

POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DA CASCA DE SOJA PARA SÍNTESE DE CMC E SUA APLICAÇÃO COMO RECOBRIMENTO EM FEIJÃO

Patricio Javier Robles Barros¹ (PG)*, Diego Palmiro Ramirez Ascheri² (PQ)

¹ Mestrando do Curso de Mestrado de Engenharia Agrícola, UEG Câmpus de Ciências Exatas e Tecnológicas – Henrique Santillo, Br 153, n. 3105, Fazenda Barreiro do Meio, Anápolis. E-mail: probles@renare.uchile.cl.

² Prof. Pesquisador do curso de Mestrado de Engenharia Agrícola, UEG Câmpus de Ciências Exatas e Tecnológicas – Henrique Santillo, Anápolis-GO.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar a potencialidade de utilização da casca de soja para a síntese de carboximetilcelulose (CMC) e sua aplicação como recobrimento em sementes de feijão Carioca. A CMC foi sintetizada a partir da celulose extraída da casca, acetilando 1,0 g de celulose com ácido cloroacético (1,2 e 2,1 g) em um determinado tempo de reação (192 e 228 min) a 63 °C. O melhor tratamento da acetilação escolhido foi aquele que produziu CMC com maiores grau de substituição (GS) e viscosidade aparente (Vap). A CMC escolhida foi utilizada para o recobrimento do feijão, elaborando soluções de 1, 2, 3%. O efeito do recobrimento sobre as sementes foi estudado através de teste padrão de germinação, primeira contagem, envelhecimento acelerado, comprimento e massa seca de plântula. O melhor resultado do processo de acetilação da celulose foi obtido aplicando 2,1 g ácido cloroacético e 192 min, produzindo CMC com GS= 1,56 e Vap= 305,49 cP. A solução de 2% da CMC escolhida permitiu obter 95,5, 93 e 43,5% das sementes germinadas nos testes padrão de germinação, primeira contagem e envelhecimento acelerado, respectivamente, e as plântulas mostraram em média 34,2 cm de comprimento e 52,71 mg de massa seca.

Palavras-chave: carboximetilação, cobertura, qualidade fisiológica de semente.

Introdução

A casca de soja, é um dos resíduos agroindustriais mais abundantes dentro da indústria brasileira proveniente da indústria processadora de soja (NETO et al., 2013), pouco tem sido estudada para a obtenção de celulose e, na literatura, não se tem nenhuma informação quanto a elaboração de um produto derivado da celulose da casca de soja que tenha sido utilizado como recobrimento de sementes.

A casca pode ser utilizada na alimentação de ruminantes (SANTOS et al., 2008). A própria indústria processadora de grãos de soja às vezes utiliza a casca como fonte de energia, queimando-a nas caldeiras destinadas à geração de calor ou vapor (MANDARINO e ROESSING, 2001). No entanto, a casca apresenta uma

considerável quantidade de celulose em sua composição química variando de 29 a 51% (FERRER et al., 2016), que pode ser transformada em produtos mais nobres na área agrícola, especificamente, como recobrimento de sementes.

O recobrimento consiste na aplicação de uma solução de materiais inertes e adesivos, dispostos mediante uma camada uniforme na superfície da semente, sem alterar a forma e tamanho que permita beneficiar a qualidade fisiológica (KEAWKHAM et al., 2014). As pesquisas em sementes de feijão utilizam recobrimentos de origem petroquímico (MAISONNEUVE et al., 2013), considerados contaminantes e perigosos (SHARMIN et al., 2015). Experiências prévias utilizaram acetato de polivinila em feijão-caupi (SILVA et al., 2016) e polímeros hidrofóbicos em feijão Paulinera, Uniwersa e Jagusia (KWIATKOWSKI e PROKOP, 2015).

A aplicação da carboximetilcelulose como recobrimento sobre sementes de feijão, ameniza o impacto ao estresse ambiental sobre a germinação e o estabelecimento de plântulas (LIU et al., 2014), atua como barreira de proteção contra organismos patógenos e reduz a contaminação (BENNETT e LLOYD, 2015), entre outros. Estudos utilizando CMC como recobrimento não tem sido estudado previamente em sementes de feijão, mas sim em algodão (PRASANNA et al., 2015), pimenta (ASHWINI e SRIVIDYA, 2014), pimentão, tomate, quiabo e berinjela (SINGH et al., 2016) obtendo resultados benéficos.

Neste contexto, o estudo tem por objetivo de estudar o potencial de utilização da casca de soja para a síntese de carboximetilcelulose e sua aplicação como recobrimento em sementes de feijão Peróla (Grupo Carioca).

Material e Métodos

Aproximadamente 10 kg de casca de soja (safra 2016), fornecida pela empresa produtora de óleo de soja Brejeiro (Anápolis-GO), foram secados em estufa com recirculação de ar forçado (Marconi, MA-035) a 105 ± 3 °C por aproximadamente 12 h. Após a secagem, a casca de soja foi moída em um moinho tipo Willy de rotor vertical (SPLabor, SP-31), provido de malha de 1 mm de abertura.

A obtenção da polpa celulósica a partir da casca de soja moída foi realizada conforme metodologia de Mussatto et al. (2006), e posteriormente branqueada conforme metodologia Neto et al. (2013), ambas metodologias com modificações. A polpa foi denominada como celulose de casca de soja (CCS).

A CMC foi obtida por acetilação da CCS conforme a metodologia de Heinze et al. (2006), com modificações. Em que a acetilação foi conduzida ao acaso em esquema fatorial duplo 2^2 , sendo os fatores: ácido cloroacético (MC) adicionada em 1,0 g de CCS (MC: 1,2 e 2,1 g) e tempo de reação (t: 192 e 228 min). A temperatura da reação de 63 °C foi mantida constante, cada tratamento foi realizado em triplicata.

O grau de substituição foi determinado seguindo o procedimento da ASTM 1439-03 (ASTM, 2003). A viscosidade aparente foi determinada com um viscosímetro (Brookfield - modelo DVII+) (PU et al., 2014).

A CMC com maior grau de substituição e viscosidade aparente foi escolhida como agente de recobrimento de sementes. O processo de recobrimento foi adaptado da metodologia de Bertoldo et al. (2010), foram preparadas soluções aquosas de CMC a 1, 2 e 3% (m/v), sob agitação constante por 1 h.

O experimento de recobrimento das sementes foi conduzido ao acaso com quatro tratamentos, três devido às concentrações de CMC (1, 2 e 3%) e um controle (sem recobrimento), com quatro repetições. A unidade experimental consistiu em um béquer de 150 mL contendo 200 sementes de feijão adicionada da solução de CMC mantida em repouso por 5 min.

As sementes embebidas com CMC foram despejadas em tela metálica inox de 11 x 11 cm para remover o excesso de líquido e secas em estufa com circulação de ar forçado a 35 ± 3 °C por 1 h.

O efeito do CMC como agente de recobrimento sobre as propriedades fisiológicas das sementes foi avaliado através do teste padrão de germinação e primeira contagem (BRASIL, 2009), envelhecimento acelerado (KRZYZANOWSKI et al., 1991), comprimento e massa seca de plântula (NAKAGAWA, 1999).

Os resultados de grau de substituição e viscosidade aparente obtidos no final da carboximetilação foram submetidos à análise de variância, a nível de 5% de probabilidade. Aplicou-se metodologia de superfície de resposta para a otimização do processo de acetilação da celulose da casca de soja para obter a melhor CMC.

Nos resultados a qualidade fisiológica das sementes, aplicou-se análise de variância a 5% de probabilidade e Teste de Tukey ao mesmo nível de significância para diferenciação das médias.

Resultados e Discussão

Os gráficos de superfície de resposta gerados do estudo estão na Figura 1.

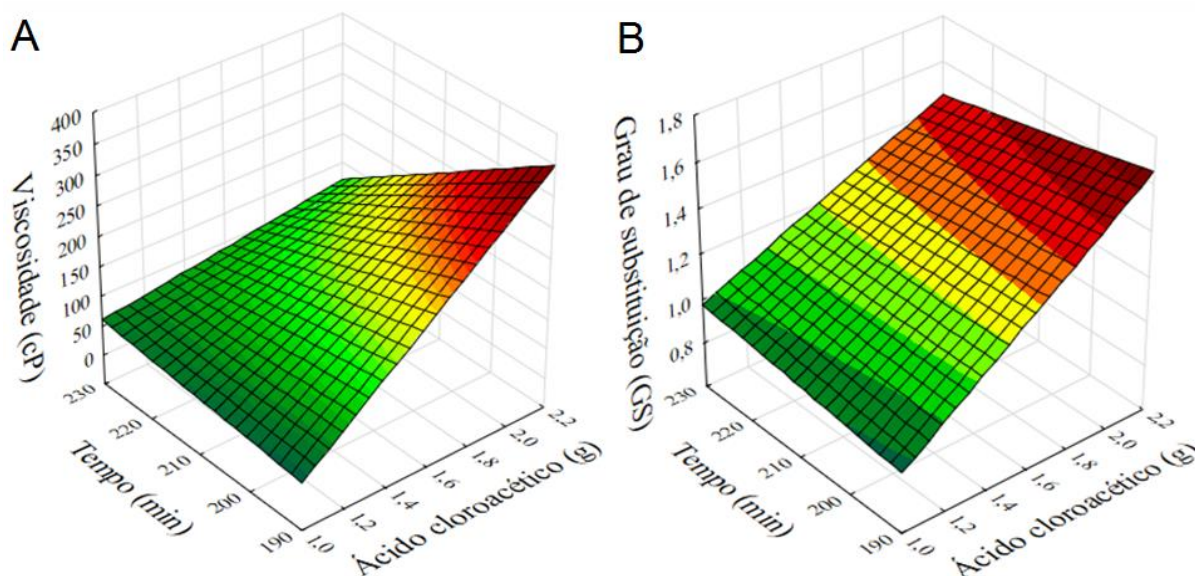


FIGURA 1. Superfície de resposta mostrando o efeito dos fatores quantidade de ácido cloroacético e tempo de reação sobre os resultados: A) viscosidade aparente e B) grau de substituição da carboximetilcelulose obtidas da celulose da casca de soja.

Os valores de GS e Vap da carboximetilcelulose aumentaram a medida que os níveis dos fatores de quantidade em massa de ácido cloroacético e tempo de reação foram aumentando até alcançar um ponto máximo visto na Figura 1 (região de cor vermelha mais intensa)

Os valores máximos de Vap e GS foram atingidos quando se combinou os parâmetros ácido e tempo de reação de 2,1 g e 192 min, respectivamente e os valores de Vap e GS foram de 305,49 cP e 1,56, respectivamente.

Os resultados efeito da carboximetilcelulose utilizado como agente de recobrimento sobre a qualidade fisiológica das sementes de feijão estão na Tabela 1.

TABELA 1 - Variação da qualidade fisiológica de sementes de feijão Peróla com e sem cobertura de carboximetilcelulose.

Tratamentos*	EA (%)	PC (%)	G (%)	CP (cm)	MSP (mg)
Sem recobrimento	41,5±0,7ab	85,5±1,1b	87,0±0,8b	26,2±0,4b	26,18±0,01b
T ₁ (CMC 1%)	39,0±0,8b	85,5±0,7b	86,8±0,9b	30,1±0,6b	26,88±0,02b
T ₂ (CMC 2%)	43,5±0,5a	93,0±0,8a	94,5±0,5a	34,2±0,6a	52,71±0,01a
T ₃ (CMC 3%)	29,8±0,9c	83,0±0,5b	83,8±0,6c	28,6±0,8b	17,04±0,01b

* Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

EA= envelhecimento acelerado; PC= primeira contagem; G= germinação; CP= comprimento plântula; MSP= massa seca de plântula.

Maiores valores de qualidade foram observados em feijões tratados com solução aquosa de 2% de carboximetilcelulose (T₂ da Tabela 1). Os menores valores corresponderam aqueles feijões tratados com 3% de CMC (T₃). Os resultados de T₂ também foram maiores que os obtidos aplicando o tratamento controle.

Comparando com a testemunha, na Figura 2 é possível verificar que os tratamentos com recobrimentos de carboximetilcelulose tenham causado um efeito benéfico as sementes de feijão, confirmando desta forma os dados obtidos com a concentração de 2% de CMC (Tabela 1), que permitiu gerar os melhores resultados.



FIGURA 2. Fotografias do comprimento de plântulas sob sementes germinadas com e sem recobrimento de carboximetilcelulose.

Considerações Finais

Os resultados obtidos nas condições do presente trabalho demonstraram que a casca de soja tem grande potencial de utilização na produção de derivados de celulose, agregando valor a este resíduo agroindustrial. É possível produzir carboximetilcelulose a partir da celulose da casca de soja e utilizar ele como recobrimento em sementes de feijão. O carboximetilcelulose com maior grau de substituição (1,56) e viscosidade aparente (305,49 cP) é sintetizado com uma quantidade em massa de 2,1 g de ácido cloroacético para 1,0 g de celulose, em um

tempo de 192 min de reação, à temperatura de 63 °C. Soluções aquosas a 2% desse CMC podem ser utilizados como agente de recobrimento de sementes de feijão por beneficiar a qualidade fisiológica dessas sementes.

Agradecimentos

A Capes pela Bolsa de mestrado despendida ao autor e à Universidade Estadual de Goiás pela oportunidade, ao Programa de Concessão de Bolsa de Incentivo ao Pesquisador (BIP) e à Fapeg pelo financiamento do projeto.

Referências

ASHWINI, N.; SRIVIDYA, S. Potentiality of *Bacillus subtilis* as biocontrol agent for management of anthracnose disease of chilli caused by *Colletotrichum gloeosporioides* OGC1. **3 Biotech**, v.4, n.2, p.127-136, 2014.

ASTM – American Society for Testing and Materials. **Standard Test Methods for Sodium Carboxymethylcellulose (ASTM:D1439-03)**, 2003. 9p.

BENNETT, G.; LLOYD, J. **Seed Inoculation, Coating and Precision Pelleting: Science, Technology and Practical Applications**. 1. ed. Boca Raton: CRC Press, 2015. 346p.

BERTOLDO, J.; COIMBRA, J.; BARILI, L.; VALE, N.; COAN, M. Emprego de polímeros na qualidade tecnológica de grãos de feijão sob condições de armazenamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.4, p.975-984, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

FERRER, A.; SALAS, C.; ROJAS, O. Physical, thermal, chemical and rheological characterization of cellulosic microfibrils and microparticles produced from soybean. **Industrial Crops and Products**, v.84, p.337-343, 2016.

HEINZE, T.; LIEBERT, T.; KOSCHELLA, A. **Esterification of polysaccharides**. 1. ed. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 2006. 232p.

KEAWKHAM, T.; SIRI, B.; HYNES, R. Effect of polymer seed coating and seed dressing with pesticides on seed quality and storability. **Australian Journal of Crop Science**, v.8, n.10, p.1415-1420, 2014.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para grandes culturas. **Informativo ABRATES**, v.1, n.2, p.15 - 50, 1991.

KWIATKOWSKI, J.; PROKOP, M. The effectiveness of synthetic polymers in reducing imbibitional chilling stress in germinating bean seeds. **Acta Agrophysica**, v.22, n.1, p.67-78, 2015.

LIU, H.; HUSSAIN, S.; ZHENG, M.; PENG, S.; HUANG, J.; CUI, K.; NIE, L. Dry direct-seeded rice as an alternative to transplanted-flooded. **Agronomy for sustainable development**, v.35, n.1, p.285-294, 2014.

MAISONNEUVE, L.; LEBARBÉ, T.; GRAU, E.; CRAMAIL, H. Structure-properties relationship of fatty acid-based thermoplastics as synthetic polymer mimics. **Polymer Chemistry**, v.4, n.22, p.5472-5517, 2013.

MANDARINO, J.; ROESSING, A. **Tecnologia para produção do óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos**. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 40p.

MUSSATTO, S.; DRAGONE, G.; ROCHA, G.; ROBERTO, I. Optimum operating conditions for brewer's spent grain soda pulping. **Carbohydrate Polymers**, v.64, n.1, p.22-28, 2006.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, Comitê de Vigor de Sementes, p.2.1-2.24, 1999.

NETO, W.; SILVERIO, H.; DANTA, N.; PASQUINI, D. Extraction and characterization of cellulose nanocrystals from agro-industrial residue. **Industrial Crops and Products**, v.42, p.480-488, 2013.

PRASANNA, R.; BABU, S.; BIDYARANI, N.; KUMAR, A.; TRIVENI, S.; MONGA, D.; MUKHERJEE, A.; KRANTHI, S.; GOKTE-NARKHEDKAR, N.; YADAV, K.; NAIN, L.; YADAV, K. Prospecting cyanobacteria-fortified composts as plant growth promoting and biocontrol agents in cotton. **Experimental Agriculture**, v.51, n.01, p.42-65, 2015.

PU, Y.; CHAUDHRY, S.; PARIKH, M.; BERRY, J. Application of in-line viscometer for in-process monitoring of microcrystalline cellulose-carboxymethylcellulose hydrogel formation during batch manufacturing. **Drug Development and Industrial Pharmacy**, v.41, n.1, p.28-34, 2014.

SANTOS, J. W.; CABRAL, L. S.; ZERVOUDAKIS, J. T.; SOUZA, A. L.; ABREU, J. D.; BAUER, M. O. Casca de soja em dietas para ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, p.2049-2055, 2008.

SHARMIN, E.; ZAFAR, F.; AKRAM, D.; ALAM, M.; AHMAD, S. Recent advances in vegetable oils based environment friendly coatings: A review. **Industrial Crops and Products**, v.76, p.215-229, 2015.

SILVA, R.; ALMEIDA, F.; MELO, B.; GOMES, J.; NETO, A.; ALBUQUERQUE, E. Performance of film coated cowpea seeds during storage. **A Barriguda: Revista Científica**, v.6, n.1, p.84-96, 2016.

SINGH, V.; UPADHYAY, R.; SARMA, B.; SINGH, H. *Trichoderma asperellum* spore dose depended modulation of plant growth in vegetable crops. **Microbiological Research**, v.193, p.74-86, 2016.