





**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Semiárido  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

## DOCUMENTOS 304

# Separação de sementes de *Prosopis juliflora* (SW) DC empregando moinho de bolas para a extração de galactomanana com propriedades filmogênicas

*Douglas de Britto  
José Barbosa dos Anjos  
Edy Sousa de Brito*

**Embrapa Semiárido**  
Petrolina, PE  
2021

Esta publicação está disponibilizada no endereço:  
<http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac>  
Exemplares da mesma podem ser adquiridos na:

**Embrapa Semiárido**  
BR 428, km 152, Zona Rural  
Caixa Postal 23  
CEP 56302-970, Petrolina, PE  
Fone: (87) 3866-3600  
Fax: (87) 3866-3815

Comitê Local de Publicações

Presidente  
*Natoniel Franklin de Melo*

Secretária-Executiva  
*Juliana Martins Ribeiro*

Membros  
*Alineurea Florentino Silva, Clarice Monteiro Rocha, Daniel Nogueira Maia, Geraldo Milanez de Resende, Gislene Feitosa Brito Gama, José Maria Pinto, Magnus Dall'Igna Deon, Paula Tereza de Souza e Silva, Pedro Martins Ribeiro Júnior, Rafaela Priscila Antônio, Sidinei Anunciação Silva*

Supervisão editorial  
*Sidinei Anunciação Silva*

Revisão de texto  
*Sidinei Anunciação Silva*

Normalização bibliográfica  
*Sidinei Anunciação Silva (CRB-4/1721)*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Sidinei Anunciação Silva*

Foto da capa  
*Douglas de Britto*

**1ª edição: 2021**

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Semiárido

---

Britto, Douglas de.

Separação de sementes de *Prosopis juliflora* (SW) DC empregando moinho de bolas para a extração de galactomanana com propriedades filmogênicas / Douglas de Britto, José Barbosa dos Anjos, Edy Sousa de Brito. — Petrolina: Embrapa Semiárido, 2021.

22 p. — (Embrapa Semiárido. Documentos, 304).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.  
ISSN 1808-9992.

1. Algaroba. 2. Leguminosa forrageira. 3. Biofilme. 4. Preservação de alimento. I. Britto, Douglas de. II. Anjos, José Barbosa dos. III. Brito, Edy Sousa de. IV. Título. V. Série.

---

Sidinei Anunciação Silva (CRB-4/1721)

CDD 634.973321  
© Embrapa, 2021

## Autores

### **Douglas de Britto**

Químico, D.Sc. em Físico-Química Orgânica, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

### **José Barbosa dos Anjos**

Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

### **Edy Sousa de Brito**

Químico, D.Sc. em Tecnologia dos Alimentos, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE.



## Apresentação

Os investimentos em conhecimento científico e o desenvolvimento de tecnologias para o setor agrícola brasileiro colocaram o País em destaque no cenário mundial. Existem tecnologias adotadas em praticamente toda a cadeia produtiva: da seleção de cultivares a tecnologias focadas no aumento da conservação dos alimentos, o que, por conseguinte, evita desperdícios, um problema enfrentado por todos os países.

Muitos destes estudos tentam aproveitar os recursos disponíveis em cada região para a geração de produtos ou a inclusão em processos que permitam melhorias às cadeias. Os recursos naturais disponíveis no Semiárido brasileiro, sejam nativos ou adaptados às condições regionais, constituem oportunidade de estudos para identificação de inovadoras formas de uso. Investimentos em iniciativas dessa natureza assumem importância particular quando se constata que a biodiversidade do Semiárido e seu potencial de uso de suas plantas ainda são pouco conhecidos.

A algaroba, uma espécie frequente em todo o Semiárido brasileiro, foi introduzida no Brasil na década de 1940. Essa espécie vem sendo estudada há algum tempo quanto ao seu potencial de uso, principalmente na alimentação animal. Com o avanço das pesquisas, outras possibilidades de uso da planta estão sendo identificadas e analisadas. Uma delas é como fonte de carboidratos para a elaboração de filmes para revestir frutas.

Nesta publicação são apresentados resultados de uma pesquisa realizada na Embrapa Semiárido com o objetivo de extrair compostos com propriedade filmogênica a partir de sementes de algaroba. O estudo confirmou o potencial de utilização do material extraído para uso na elaboração de filmes comestíveis. Além disso, evidenciou a necessidade de investimentos em pesquisas focadas no aproveitamento do potencial dos recursos naturais disponíveis no Semiárido brasileiro.

*Maria Auxiliadora Coêlho de Lima*  
Chefe-Geral da Embrapa Semiárido



## Sumário

Introdução .....	11
Galactomanana: usos e aplicações .....	11
Extração da galactomanana em moinho de bolas de pequeno porte.....	13
Caracterização da galactomanana por RMN .....	14
Preparação de filmes por casting .....	14
Galactomananas a partir de sementes de algarobeira .....	15
Características da galactomanana por RMN.....	17
Considerações finais .....	20
Referências .....	20



## Introdução

Os polissacarídeos representam a maior parte da biomassa produzida em nosso planeta, estando a celulose em primeiro lugar, seguida da quitina. De acordo com seus diferentes níveis de solubilidade em água, formam coloides, géis e filmes finos, ex. gomas (xantana, guar, carragena, ágar-ágar, etc.).

O emprego desses materiais apresenta algumas vantagens como disponibilidade de matéria-prima e impacto ambiental positivo pelo reuso dos rejeitos. Polissacarídeos como as gomas (galactomananas) podem ser obtidas de rejeitos como sementes de leguminosas, como a algarobeira (*Prosopis juliflora* (SW) DC), recursos abundantes no Nordeste brasileiro. Uma propriedade de particular importância dos polissacarídeos em estudos pós-colheita é a filmogênica, por ser a base de formação de revestimentos comestíveis.

Este estudo propõe um método alternativo para o processamento da vagem de algaroba e obtenção de sementes para extração de galactomanana, empregando moinho de bolas, processo que pode ser escalonado.

## Galactomanana: usos e aplicações

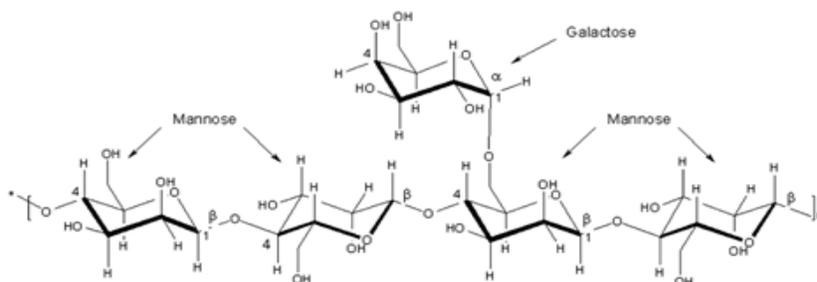
Galactomananas (GLM) são polímeros naturais comumente usados na indústria alimentícia, principalmente como estabilizante, espessante e emulsificante. Estudos recentes têm mostrado a aplicabilidade da GLM na formulação de filmes devido suas características de formar soluções viscosas a baixas concentrações e, ser necessário, apenas água para sua preparação (Cerqueira et al. 2011a). As GLM (Figura 1) são polissacarídeos presentes no endosperma de sementes de plantas como as leguminosas. Estes polissacarídeos constituem-se de uma cadeia principal formada por unidades de  $\beta$ -(1-4)-D-manose, com ramificações de  $\alpha$ -(1-6)-D-galactose.

O teor e a distribuição das unidades D-galactose dependem da origem, da espécie de leguminosa e das técnicas de extração utilizadas para a sua obtenção, causando variações na solubilidade, reologia e outras propriedades (Azero; Andrade, 1999; Cerqueira et al., 2011b).

Dentre as espécies de leguminosas, cujo endosperma é constituído de GLM, as principais fontes comerciais são as espécies *Cyamopsis tetragonolobus* (goma guar), *Ceratonia siliqua* (goma alfarroba ou locusta), *Caesalpinia spi-*

*nosa* e *Caesalpinia tinctoria* (goma tara). No entanto, outras espécies são capazes de produzir a GLM, como a algarobeira (Franco et al., 2013).

A algarobeira é uma árvore da família das leguminosas (Leguminosae, subfamília Mimosoideae). Apresenta altura entre 6 m a 15 m e possui vagens ou frutos secos que variam muito quanto ao peso, forma e tamanho. As vagens armazenam em seu interior as sementes envolvidas pelo endocarpo, caracterizado como uma camada resistente e fibrosa (Ribaski et al., 2009). Atualmente, várias outras espécies nativas têm sido prospectadas como potenciais para produzir GLM para fins comerciais, como o faveiro (*Dimorphandra mollis*) (Panegassi et al., 2000), entre outras.



**Figura 1.** Representação da estrutura química da galactomanana.

Fonte: Secouard et al. (2007).

Na região semiárida brasileira, as vagens de algaroba são tradicionalmente recolhidas e utilizadas como forragem para alimentação animal, um uso que agrega pouco valor ao produto. O desenvolvimento de produtos de maior valor agregado a partir dessas vagens pode contribuir para a geração de renda da região produtora, melhorando a qualidade de vida da população. Uma aplicação potencial para a GLM é a formação de filmes para revestimento de frutas, que atuam no aumento da durabilidade pós-colheita. Vários estudos já têm demonstrado este potencial da GLM para revestimentos de frutos como acerola, cajá, manga, pitanga e seriguela (Cerqueira et al., 2009; Lima et al., 2010).

Para as vagens de algaroba em específico, a separação das sementes é um processo trabalhoso, visto que ficam contidas no endocarpo (cápsulas), as quais estão contidas do mesocarpo (polpa) (Lima, 2005). Para aumentar a produção de sementes, visando a escala industrial, alguns métodos têm sido

propostos (Silva, 1995). No entanto, ainda não se tem chegado a um processo definitivo (Souza et al., 1983). Este problema é discutido neste estudo e alternativas para a sua solução são propostas.

## Extração da galactomanana em moinho de bolas de pequeno porte

As vagens de algarobeira foram coletadas no bioma Caatinga nas dependências da Embrapa Semiárido (Petrolina, PE, 9°04'19.7"S 40°19'07.0"W) e secas em estufa a 60 °C por 24 horas. Em seguida, 7 kg do material foram pesados e colocados em moinho de bolas (Contenco, I-3021, Minas Gerais, Brasil) com 12 bolas de aço com diâmetros de 50 mm, e agitou-se por 10 minutos (Figura 2). Em seguida, o material triturado foi submetido à separação física, empregando-se um conjunto de três peneiras adequadas (0,5 x 0,5 m) em mesa vibratória (Contenco, I-3007, Minas Gerais, Brasil). As peneiras empregadas foram: 1<sup>a</sup>.) abertura NBR 6,3 mm, ASTM 1/4"; 2<sup>a</sup>.) abertura NBR 4,75 mm, ASTM 4 e 3<sup>a</sup>.) abertura NBR 2,36 mm, ASTM 8.

As sementes retidas na terceira peneira (Figura 3) foram submetidas à separação manual, enquanto as frações retidas nas peneiras 1 e 2 foram retornadas ao moinho de bolas para nova trituração. A fração que passou pela peneira 3 foi descartada, sendo constituída de polpa pulverizada. Este processo foi repetido cerca de cinco vezes.



**Figura 2.** Moinho de bolas com capacidade aproximada de 100 litros.



**Figura 3.** Processado de sementes de algarobeira (*Prosopis juliflora* (SW) DC) e frações do endocarpo após trituração no moinho de bolas e separação por peneiras.

As sementes isoladas foram moídas em moinho de facas tipo Willey (Tecnal, TE-650/1, São Paulo, Brasil). Em seguida, 50 g do material moído foi imerso em 300 mL de água destilada (razão de 1:6 m/v) em um bquer de 500 mL. O sistema foi mantido sob agitação mecânica e aquecimento a 50 °C durante 1 hora. Decorrido esse tempo, a mistura foi filtrada a vácuo, obtendo-se uma solução viscosa, que foi centrifugada por 15 minutos, duas vezes, a 10.000 rpm a 20 °C, para a remoção de impurezas ainda presentes na solução. Em seguida, álcool etílico comercial a 92,8° INPM foi adicionado com agitação mecânica ao sobrenadante da centrifugação até a precipitação da GLM, formando uma suspensão (entre 500 mL e 1.000 mL), que foi novamente centrifugada, nas mesmas condições descritas anteriormente. O precipitado foi liofilizado e triturado com o uso de almofariz e pistilo, obtendo-se cerca de 10 g de GLM (Souza Filho et al., 2013).

### **Caracterização da galactomanana por RMN**

A GLM foi caracterizada por espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN). Os espectros foram obtidos em um espectrômetro (Agilent, DD2, Califórnia, Estados Unidos) de 600 MHz (para núcleo de  $^1\text{H}$ ) e equipado com uma sonda One Probe de 5 mm de diâmetro interno (H-F/15N-31P) de detecção inversa e gradiente de campo no eixo "z". As amostras foram preparadas dissolvendo-se, aproximadamente, 10 mg de GLM em 550  $\mu\text{L}$  de água deuterada ( $\text{D}_2\text{O}$ ). Em seguida, o espectro unidimensional de  $^1\text{H}$  foi realizado a 80 °C com um tempo de espera entre cada aquisição de 2 segundos, aquisição de 64 transientes em uma janela espectral de 16 ppm e 32 k de número de pontos.

O espectro unidimensional de  $^{13}\text{C}$  foi obtido com um tempo de espera entre cada aquisição de 1 segundo, aquisição de 10 k de transientes em uma janela espectral de 251,3 ppm e 32 k de número de pontos. Os sinais do  $^1\text{H}$  e  $^{13}\text{C}$  relativos aos hidrogênios anoméricos da manose em  $^1\text{H} = 4,76$  ppm e  $^{13}\text{C} = 100,6$  ppm e da galactose em  $^1\text{H} = 5,04$  e  $^{13}\text{C} = 99,5$  ppm, foram integrados para se obter a porcentagem relativa de ambos na amostra.

### **Preparação de filmes por *casting***

Os filmes foram preparados de acordo com a técnica de casting, que consiste na desidratação da solução filmogênica. Para isso, pesou-se 125 mg de GLM e dissolveu-se em 25 mL de água. A solução foi depositada numa placa de

Petri 90 mm x 15 mm. Após a evaporação do solvente à temperatura ambiente (cerca de 48 horas), os filmes foram destacados e a espessura aferida utilizando-se um micrômetro digital (Starrett, Nº 795, São Paulo, Brasil), em três pontos distintos e calculada a média.

Dentre as diversas propriedades importantes de filmes destinados ao revestimento de frutas, está a sua propriedade mecânica. Essa propriedade foi avaliada via ensaio mecânico de tração em máquina universal de ensaios DL 10000 (EMIC) com célula de carga com capacidade de 500 N, com uma velocidade constante de 5 mm min<sup>-1</sup>.

O corpo de prova teve formato retangular com dimensões 5 mm x 15 mm (largura x comprimento) e espessura variante de 0,013 mm a 0,088 mm com relação a cada filme. As amostras foram tracionadas uniaxialmente até a ruptura, obtendo-se, assim, a curva de tensão-deformação correspondente. Com base nessa curva foram calculados a força de tensão final e o módulo de Young. Todos os dados obtidos foram tratados com o software Origin 8.0.

### **Galactomananas a partir de sementes de algarobeira**

A trituração em moinho de bolas rendeu uma massa média de 245 g de sementes. Esse valor representa 3,6% da massa inicial de vagens (7 kg), o qual está dentro da faixa de outros processos de separação da semente (6,1% a 3,7%) a partir de moagem a seco, empregando-se moinho manual ou máquina forrageira (Souza et al., 1983). No entanto, o primeiro destaque para o processo utilizado, é que neste a percentagem de sementes danificadas foi desprezível, enquanto naqueles reportados na literatura, este índice chegou a 1,3%.

Outro destaque para o processo é que o volume processado foi muito maior (7 kg), quando comparado ao reportado anteriormente (0,25 kg), o que pode influenciar no rendimento. Nos frutos de *P. juliflora*, o endocarpo coriáceo representa, em média, 35-40% da massa total das vagens secas, sendo esta a parte mais difícil de processar (Figura 4). No entanto, o ajuste do tempo de processamento com moinho de bolas permitiu triturar o endocarpo sem danificar as sementes. Este processo pode ser escalonado empregando-se moinhos maiores e a separação pode ser acelerada com máquinas de beneficiamento de grãos.

Após o processo de extração e purificação, a GLM foi obtida na forma de pó (Figura 5). O rendimento foi de 20% com base na massa de sementes secas e moídas. Desta forma, os ajustes na metodologia de extração aumentaram o rendimento, comparado ao relatado por Souza Filho et al. (2013), devido à separação efetiva de sementes e endocarpos.



**Figura 4.** Imagem da vagem (A); endocarpo (B) e sementes (C) de algarobeira (*Prosopis juliflora* (SW) DC).

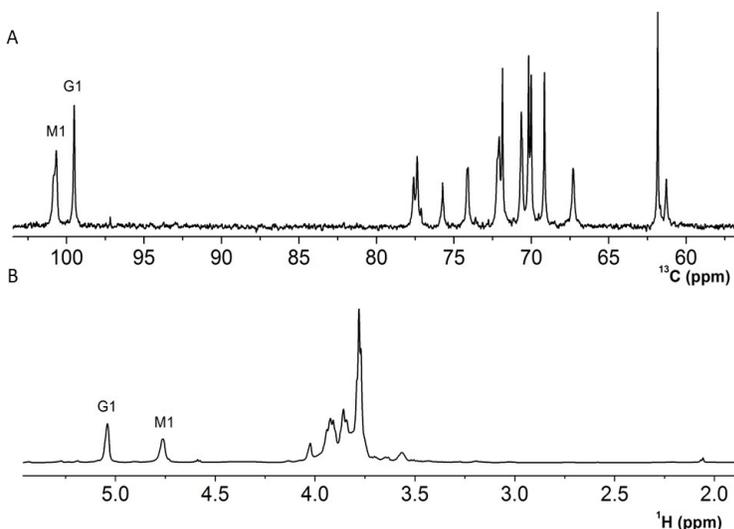


**Figura 5.** Galactomanana extraída a partir das sementes de algarobeira (*Prosopis juliflora* (SW) DC).

## Características da galactomanana por RMN

A espectroscopia de RMN de  $^1\text{H}$  e  $^{13}\text{C}$  são métodos bastante eficientes para a caracterização estrutural de polissacarídeos.

No espectro de  $^1\text{H}$  RMN da GLM (Figura 6) pode-se observar sinais correspondendo aos hidrogênios anoméricos (hidrogênio 1, então M1 e G1) de  $\beta$ -D-manose e  $\alpha$ -D-galactose em 4,76 ppm e 5,04 ppm, respectivamente. Adicionalmente, na região anomérica do  $^{13}\text{C}$  pode-se observar os sinais de carbonos em 99,5 ppm relativo ao carbono 1 (G1) do resíduo de  $\alpha$ -D-galactopiranosil, em 100,8 ppm, o carbono 1 (M1) do resíduo de  $\beta$ -D-manopiranosil e em 100,7 ppm como sendo o resíduo do carbono 1 da manose ramificada na posição 6 (M6) da molécula e, portanto, M-1-  $\beta$ -D-manopiranosil ramificado em O-6.



**Figura 6.** Espectros de RMN de GLM isolada de sementes de algaroeira (*Prosopis juliflora* (SW) DC): espectro de RMN de  $^{13}\text{C}$  (A) espectro de RMN  $^1\text{H}$  (B).

Os demais sinais do espectro de RMN estão descritos na Tabela 1. Com base na razão entre as áreas integradas relativas aos hidrogênios anoméricos da manose e galactose, a proporção encontrada de manose : galactomanana foi de 0,84 : 1.

As GLM são definidas pelos parâmetros de viscosidade intrínseca, massa molar média, grau de polimerização, razão M/G e grau de substituição. Estes parâmetros afetam diretamente as propriedades filmogênicas, como, por exemplo, quanto maior o teor em D-galactose, maior será sua solubilidade

em água (Azero; Andrade, 1999). A GLM obtida apresentou propriedade filmogênica (Figura 7), o que a torna apropriada para uso em formulações para revestimento de frutas e vegetais.

**Tabela 1.** Deslocamentos químicos de RMN  $^1\text{H}$  e  $^{13}\text{C}$  a  $80\text{ }^\circ\text{C}$  para galactomanana isolada de sementes de algarobeira (*Prosopis juliflora* (SW) DC).

# C	Algaroba		Barros et al. (2013) e Cunha et al. (2017)	
--	$\delta\ ^{13}\text{C}$ (ppm)	$\delta\ ^1\text{H}$ (ppm) - Integração	$\delta\ ^{13}\text{C}$ (ppm)	$\delta\ ^1\text{H}$ (ppm) - Integração
M-1	100,7/100,8	4,76- 0,84	100,8/100,8	1,13
M-2	70,6/70,7	--	70,8/70,8	--
M-3	72,1/72,2	--	72,2/72,2	--
M-4	77,6/77,6	--	77,5/77,7	--
M-5	75,7/75,7	--	75,8/ 75,8	--
M-6	61,3/67,3	--	61,4/ 67,4	--
G-1	99,5	5,04- 1,000	99,6	1
G-2	69,2	--	69,2	--
G-3	70,1	--	70,3	--
G-4	70	--	70,1	--
G-5	71,9	--	72	--
G-6	61,8	--	61,9	--
% Manose	---	45,5	--	53
% Galactose	---	54,5	--	47

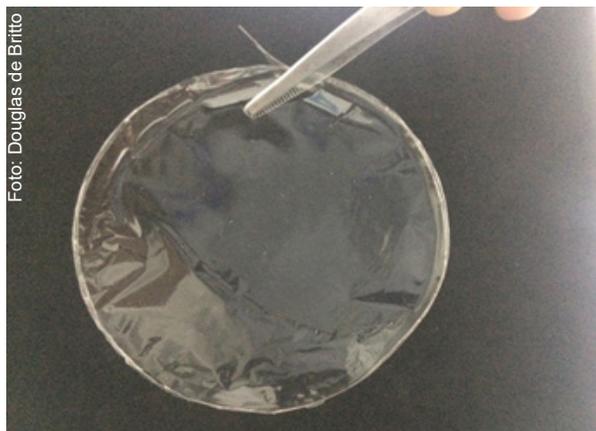
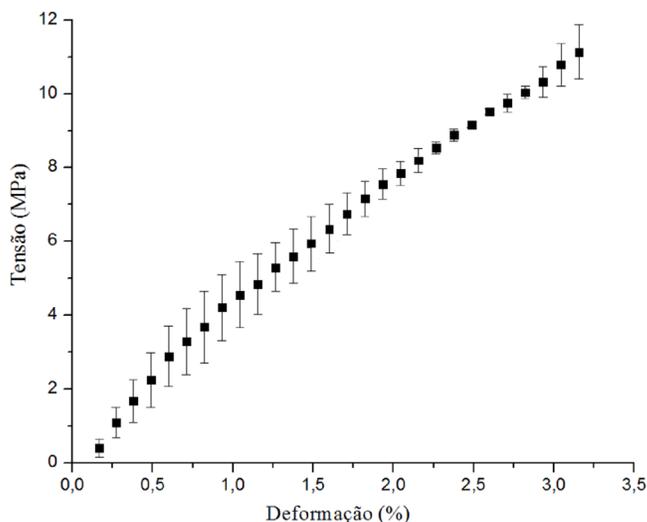


Foto: Douglas de Brito

**Figura 7.** Imagem do filme de galactomanana obtido por *casting* a partir de uma solução aquosa a  $5\text{ mg mL}^{-1}$ .

A espessura média do filme foi de  $15 \pm 2,4 \mu\text{m}$ . Evidentemente, a espessura do filme obtido dependerá diretamente da concentração inicial do polissacárido. Em concordância, filmes obtidos por casting a partir do polissacárido quitosana a  $10 \text{ mg mL}^{-1}$ , o dobro da concentração usada neste trabalho, apresentou espessura média de  $50 \mu\text{m}$  (Britto; Assis, 2007).

As propriedades mecânicas dos filmes à base de biopolímeros são extremamente importantes, pois devem apresentar resistência mecânica adequada para manter sua integridade durante o manuseio e aplicação (Britto; Assis, 2007, 2012). Os ensaios de tração expressam a resistência do material e a deformação por alongamento quando submetido a esforço de tração. A GLM apresentou deformação máxima de 3% sob tensão máxima de 11 Mpa (Figura 8). Cruz (2014) observou valores semelhantes para a tensão suportada em filmes de galactomananas de cerca de 12,83 MPa de tensão. No entanto, com um alongamento superior ao observado neste estudo, devido ao uso de plastificantes. Para as aplicações como cobertura em frutos, se estas características mecânicas não forem satisfatórias em campo, e dificultarem o manuseio e aplicação, será necessário realizar ajustes na formulação dos filmes adicionando-se plastificantes.



**Figura 8.** Gráfico tensão-deformação do filme de galactomanana extraída de semente de algarobeira (*Prosopis juliflora* (SW) DC) e obtido por casting.

## Considerações finais

O processo de extração empregando moinho de bolas apresentou resultados excelentes em relação ao volume e rendimento de sementes. Este processo tem potencial para o aumento de escala empregando volumes maiores de matéria-prima.

O resíduo do processamento pode ser empregado ainda como concentrado na formulação de rações utilizadas na agropecuária.

Outra característica do processo é a baixa danificação de sementes. O polisacarídeo galactomanana extraído das sementes apresentou propriedades filmogênica e mecânica adequadas ao preparo de formulações para o revestimento de frutas e vegetais.

## Referências

AZERO, E. G.; ANDRADE, C. T. Extração e caracterização da galactomanana de sementes de *caesalpinia pulcherrima*. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, p. 54-59, 1999.

BARROS, F. C. N.; SILVA, D. C.; SOMBRA V. G.; MACIEL, J. S.; FEITOSA, J.P.; FREITAS, A. L.; PAULA, R. C. Structural characterization of polysaccharide obtained from red seaweed *Gracilaria caudata* (J Agardh). **Carbohydrate Polymers**, v. 92, n. 1, p. 598-603, 2013.

BRITTO, D.; ASSIS, O. B.G. Synthesis and mechanical properties of quaternary salts of chitosan-based films for food application. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 41, n. 2, p. 198-203, jul. 2007.

BRITTO, D.; ASSIS, O. B.G. Chemical, biochemical, and microbiological aspects of chitosan quaternary salt as active coating on sliced apples. **Food Science and Technology**, v. 32, n. 3, p. 599-605, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612012005000089>.

CERQUEIRA, M. A.; LIMA, Á. M.; TEIXEIRA, J. A.; MOREIRA, R. A.; VICENTE, A. A. Suitability of novel galactomannans as edible coatings for tropical fruits. **Journal of Food Engineering**, v. 94, n. 3/4, p. 372-378, 2009.

CERQUEIRA, M. A.; BOURBON, A. I.; PINHEIRO, A. C.; MARTINS, J. T.; SOUZA, B. W. S.; TEIXEIRA, J. A.; VICENTE, A. A. Galactomannans use in the development of edible films / coatings for food applications. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 12, p. 662-671, 2011a.

CERQUEIRA, M. A.; SOUZA, B. W. S.; SIMÕES, J.; TEIXEIRA, J. A.; DOMINGUES, M. R. M.; COIMBRA, M. A.; VICENTE, A. A. Structural and thermal characterization of galactomannans from non-conventional sources. **Carbohydrate Polymers**, v. 83, n. 1, p. 179-185, 2011b.

CRUZ, M. R. da. **Filmes de gelatina e galactomanana incorporados com nanocelulose de fibra de algaroba (*Prosopis juliflora*)**. 2014. 58 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) — Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

CUNHA, A. P.; RIBEIRO, A. C. B.; RICARDO, N. M. P. S.; OLIVEIRA, A. C.; DÁVILA, L. S. P.; CARDOSO, J. H. L.; RODRIGUES, D. C.; AZEREDO, H. M. C. de; SILVA, L. M. A. e; BRITO, E. S. de; MENDES FILHO, J.; ROCHA, T. M.; LEAL, L. K. A. M. Polysaccharides from *Caesalpinia ferrea* seeds - Chemical characterization and anti-diabetic effects in Wistar rats. **Food Hydrocolloids**, v. 65, p. 68-76, 2017.

FRANCO, Y. L. L.; MONTAÑO, C. I. C.; ROBINSON, K. G. M.; MENDOZA, J. L.; OZUNA, L. E. R. Physicochemical characterization and functional properties of galactomannans from mesquite seeds (*Prosopis* spp.). **Food Hydrocolloids**, v. 30, n. 2, p. 656-660, 2013.

LIMA, P. C. F. Algarobeira. In: KIILL, L. H. P.; MENEZES, E. A. (ed). **Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o Semi-Árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. cap. 2, p. 37-90.

LIMA, Á. M.; CERQUEIRA, M. A.; SOUZA, B. W. S.; SANTOS, E. C. M.; TEIXEIRA, J. A.; MOREIRA, R. A.; VICENTE, A. A. New edible coatings composed of galactomannans and collagen blends to improve the postharvest quality of fruits - Influence on fruits gas transfer rate. **Journal of Food Engineering**, v. 97, n. 1, p. 101-109, 2010.

PANEGASSI, V. R.; SERRA, G. E.; BUCKERIDGE, M. S. Potencial tecnológico do galactomanano de sementes de feveiro (*Dimorphandra mollis*) para uso na indústria de alimentos. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 20, n. 3, p. 406-415, dez. 2000.

RIBASKI, J.; DRUMOND, M. A.; OLIVEIRA, V. R.; NASCIMENTO, C. E. S. **Algaroba (*Prosopis juliflora*): árvore de uso múltiplo para a região semiárida brasileira**. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 8 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 240).

SECOUARD, S.; GRISEL, M.; MALHIAC, C. Flavour release study as a way to explain xanthan-galactomannan interactions. **Food Hydrocolloids**, v. 21, n. 8, p. 1237-1244, 2007.

SILVA, A. F. **Processamento das vagens de algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC) visando a obtenção industrial da goma da semente**. 1995. 114 f. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SOUZA, S. M.; LIMA, P. C. F.; ARAUJO, M. S. Sementes de algaroba: métodos e custos de beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 5, n. 3, p. 52-62, 1983.

SOUZA FILHO, M. S. M.; NASCIMENTO, R. M.; CAVALCANTE, F. L.; ROSA, M. F.; MORAIS, J. P. S.; FEITOSA, J. P. A.; MELO, E. F.; CRUZ, M. R.; ALEXANDRE, L. C. **Extração e caracterização de galactomanana de vagens de algaroba (*Prosopis juliflora*)**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013. 7 p. 2013. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 209).

TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. **Annals of Botany**, v. 91, n. 3, p. 503-527, 2003.

WENT, F. W.; DARLEY, E. Root hairs development on date palms. **Date Growers Institute Report**, v. 30, p. 3-5, 1953.



---

**Semiárido**

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL