

DESENVOLVIMENTO DE BIOPRODUTOS AGRÍCOLAS ESTABILIZADOS POR BIOPOLÍMERO INOVADOR PARA AUMENTO DA EFICÁCIA E VIDA ÚTIL

HELENA FERNANDES SCAGLIONI¹; MARIANE IGANSI ALVES²; KARINE LASTE MACAGNAN³; ANDRÉA BITTENCOURT MOURA⁴; ANGELITA DA SILVEIRA MOREIRA⁵

¹ Universidade Federal de Pelotas – helenascaglioni2004@gmail.com

² Universidade Federal de Pelotas– marianeigansialves@hotmail.com

³ Universidade Federal de Pelotas- karinemacagnan@hotmail.com

⁴ Universidade Federal de Pelotas- andreabittencourtmoura@hotmail.com

⁵ Universidade Federal de Pelotas- angelitadasilveiramoreira@gmail.com

1. DESCRIÇÃO DA INOVAÇÃO

A maneira pela qual a sociedade produz e consome alimentos tem profundo impacto na saúde das populações, nas relações sociais e no meio ambiente (DOMENE et al., 2023). A demanda por bioprodutos agrícolas vem crescendo no Brasil devido à busca por alternativas ecológicas e ao incentivo a práticas regenerativas no campo. Por exemplo, 64% dos produtores já vinham utilizando biofertilizantes em 2024 (EMBRAPA, 2024). Além disso, produtores orgânicos e agroindústrias que buscam certificações de sustentabilidade representam um nicho específico, interessado em soluções que aumentem a saúde do solo e a qualidade das colheitas (FORTUNE BUSINESS INSIGHTS, 2024). O governo brasileiro tem incentivado o desenvolvimento da indústria de bioprodutos através de várias ações, como a atualização da legislação para registro desses produtos e lançamento do Programa Nacional de Bioprodutos em 2020. Como resultado, entre 2021 e 2023 o registro de novos bioprodutos cresceu 44% (BRASIL, 2023). Bioproduto agrícola é um termo amplo, que inclui biofertilizantes, bioestimuladores e biocontroladores, melhorando a nutrição das plantas, a microbiota do solo e reduzindo doenças e o uso de agroquímicos, com ganhos em produtividade, sustentabilidade e segurança alimentar (SILVA et al., 2020; DOMENE et al., 2023). Porém, sua adoção enfrenta desafios, como variação de eficiência, manejo inadequado, falta de conhecimento técnico, concorrência com produtos químicos e ausência de padronização (MENDONÇA et al., 2023). Nesse cenário, a goma xantana destaca-se como aditivo biotecnológico estratégico para potencializar sua eficácia.

A goma xantana é um heteropolissacarídeo produzido por bactérias do gênero *Xanthomonas* em processos biotecnológicos fermentativos, sendo denominada xantana pruni quando sintetizada por cepas de *X. arboricola* pv. pruni; e nosso grupo foi pioneiro nessa pesquisa e desenvolvimento. Por suas propriedades de retenção de água, espessamento, estabilidade reológica e formação de biofilmes, as xantanas atuam como carreadores e agentes protetores de microrganismos. Na agricultura, a xantana comercial é usada como estabilizante em pulverizadores, melhorando a aderência e eficácia de fungicidas, herbicidas, pesticidas e fertilizantes (PALANIRAJ; JAYARAMAN, 2011). Contudo, sua alta solubilidade e viscosidade limitam a permanência em campo e certas aplicações, como no encapsulamento por *spray drying*. O biopolímero proposto, xantana pruni, diferencia-se das xantanas comerciais por apresentar, além de propriedades de espessamento e elevada estabilidade, viscosidade ajustável pelo processo (MOREIRA et al., 2017), composição química diferenciada e elevada atividade antioxidante. Pode, conforme os pedidos de patente depositados/concedidos, atuar como encapsulante microbiano e formar biofilmes. (MOREIRA et al., 2018)

(funcionando como carreador e estabilizador de microrganismos controladores e/ou promotores de crescimento vegetal (PGPRs).

Nesse cenário, a xantana pruni configura-se como um diferencial estratégico para aumentar a produtividade e a sustentabilidade agrícola, com aplicações potenciais em solos, cultivos, sementes e no manejo de pragas, podendo melhorar a estabilidade, fluidez e adesão de biocontroladores e fertilizantes otimizar as características físicas e a retenção de água do solo (BERNINGER et al., 2021; SORZE et al., 2023), auxiliar no controle de pragas e doenças e viabilizar o encapsulamento de sementes (NANGONG et al., 2021). Atualmente, já estão em desenvolvimento biocontroladores e bioestimulantes bacterianos em formulações líquidas e em pó microencapsulado à base de xantana pruni.

2. ANÁLISE DE MERCADO

O mercado brasileiro de bioprodutos e biofertilizantes está em expansão, com previsão de crescimento anual composto (CAGR) de 9,7% até 2029, atingindo US\$ 206,43 milhões (MORDOR INTELLIGENCE, 2023). A crescente demanda por práticas agrícolas sustentáveis, certificações orgânicas e alternativas aos fertilizantes químicos tradicionais impulsiona esse crescimento (FORTUNE BUSINESS INSIGHTS, 2024). O cultivo da soja lidera absoluto o uso de bioinsumos, correspondendo a 55%, seguida pelo milho (27%) e cana-de-açúcar (12%), restando 6% para as demais culturas. Essa adoção é mais expressiva no Estado do Mato Grosso, concentrando 33% do uso de bioinsumos, seguido por Goiás (13%) e São Paulo (9%), com os demais estados variando entre 1% e 7%. Esses dados ilustram o amplo espaço mercadológico existente, em especial no RS.

Empresas estabelecidas como Biolchim SpA®, Lallemand Inc®, Novozymes®, Rizobacter® e Vittia Group® oferecem produtos de base microbiana ou enzimática com foco em aumento da produtividade e sustentabilidade (MORDOR INTELLIGENCE, 2023). Startups e empresas nacionais também têm entrado no mercado, oferecendo soluções inovadoras, porém a diferenciação dos bioprodutos à base de goma xantana pruni proposta está na combinação de maior capacidade de encapsulamento e estabilização de microrganismos e outros ativos e versatilidade de formulação/aplicação.

Políticas públicas voltadas à agricultura sustentável e orgânica ampliam o mercado por meio de incentivos financeiros, capacitação e crédito. Destacamos o Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PLANAPO) 2024–2027, que promove a transição agroecológica e fortalece cadeias orgânicas; o Plano Safra da Agricultura Familiar 2024/2025, com crédito a juros reduzidos; o Plano de Transformação Ecológica, que integra inovação e baixo carbono; e o Acordo Brasil–Equador, voltado ao desenvolvimento rural sustentável e à redução de perdas e desperdícios (BRASIL, 2025). Essas iniciativas reforçam o ambiente favorável para a adoção de bioprodutos à base de goma xantana pruni, proporcionando suporte financeiro, regulatório e técnico aos produtores. Dessa forma, os produtos em desenvolvimento não apenas atendam à demanda crescente por insumos sustentáveis, mas também se alinham a programas governamentais que estimulam práticas agrícolas regenerativas e à expansão de mercados orgânicos.

3. ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO

Provas conceituais em escala laboratorial já estão sendo concluídas. Bioprodutos específicos serão desenvolvidos, preferencialmente sob demanda, e ofertados a parceiros potenciais na forma B2B.

O desenvolvimento não apresenta riscos significativos, pois a tecnologia de produção da xantana pruni já conta com duas patentes concedidas em nome da UFPel. Embora o uso isolado do ingrediente não seja patenteável, sua produção é protegida e controlada pelo grupo de pesquisa, com cepas exclusivas e rastreabilidade garantida por características químicas singulares. A aplicação da xantana pruni em novos produtos pode gerar depósitos adicionais de patentes. Atualmente, as inovações encontram-se no nível TRL 3 e ainda não possuem registros de propriedade intelectual, mas há previsão de depósito para duas formulações específicas. Os principais desafios e riscos vislumbrados estão relacionados à aceitação do mercado, à estabilidade do produto, à regulamentação e certificação e aos custos de produção em escala. A resistência de produtores acostumados a insumos químicos pode limitar a adoção; a perda de viabilidade dos microrganismos durante o armazenamento – queixa constante - será mitigada pelo uso da xantana pruni; as exigências regulatórias serão cumpridas por alinhamento ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA); e os custos industriais podem ser reduzidos por meio de parcerias estratégicas com cooperativas e empresas de biotecnologia.

4. RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTO

Os bioprodutos em desenvolvimento contribuem para a sustentabilidade ambiental ao reduzir a dependência de insumos químicos sintéticos, responsáveis por contaminação do solo, poluição hídrica e emissões de gases de efeito estufa (EMBRAPA, 2021). A aplicação de PGPRs associada à goma xantana melhora a saúde do solo, amplia a biodiversidade microbiana e diminui a necessidade de irrigação devido à maior retenção de água (ZHANG et al., 2021). No campo social e econômico, os bioinsumos reduzem custos, aumentam a produtividade e a qualidade das colheitas, beneficiando especialmente pequenas propriedades e cooperativas, fortalecendo a economia local e incentivando práticas agrícolas regenerativas (FORTUNE BUSINESS INSIGHTS, 2024; EMBRAPA, 2024).

A inovação apresenta elevado potencial de evolução e escalabilidade: pode ser adaptada a diferentes culturas (frutas, hortaliças e grãos) e condições edafoclimáticas; gerar novas formulações, como biofertilizantes líquidos concentrados e granulares; integrar-se à agricultura digital, com monitoramento remoto, doses personalizadas e análises em tempo real; e avançar para mercados internacionais, especialmente na América Latina e África, regiões prioritárias em práticas agrícolas sustentáveis e na redução do uso de bioinsumos químicos. Temos buscado, mediante parcerias, stakeholders, investidores e parceiros estratégicos a participar da próxima fase, apoiando testes em escala piloto e otimização da formulação em função de necessidades específicas.

5. CONCLUSÕES

A análise de mercado mostra que o produto tem alto potencial de adoção no Brasil, especialmente entre produtores voltados à agricultura sustentável, cooperativas e empresas agroindustriais. A estratégia de desenvolvimento abrange pesquisa, prototipagem, testes de campo e escalonamento industrial, garantindo avanço no TRL e mitigando riscos de aceitação, estabilidade e regulamentação. Assim, espera-se gerar impactos sociais, econômicos e ambientais positivos, consolidando os bioinsumos como alternativa competitiva no setor agrícola. Parcerias estratégicas acelerarão a obtenção e divulgação de resultados, promovendo a adoção da tecnologia, ampliando os benefícios econômicos e

ambientais e reforçando o protagonismo do Brasil em bioinsumos inovadores e práticas agrícolas regenerativas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNINGER, T. et al. Water-soluble polymers in agriculture: xanthan gum as ecofriendly alternative to synthetics. *Microbial Biotechnology*, v. 14, n. 5, p. 1881-1896, 2021.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Brasil moderniza procedimentos para registro de produtos biológicos. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/brasil-moderniza-procedimentos-para-registro-de-produtos-biologicos>
- DOMENE, S. M. A. et al. Segurança alimentar: reflexões sobre um problema complexo. *Estudos Avançados*, v. 37, n. 109, p. 181-206, 2023.
- EMBRAPA, 2025. Biofertilizantes: panorama nacional e adoção no campo. Brasília, 2024. Acessado em: 20 ago. 2025. Online. Disponível em: <https://www.embrapa.br>
- EMBRAPA, 2024. Brasil é líder mundial em uso de biofertilizantes e biodefensivos. *Movimentoeconomico.com.br*, Brasília, 25 nov. 2024. Acessado em: 19 ago. 2025. Online. Disponível em: <https://www.embrapa.br>
- FORTUNE BUSINESS INSIGHTS. Biofertilizers Market Size, Share & Growth. Pune, 2024. Acessado em: 20 ago. 2025. Online. Disponível em: <https://www.fortunebusinessinsights.com/pt/brazil-biofertilizers-market-107603>
- MENDONÇA, L. C. et al. Efeitos da aplicação de biofertilizantes no cultivo de café. *Caderno de Pesquisa*, v. 33, n. 2, p. 44–59, 2023. Acessado em: 20 ago. 2025.
- MOREIRA, A. da S. et al. Microcápsulas à base de xantana para preservação ou liberação controlada de probióticos e composição para microcápsulas a base de xantana. Brasil: INPI, 2018. Patente BR1020180687239.
- MORDOR INTELLIGENCE. Brazil Biofertilizer Market – Growth, Trends, COVID-19 Impact, and Forecasts (2023–2029). Hyderabad, 2023. Acessado em: 20 ago. 2025. Online. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/pt/industryreports/brazil-biofertilizer-market>
- NANGONG, Z. et al. Capsule-C: an improved *Steinernema carpocapsae* capsule formulation for controlling *Agrotis ipsilon* Hufnagel (Lepidoptera: Noctuidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, v. 31, p. 148, 2021.
- PALANIRAJ, A.; JAYARAMAN, V. Production, recovery and applications of xanthan gum by *Xanthomonas campestris*. *Journal of Food Engineering*, v.106, p. 1–12, 2011.
- SILVA, T. A. et al. Inoculação com bactérias solubilizadoras de fósforo em milho e soja. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. Acessado em: 20 ago. 2025. Online. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1149358/1/27397.pdf>
- SORZE, A. et al. Effect of different cellulose fillers on the properties of xanthanbased composites for soil conditioning applications. *Materials*, v. 16, n. 23, p. 7285, 2023.
- VENDRUSCOLO, C. T.; MOREIRA, A. da S.; VENDRUSCOLO, J. L. S.; MOREIRA. Processo de produção de biopolímero tipo xantana, biopolímero obtido, seus usos. Brasil: INPI, 2004. Patente PI04063090. Concessão: 25/07/2017.
- VENDRUSCOLO, C.; MOREIRA, A. da S.; SILVA, A. F.; PIVA, E.; ROSA, W. L. O. Filmogenic compositions for topical anaesthetic bioadhesives. Estados Unidos:USPTO, 2025. Patente 15/525,481. Concessão: 22/04/2020.
- ZHANG, X.; LI, Y.; WANG, Z.; et al. Xanthan gum as a sustainable bio-polymer for soil water retention. *Microbial Biotechnology*, v. 14, n. 6, p. 2750–2762, 2021.