027>.

MISHRA, S.; THOMBARE, N.; ALI, M.; SWAMI, S. Applications of Biopolymeric Gels in Agricultural Sector. In: THAKUR, V.; THAKUR, M.; VOICU, S. **Polymer gels: Perspectives and Applications**. Ed. Singapore: Springer, 2018.414p.

NEVES, O. S. C.; ROCHA, I. G.; AVRELLA, E. D.; PAIM, L. P.; FIOR, C. S. Influence of nitrates, phosphate, sulphate and salts of Ca, Mg and K, on hydrogel hydration capacity. **Revista Árvore**, v.44, p. 1-10, 2020. <https://doi.org/10.1590/1806-908820200000008>.

RATHER, R. A.; BHAT, M. A.; SHALLA, A. H. An insight into synthetic, physiological aspect of superabsorbent hydrogels based on carbohydrate type

polymers for various applications: A review. **Carbohydrate Polymer Technologies and Applications**, v.12, p. 604-615, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.carpta.2022.100202>.

RELLEVE, L. S.; ARANILLA, C. T.; BARBA, B. J. D.; GALLARDO, A. K. R.; CRUZ, V. R. C.; LEDESMA, C. R. M.; NAGASAWA, N.; ABAD, L. V. Radiation-synthesized polysaccharides/polyacrylate super water absorbents and their biodegradabilities. **Radiation Physics and Chemistry**, v.170, p.1-29, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2019.108618>.

RESENDE, T. B.; SOUZA, V. H. S.; CASTANHEIRA, D. T.; CARVALHO, M. A. F.; GUIMARÃES, R. J. Water retainer polymer in coffee plants deployment under different levels of irrigation. **Coffee Science**, v.116, p. 1-8, 2021. <https://doi.org/10.25186/v16i.1926>.

SABBAGH, F.; MUHAMAD, I. I.; PAE, N.; HASHIM, Z. Strategies in improving properties of cellulose-based hydrogels for smart applications. In: MONDAL, I. H. **Cellulose-based superabsorbent hydrogels**. Ed. Cham: Springer, 2019. 1859p.

SAHA, A.; GUPT, C. B.; SEKHARAN, S. Recycling natural fibre to superabsorbent hydrogel composite for conservation of irrigation water in semi-arid regions. **Waste and Biomass Valorization**, v.12, p.6433-6448, 2021. <https://doi.org/10.1007/s12649-021-01489-9>.

SIKDER, A.; PEARCE, A. K.; PARKINSON, S. J.; NAPIER, R.; O'REILLY, R. K. Recent trends in advanced polymer materials in agriculture related applications. **ACS Applied Polymer Materials**, v.3, 1203-1217, 2021. <https://doi.org/10.1021/acsapm.0c00982>.

TANASIC, J.; ERCEG, T.; TANASCIC, L.; BALOS, S.; KLISURI, O.; RISTIC, I. The influence of reaction conditions on structural properties and swelling kinetics of polyurethane hydrogels intended for agricultural purposes. **Reactive and Functional Polymers**, v.169, p.105085, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2021.105085>.

VEJAN, P.; KHADIRAN, T.; ABDULLAH, R.; AHMAD, N. Controlled release fertilizer: A review on developments, applications and potential in agriculture. **Journal of Controlled Release**, v.339, p.321-334, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2021.10.003>.

Maria Josiane Martins

Graduada em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual de Montes Claros. Mestre e Doutora em Produção Vegetal no Semiárido pela Universidade Estadual de Montes Claros.

Regina Cássia Ferreira Ribeiro

Doutora em Fitopatologia pela Universidade Federal de Viçosa. Docente dos cursos de Agronomia e de Produção Vegetal no Semiárido da Universidade Estadual de Montes Claros.

Silvânio Rodrigues dos Santos

Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa. Docente dos cursos de Agronomia e de Produção Vegetal no Semiárido da Universidade Estadual de Montes Claros.

Carlos Augusto Rodrigues Matrangolo

Doutor em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa. Docente do curso de Agronomia da Universidade Estadual de Montes Claros.

Lorena Gracielly de Almeida Souza

Graduada em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual de Montes Claros. Mestranda em Fitopatologia pela Universidade Federal de Lavras.

Adelica Aparecida Xavier

Doutora em Fitopatologia pela Universidade Federal de Viçosa. Docente dos cursos de Agronomia e de Produção Vegetal no Semiárido da Universidade Estadual de Montes Claros.

Isabelle Carolyne Cardoso Batista

Graduada em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual de Montes Claros. Mestre e Doutoranda em Produção Vegetal no Semiárido pela Universidade Estadual de Montes Claros.

Edson Hiydu Mizobutsi

Doutor em Fitopatologia pela Universidade Federal de Viçosa. Docente dos cursos de Agronomia e de Produção Vegetal no Semiárido da Universidade Estadual de Montes Claros
