



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

FABRIELE DE SOUSA FERRAZ

**SELEÇÃO DE LINHAGENS SELVAGENS DE *Xanthomonas sp.*
PARA PRODUÇÃO DE GOMA XANTANA EM MANIPUEIRA**

PALMAS-TO

2020

FABRIELE DE SOUSA FERRAZ

**SELEÇÃO DE LINHAGENS SELVAGENS DE *Xanthomonas sp.*
PARA PRODUÇÃO DE GOMA XANTANA EM MANIPUEIRA**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins. Foi avaliada para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos e aprovada em sua forma final pela orientadora e pela banca examinadora.

Linha de pesquisa do PPGCTA: Biotecnologia aplicada à indústria de alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cláudia Cristina Auler do Amaral Santos.

PALMAS-TO

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

F381s Ferraz, Fabiele de Sousa.
SELEÇÃO DE LINHAGENS SELVAGENS DE *Xanthomonas* sp. PARA
PRODUÇÃO DE GOMA XANTANA EM MANIPUEIRA. / Fabiele de Sousa
Ferraz. – Palmas, TO, 2020.

92 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins
– Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em
Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2020.

Orientadora : Claudia Cristina Auler do Amaral Santos

1. Linhagens selvagens. 2. *Xanthomonas* spp. 3. Goma xantana. 4.
Manipueira. I. Título

CDD 664

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer
forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte.
A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184
do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

FABRIELE DE SOUSA FERRAZ

**SELEÇÃO DE LINHAGENS SELVAGENS DE *Xanthomonas sp.*
PARA PRODUÇÃO DE GOMA XANTANA EM MANIPUEIRA**

Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 28 de dezembro de 2020, pela banca examinadora constituída pelos membros:



Prof. Dr. Alex Fernando de Almeida

UFT



Profª. Drª. Cíntia Lacerda Ramos

UFVJM



Profª. Drª. Claudia Cristina Auler do Amaral Santos

Orientadora - UFT

Toda honra e glória à Deus!

*Dedico este trabalho aos meus pais, Lêda Maria e Fenelon Ferraz
(in memoriam), pelo apoio e amor incondicional em todos os
momentos da minha vida. Aos meus irmãos, Fabrícia, Felipe e
Fabrina por todo carinho e incentivo. E ao meu amado namorado,
Murilo, por ser tão paciente, cuidadoso e companheiro.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, em primeiro lugar, pelo dom da vida e por ter me proporcionado saúde e forças para superar as dificuldades dessa caminhada acadêmica, permitindo que eu chegasse até aqui.

Agradeço aos meus pais, Lêda e Fenelon (*in memoriam*), por sempre acreditarem em mim, por me fazer correr atrás dos meus sonhos, por me moldarem como ser humano, por mostrarem o valor do conhecimento e principalmente por todo esforço e dedicação à mim direcionados. Aos meus irmãos Fabrina, Fabrízia e Felipe agradeço, por todo apoio e amor, foram dias difíceis, mas saber que estavam ao meu lado fez toda diferença. Amo vocês!

Ao meu namorado Murilo, meu amor, companheiro e amigo que abraçou esse desafio comigo e me apoiou em todos os momentos com seu incentivo, carinho, cuidado e paciência.

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Claudia Auler, por todos os conhecimentos transmitidos, pela paciência, pelas palavras sábias e toda calma nos meus momentos de desespero. Obrigada pelo acolhimento e por ter depositado em mim sua confiança, sua contribuição foi muito significativa para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Às amigas construídas durante esse período, em especial à Regina, Dheyson, Jessica e Rose, por cada momento compartilhado, por todo apoio nos momentos difíceis e pelas risadas distribuídas. Vocês terão sempre um lugar especial no meu coração.

À Prof.^a Dr.^a Lina María Grajales, por acreditar em mim, por ter despertado o interesse pela vida acadêmica, pelos conhecimentos e ensinamentos compartilhados, por seu apoio e incentivo que foram de extrema importância.

Ao meu colega Gabriel por tantas vezes disponibilizar seu tempo para me ajudar durante as análises e experimentos, o que contribuiu para o desempenho desse trabalho.

Aos Laboratório de Microbiologia de Alimentos (LMA), Laboratório de Microbiologia Aplicada (LAMA), Laboratório de Análise de Alimentos (LANA) e Laboratório de Instrumentação Científica (LABIC).

Ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos e a Universidade Federal do Tocantins, pela oportunidade de correr atrás desse sonho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

À todos que, de alguma forma, ajudaram e incentivaram este trabalho.

Muito obrigada!

“Quando estamos motivados por metas que possuem significados profundos, por sonhos que precisam ser realizados, por puro amor que precisa se expressar, então vivemos verdadeiramente a vida.”

Greg Anderson

RESUMO

A importância comercial do biopolímero goma xantana tem estimulado a realização de estudos baseando-se na produção desta a partir de fontes alternativas de carbono, seleção de novas linhagens e adequação das condições ótimas de crescimento e produção. Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo selecionar linhagens de *Xanthomas* spp. isoladas a partir de tecidos foliares de mangueira (*Mangifera indica*), para produção de goma xantana. Além de avaliar a viabilidade do uso do resíduo agroindustrial manipueira como substituinte parcial ou total da sacarose no processo de produção de goma xantana. Os isolados bacterianos foram reativados em meio SMR semi-seletivo, e posteriormente submetidos à caracterização morfológica, teste de coloração diferencial de Gram, e testes bioquímicos. Observou-se que 4 isolados apresentaram características condizentes com as descritas na literatura para o gênero *Xanthomonas*, como: tamanho pequeno, forma circular, elevação convexa, bordas lisas, estrutura lisa, brilho translúcido, cor amarelo, e aspecto viscoso, forma de bastonetes e fossem oxidase negativa, motilidade positiva, catalase positiva, produção de ácido sulfídrico positiva, produção de indol e hidrólise do amido, positivas, sendo eles: MN18, MN23.1, MN24 e MN37.2. Foram construídas curvas de crescimento para a linhagem controle *Xanthomonas campestris* XC4.1 e para os 4 isolados selecionados, determinando o volume de inóculo dos processos fermentativos subsequentes, bem como o período de crescimento ótimo das linhagens, que ocorreu entre 4 e 72 horas. A seleção das linhagens produtoras de goma foi realizada em fermentações, utilizando sacarose como fonte de carbono, e os experimentos foram conduzidos sob agitação de 120 rpm/28°C para a produção do inóculo e 180 rpm para produção da goma. As quatro linhagens produziram a goma, com rendimentos de 4,60 g/L, 18,49 g/L, 47,22 g/L e 50,69 g/L para MN24, MN18, MN23.1, MN37.2, respectivamente. A linhagem controle proporcionou rendimento de 44,98 g/L. A MN37.2 foi selecionada com base na produção de goma xantana utilizando a manipueira em substituição à sacarose em experimento de mistura de dois fatores através de análise de mistura Simplex Lattice. Os ensaios ocorreram a 180 rpm/ 28°C /96 horas. A manipueira foi caracterizada físico-quimicamente, apresentando 93,42% de teor de umidade. Os teores de carboidratos, cinzas, proteína e lipídeos foram de 2,54%, 1,61%, 1,07%, 0,36%, respectivamente. Para o experimento de otimização o modelo linear mostrou-se o mais adequado para produção de goma xantana. De acordo com a desejabilidade a melhor formulação observada apresentou proporção de 100:0 de manipueira:sacarose, assim demonstrando que este resíduo possui viabilidade para ser empregado como substituto da sacarose em processos de obtenção de goma xantana.

Palavras-chave: Goma xantana, Linhagens selvagens, Manipueira.

ABSTRACT

The commercial importance of the xanthan gum biopolymer has stimulated studies based on its production from alternative carbon sources, selection of new strains and adaptation of the optimal conditions of growth and production. In this context, the present study aimed to select strains of *Xanthomonas* spp. isolated from mango leaf tissues (*Mangifera indica*), for the production of xanthan gum. In addition, to assessing the feasibility of using the manipueira agroindustrial residue as a partial or total substitute for sucrose in the xanthan gum production process. The bacterial isolates were reactivated in a semi-selective SMR medium, and subsequently subjected to morphological characterization, Gram differential staining test, and biochemical tests. It was observed that 4 isolates presented characteristics consistent with those described in the literature for the genus *Xanthomonas*, such as: small size, circular shape, convex elevation, smooth edges, smooth structure, translucent shine, yellow color, and viscous aspect, rod-shaped and were negative oxidase, positive motility, positive catalase, positive hydrogen sulfide production, indole production and starch hydrolysis, positive, being: MN18, MN23.1, MN24 and MN37.2. Growth curves were constructed for the control strain *Xanthomonas campestris* XC4.1 and for the 4 selected isolates, determining the inoculum volume of subsequent fermentation processes, as well as the optimum growth period of the strains, which occurred between 4 and 72 hours. The selection of the gum producing lines was carried out in fermentations, using sucrose as a carbon source, and the experiments were conducted under agitation of 120 rpm / 28 ° C for the production of the inoculum and 180 rpm for the production of the gum. The four strains produced the gum, with yields of 4.60 g/L, 18.49 g/L, 47.22 g/L and 50.69 g/L for MN24, MN18, MN23.1, MN37.2, respectively. The control strain provided a yield of 44.98 g/L. MN37.2 was selected based on the production of xanthan gum using manipueira in substitution to sucrose in a two-factor mixing experiment through Simplex Lattice mixture analysis. The experimental runs took place at 180 rpm / 28 ° C / 96 hours. The manipueira was characterized physically-chemically, presenting 93.42% of moisture content. The contents of carbohydrates, ashes, protein and lipids were 2.54%, 1.61%, 1.07%, 0.36%, respectively. For the optimization experiment, the linear model proved to be the most suitable for the production of xanthan gum. According to the desirability, the best formulation observed presented a ratio of 100: 0 of manipueira: sucrose, thus demonstrating that this residue has viability to be used as a substitute for sucrose in processes for obtaining xanthan gum.

Keywords: Xanthan gum, Wild strains, Manipueira.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Linhagens de <i>Xanthomonas</i> sp. e condições de cultivo utilizadas na produção de goma xantana.	26
Tabela 2. Composição química da manipueira.	33
Tabela 3. Desenho experimental.	46
Tabela 4. Características morfológicas dos isolados (tamanho, forma, elevação, bordas, estrutura, brilho, cor e aspecto).	49
Tabela 5. Caracterização morfo-celular e bioquímica das linhagens possuem as características fisiológicas específicas do gênero <i>Xanthomonas</i>	52
Tabela 6. Inoculação das fermentações com sacarose como única fonte de carbono.	56
Tabela 7. Parâmetros cinéticos das fermentações com sacarose como única fonte de carbono em 96 horas.	57
Tabela 8. Médias e desvio padrão da produção de goma xantana.	62
Tabela 9. Composição centesimal do soro de mandioca.	63
Tabela 10. Parâmetros cinéticos das fermentações com diferentes proporções de manipueira em substituição a sacarose em 96 horas.	65
Tabela 11. Matriz do planejamento de misturas simplex-lattice e parâmetros característicos da produção de goma xantana.	69
Tabela 12. Efeitos principais e ANOVA para significância da fermentação com diferentes concentrações de manipueira em substituição à sacarose em experimento de mistura Simplex Lattice (2 ²).	72
Tabela 13. Ajuste dos modelos de regressão.	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Microscopia eletrônica de transmissão de <i>Xanthomonas campestris</i>	17
Figura 2. Estrutura química primária da goma xantana.	19
Figura 3. Biossíntese da goma xantana.	22
Figura 4. Fluxograma das etapas de produção e separação da goma xantana.....	24
Figura 5. Fluxograma de extração da manipueira no processo de fabricação da farinha.....	32
Figura 6 Fluxograma de produção de goma xantana.....	45
Figura 7. Curvas de crescimento D.O x Tempo para as linhagens MN 18, MN 23.1, MN 24, MN 37.2 e para a linhagem padrão XC 4.1.	54
Figura 8. Curvas de crescimento D.O x Log UFC/mL para as linhagens MN 18, MN 23.1, MN 24, MN 37.2 e para a linhagem padrão XC 4.1.	55
Figura 9. Cinética do processo fermentativo da linhagem XC 4.1.....	59
Figura 10. Cinética do processo fermentativo da linhagem MN18.....	59
Figura 11. Cinética do processo fermentativo da linhagem MN 23.1.....	60
Figura 12. Cinética do processo fermentativo da linhagem MN 24.....	60
Figura 13. Cinética do processo fermentativo da linhagem MN 37.2.....	61
Figura 14. pH X Tempo para a fermentação com diferentes proporções de manipueira em substituição a sacarose.....	66
Figura 15. População X Tempo para a fermentação com diferentes proporções de manipueira em substituição a sacarose.....	67
Figura 16. Açúcares redutores totais X Tempo para a fermentação com diferentes proporções de manipueira em substituição a sacarose.	68
Figura 17. Gráficos de Pareto para as diferentes variáveis resposta.	71
Figura 18. Desejabilidade matemática para produção de goma xantana com meio de fermentação com manipueira como única fonte de carbono no meio de fermentação.....	75

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 <i>Xanthomonas</i> sp.	17
3.2 GOMA XANTANA	18
3.2.1 Importância Comercial da Goma Xantana	20
3.3 METABOLISMO E BIOSÍNTESE DA GOMA XANTANA	21
3.4 PRODUÇÃO DA GOMA XANTANA	23
3.5 APLICAÇÕES	30
3.6 RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS	31
3.6.1 Manipueira.....	31
4 MATERIAIS E MÉTODOS	34
4.1 MANUTENÇÃO E REATIVAÇÃO DAS BACTÉRIAS	34
4.2 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA	34
4.3 CARACTERIZAÇÃO DAS BACTÉRIAS	35
4.3.1 Teste de Coloração Diferencial de Gram	35
4.3.2 Teste de Confirmação de Gram por KOH.....	35
4.3.3 Teste de Motilidade	35
4.3.4 Teste de Oxidase.....	36
4.3.5 Teste de Catalase	36
4.3.6 Teste de Liquefação de Gelatina	36
4.3.7 Teste de Indol	36
4.3.8 Teste de Produção de Sulfeto de Hidrogênio	37
4.3.9 Teste de Hidrólise do Amido.....	37
4.3.10 Teste de Detecção de Polissacarídeo em Placa (DPP)	38
4.4 CURVAS DE CRESCIMENTO MICROBIANO	38
4.5 SELEÇÃO DE CEPAS POTENCIALMENTE PRODUTORAS DE GOMA XANTANA	39
4.5.1 Produção de Inóculo	39
4.5.2 Produção de Goma Xantana	39
4.5.3 Recuperação da Goma Xantana.....	40

4.5.4 Cinética do Processo Fermentativo	40
4.5.5 Análises Físico-Químicas do Meio Fermentativo	42
4.5.5.1 <i>Análise de Açúcares Redutores Totais</i>	42
4.5.5.2 <i>pH</i>	42
4.6 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA MANIPUEIRA	42
4.6.1 Proteínas	43
4.6.2 Umidade	43
4.6.3 Cinzas	43
4.6.4 Sólidos Solúveis	43
4.6.7 Lipídeos	44
4.7 PRODUÇÃO DE GOMA XANTANA COM MANIPUEIRA COMO SUBSTITUTO PARCIAL OU TOTAL DA SACAROSE NO MEIO DE FERMENTAÇÃO	44
4.7.1 Otimização do Meio de Fermentação	45
4.7.1 Validação	47
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
5.1 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA	48
5.2 CARACTERIZAÇÃO BIOQUÍMICA DAS LINHAGENS	50
5.3 CURVAS DE CRESCIMENTO MICROBIANO	53
5.4 SELEÇÃO DE CEPAS POTENCIALMENTE PRODUTORAS DE GOMA XANTANA	56
5.4.1 Linhagem Seleccionada.....	62
5.5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA MANIPUEIRA	63
5.6 PARÂMETROS DE CRESCIMENTO E CONSUMO DE SUBSTRATO NAS FERMENTAÇÕES COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE MANIPUEIRA ...	65
5.7 OTIMIZAÇÃO DO MEIO FERMENTATIVO	68
5.7.1 Validação	74
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
REFERÊNCIAS	77
APÊNDICE A	90
APÊNDICE B	92

REFERÊNCIAS

- ABREU, D. J. M. **Isolamento, caracterização e seleção de linhagens de *Xanthomonas sp.* potencialmente produtoras de goma xantana.** 2016. 40 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, To, 2016.
- ALEXANDRE, J.; TOLEDO, R.; SABOYA, F.; PEREIRA, M. Utilização de Planejamento em Rede Simplex na Previsão de Propriedades Mecânicas de Peças Cerâmicas Vermelhas. **Cerâmica**, v. 47, n. 303, 2001.
- AMORIM, N. C. S. **Produção de hidrogênio a partir da manipueira em reator anaeróbico de leito fluidificado.** 2012. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2012.
- ANBUSELVI, S.; KUMAR, M. S.; VIKRAM, M.; PADMAJA. A comparative study on biosynthesis of xanthan gum using three different *Xanthomonas* strains isolated from diseased plants. **International Journal of Pharma and BioSciences**, Chennai, July, 2012.
- AOAC, 2000. Official Methods of Analysis, 17th ed. Association of Official Analytical 15 Chemists, Washington, DC.
- AOAC, Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (method 926.12) Association of Official Analytical Chemists. Arlington: A.O.A.C., 1996, chapter 33.
- ASSIS, D. J.; GOMES, G. V. P.; PASCOAL, D. R. C.; PINHO, L. S.; CHAVES, L. B. O.; DRUZIAN, J. I. Simultaneous Biosynthesis of Polyhydroxyalkanoates and Extracellular Polymeric Substance (EPS) from Crude Glycerol from Biodiesel Production by Different Bacterial Strains. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, [s.l.], v. 180, n. 6, p. 1110-1127, 29 jun. 2016.
- BARRAL, M. F.; PEREIRALIMA, P. S. Automação e controle de processos fermentativos. In: LIMA, U. D. A.; AQUARONE, E., BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. **Biotecnologia Industrial: Engenharia Bioquímica.** São Paulo- SP: Edgard Blücher, 2001. v. 2, cap. 18, p. 397-423.
- BARROS, F. F. C.; QUADROS, C. P.; PASTORE, G. M. Propriedades emulsificantes e estabilidade do biossurfactante produzido por *Bacillus subtilis* em manipueira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 979-985, 2008.
- BCC RESEARCH. Xanthan Gum: Applications and Global Markets. Agosto de 2017. Disponível em <<https://www.bccresearch.com/market-research/advanced-materials/xanthangum-global-markets-report-avm149a.html>>. Acesso em: 20 nov. 2020.
- BEDENDO, I. P. Ambiente e doença. In: BERGAMIN FILHO, KIMATI, H., AMORIM, L. Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos. São Paulo, Ed. **Agrônoma Ceres**, 1995, v.1, p.331-41.
- BEZERRA, M. S. **Estudo da produção de biossurfactantes sintetizados por *Pseudomonas aeruginosa* AP029-GVIA utilizando manipueira como fonte de carbono.** 2012. 123f.

Dissertação (Mestrado) – Curso Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

BORGES, C. D.; VENDRUSCOLO, C. T. Goma Xantana: características e condições operacionais de produção. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 171-188, 2008.

BORGES, J. A. C. P. **Produção de biopolímero com o uso simultâneo de espécies de *Xanthomonas spp.* e *Zymomonas mobilis***. 2015. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biotecnologia, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia, Salvador – Ba, 2015.

BRADBURY, J. F.; Genus II: *Xanthomonas*, **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology**, Williams & Wilkins: Baltimore - MD, p. 199–210, 1984.

BRAGA, P. A. C.; TATA, A.; SANTOS, V. G.; BARREIRO, J. R.; SCHWAB, N. V.; SANTOS, M. V.; EBERLIN, M. N.; FERREIRA, C. R. Bacterial identification: from the agar plate to the mass spectrometer. **Rsc Adv.**, [S.L.], v. 3, n. 4, p. 994-1008, 2013.

BRANDÃO, L. V. **Goma xantana obtida por fermentação da glicerina bruta residual do biodiesel: produção, caracterização e aplicação para fluido de perfuração de poços de petróleo**. 2012. 185 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

BRANDÃO, L. V.; ASSIS, D. J.; LÓPEZ, J. A.; ESPIRIDIANO, M. C. A.; ECHEVARRIA, E. M.; DRUZIAN, J. I. Bioconversion from crude glycerin by *Xanthomonas campestris* 2103: Xanthan production and characterization. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 737-746, 2013.

BRANDÃO, L. V.; ESPIRIDIANO, M. C. A.; DRUZIAN, J. I. Utilização do soro de mandioca como substrato fermentativo para a biosíntese de goma xantana: viscosidade aparente e produção. **Polímeros**, [S.L.], v. 20, n. 3, p. 175-180, 13 ago. 2010.

BRANDÃO, L. V.; NERY, T. B. R.; MACHADO, B. A. S.; ESPIRIDIANO, M. C. A.; DRUZIAN, J. I. Produção de goma xantana obtida a partir do caldo de cana. Campinas: **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 217-222, 2008.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução – RDC 45, de 03 de novembro de 2010. Dispõe sobre aditivos alimentares autorizados para uso segundo as boas práticas de fabricação – BPF. Disponível em: <http://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau/legis/anvisa/2010/rdc0045_03_11_2010.html>. Acesso em: 24 set. 2020.

BRUNCHI, C. E.; MORARIU, S. Strategies to improve the xanthan properties for specific applications. In: Smart Materials Integrated design, engineering approaches and potencial applications, Editora Anca Filimon, Capítulo 3, 2019.

BUTTNER, D.; BONAS, U. Regulation and secretion of *Xanthomonas* virulence factors. **FEMS microbiology reviews** v. 34, n. 2, p. 107–33, 1 mar. 2010.

CANUTO, A. P. **Desenvolvimento de bioprocesso para produção de goma xantana por fermentação no estado sólido a partir de resíduos e subprodutos agroindustriais**. 2006.

105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Processos Biotecnológicos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

CASAS, J. A.; SANTOS, V. E.; GARCÍA-OCHOA, F. Xanthan gum production under several operational conditions: molecular structure and rheological properties. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 26, p. 282-291, 2000.

CHOWDAPPA, A. KAMALAKANNAN, A.; KOUSALYA, S.; GOPALAKRISHNAN, C; VENKATESAN, K.; SHALI, R. Isolation and characterization of *Xanthomonas axonopodis* pv *punicae* from bacterial blight pomegranate. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**. 2018.

COMEXSTAT, Portal para acesso gratuito às estatísticas de comércio exterior do Brasil. Online. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>>. Acesso em: 12 nov. 2020.

CORNELL, J.A., Experiments with Mixtures: Designs, Models and the Analysis of Mixture Data, 3rd edition, New York: John Wiley & Sons, 1990.

CORDEIRO, G. Q. **Tratamento de manipueira em reator anaeróbio compartimentado produção de biossurfactante utilizando melão como substrato**. 2006. 91f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de São Paulo, São José do Rio Preto, 2006.

DEMIRCI, A. S.; PALABIYIK, I.; APAYDN, D.; MIRIK, M.; GUMUS, T. Xanthan gum biosynthesis using *Xanthomonas* isolates from waste bread: process optimization and fermentation kinetics. **Lwt**, [S.L.], v. 101, p. 40-47, mar. 2019.

DINIZ, D. M., DRUZIAN, J. I., AUDIBERT, S. Produção de goma xantana por cepas nativas de *Xanthomonas campestris* a partir de casca de cacau ou soro de leite. **Polímeros**, v. 22, n. 3, p. 278-281, 2012.

DONOT, F.; FONTANA, A.; BACCOU, J.C; SHORR-GALINDO, S. Microbial exopolysaccharides: Main examples of synthesis, excretion, genetics and extraction. **Carbohydrate Polymers**, v. 87, p. 951-962, 2012.

DRUZIAN, J. I. **Estudo da estrutura de exopolissacarídeos produzidos por duas espécies de *Rhizobium* e uma de *Bradyrhizobium* isolados de solo de cultivar de feijão de corda (*Vigna unguiculata* L.)**. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas, SP, 2000.

DRUZIAN, J. I.; PAGLIARINI, A. P. Produção de goma xantana por fermentação do resíduo de suco de maçã. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n.1, p. 787-792, 2007.

EL ENSHASY, H.; THEN, C.; OTHMAN, N.; AL HOMOSANY, H.; SABRY, M.; SARMI, M. R.; AZIZ, R. Enhanced xanthan production process in shake flasks and pilot scale bioreactors using industrial semidefined medium. **Afr. J. Biotechnol**, v. 10, n. 6, p. 1029-1038, 2013.

EMITARO, W. O.; MUSYIMI, D. M.; OTIATO, D. A.; ONYANGO, B. Morphological, biochemical and molecular characterization of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* of

African nightshades (*Solanum scabrum* Mill.). **International Journal of Biosciences (Ijb)**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 190-197, 30 jul. 2017.

ESGALHADO, M. E.; ROSEIRO, J. C.; COLLAÇO, M. T. A. Interactive Effects of pH and Temperature on Cell Growth and Polymer Production by *Xanthomonas campestris*. **Process Biochemistry**, [S.L.], v. 30, n. 7, p. 667-671, jan. 1995.

ESPERT, M.; CONSTANTINESCU, L.; SANZ, T.; SALVADOR, A. Effect of xanthan gum on palm oil in vitro digestion. Application in starch-based filling creams. **Food Hydrocolloids**, [s.l.], v. 86, p. 87-94, jan. 2019.

FARHADI, G. B.; KHOSRAVI-DARANI, K.; NASERNEJAD, B. Enhancement of xanthan production on date extract using response surface methodology. **Asian J. Chem.** v. 24, n. 9, p. 1-4, 2012.

FARIA, S. **Otimização da produção e caracterização de goma xantana empregando caldo de cana**. 2009. 144 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

FARIA, S.; PETKOWICZ, C. L. O.; MORAIS, S. A. L.; TERRONES, M. G. H.; RESENDE, M. M.; FRANÇA, F. P.; CARDOSO, V. L. Characterization of xanthan gum produced from sugar cane broth. **Carbohydrate Polymers**, v.86, p. 469-476, 2011.

FERREIRA, T.C.; ARAÚJO, N.C. Estudo agrônômico da espiga do milho (*Zea mays L.*) fertirrigado com manipueira. **Engenharia Ambiental**. 9, n.4, p. 152–163, 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar® (Software estatístico): Sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 5.6, Lavras: DEX/UFLA, 2011.

FIDELIS, R. R.; CARVALHO, G. L.; SANTOS, G. R.; SALGADO, F. H. M.; AGUIAR, R. W. S. Resistência de genótipos de feijão ao cretamento bacteriano e mela, no estado do Tocantins. **Revista Verde**, Mossoró - RN, v. 8, n. 1, p. 230-238, 2013.

FONSECA, T. R. **Isolamento, seleção e caracterização de linhagens de *Xanthomonas sp.* potencialmente produtoras de goma xantana**. Gurupi, To: Pibic, 2017. 15 p.

FREITAS, F. ALVES, V.D.; REIS, M. A. M. Advances in bacterial exopolysaccharides: From production to biotechnological applications. **Trends in Biotechnology**, v. 29, n. 8, p. 388-398, 2011.

GARCIA-OCHOA, F.; GRACIA-LEON, M. A.; ROMERO, R. Kinetic modelling of xanthan production from sucrose. **Chem. Biochem. Eng.** 1990, 4, 15-20.

GARCIA-OCHOA, F.; SANTOS, V.; FRITSCH, A. P. Nutritional study of *Xanthomonas campestris* in xanthan gum production by factorial design of experiments. **Enzyme and Microbial Technology**, [S.L.], v. 14, n. 12, p. 991-996, dez. 1992.

GARCIA-OCHOA, F; SANTOS, V.E; CASAS, J.A; GÓMEZ, E. Xanthan gum: production, recovery, and properties. **Biotechnology Advances**, [S.L.], v. 18, n. 7, p. 549-579, nov. 2000.

- GHASHGHAEI, T.; SOUDI, M. R.; HOSEINKHANI, S. Optimization of xanthan gum production from grape juice concentrate using Plackett-Burman design and response surface methodology. **Appl. Food Biotechnol.** V. 3, n. 1, p. 15-23, 2016.
- GILANI, S.L.; NAJAFPOUR, G.D.; HEYDARZADEH, H.D.; ZARE, H. Kinetic models for xanthan gum production using *Xanthomonas campestris* from molasses. **Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly**, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 179-187, 2011.
- GLICK, B. R.; PASTERNAK, J. J.; PATTEN, C. L. **Molecular biotechnology: principles and applications of recombination DNA**. 4 ed., Canadá: ASM Press, 2010.
- GODIN, T. S.; PEREIRA, R. G.; FIAUX, S. B. Xanthan gum production by *Xanthomonas axonopodis* pv. *mangiferaeindicae* from glycerin of biodiesel in different media and addition of glucose. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, [s.l.], v. 41, n. 1, 16 abr. 2019.
- GOMASHE, A. V.; DHARMIK, P. G.; FUKU, P.S. Optimization and production of xanthan gum by *Xanthomonas campestris* NRRL-B-1449 from sugar beet molasses. **The International Journal of Engineering and Science** v.2, n.5, p. 52-55, 2013.
- GOMES, G. V. P. **Produção simultânea de goma xantana e microfibrilas de celulose pela bioconversão de bagaço de cana por Xanthomonas**. 2014. 148 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química., Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.
- GONZAGA, A.D.; SOUZA, S.G.A.; PY-DANIEL, V.; RIBEIRO, J.D. Potencial de manipueira de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no controle de pulgão preto de citros (*Toxoptera citrica* Kirka ldy, 1907). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 646-650, 2007.
- GRACELIN, D. H. S.; BRITTO, A. J.; KUMAR, P. B. J. R. Detection and identification of *Xanthomonas campestris* pv. *centellae* on leaves of *Centella asiatica* collected in Tamilnadu. **Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research**, v. 5, n. 1, p. 111-113, 2012.
- GREGERSEN, T. Rapid method for distinction of gram-negative from gram-positive bacteria. **European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology**, [s.l.], v. 5, n. 2, p. 123-127, 1978.
- HABIBI, H.; KHOSRAVI-DARANI, K. Effective variables on production and structure of xanthan gum and its food applications: a review. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, [s.l.], v. 10, p. 130-140, abr. 2017.
- HAN, H. H. **Utilização da função desirability na otimização do processo de usinagem da superliga nimonic 80A**. 2015. 67 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015.
- HANKIN, L.; ANAGNOSTAKIS, S.L. The use of solid media for detection of enzyme production by fungi. **Mycology**, v. 67, n. 3, p.597-607, 1975.
- HASAN, S. M. Z.; HOSSAIN, F.; ZAOTI, Z. F.; HASAN, F.; ISLAM, A.; KHALEKUZAMAN; SIKDAR, B. PCR amplification of DNA sequence related to the rDgene of *Xanthomonas cucurbitae* leaf spot disease of pumpkin and their antagonism

by soil bacteria. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, [S.L.], v. 51, n. 5-6, p. 252-266, 3 abr. 2018.

HILARIO, E.; KEYSER, S.; FAN, L. Structural and biochemical characterization of a glutathione transferase from the citrus canker pathogen *Xanthomonas*. **Acta Crystallographica Section D Structural Biology**, [S.L.], v. 76, n. 8, p. 778-789, 27 jul. 2020.

HISS, H. Cinética de processos fermentativos. In: LIMA, U. D. A.; AQUARONE, E., BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. **Biotecnologia Industrial: Engenharia Bioquímica**. São Paulo- SP: Edgard Blücher, 2001. v. 2, cap. 6, p. 93-122.

HOLT, J. G., *et al.* **Bergey's manual of determinative bacteriology**. 9. ed. Baltimore: W. & Wilkins, p. 787, 1994.

HUBLIK, G. Xanthan. **Polymer Science: A Comprehensive Reference**, [S.L.], p. 221-229, 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 27.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*, 3. ed. São Paulo: IMESP, 2008.

JONIT, N. Q.; LOW, Y. C.; TAN, G. H. *Xanthomonas oryzae pv. oryzae*, biochemical tests, rice (*Oryza sativa*), Bacterial Leaf Blight (BLB) disease, Sekinchan. **J. Appl. Envi. Microb**, v. 4, n. 3, p. 63-69, 2016.

KALOGIANNIS, S.; IAKOVIDOU, G.; LIAKOPOULOU-KYRIAKIDES, M.; A KYRIAKIDIS, D.; SKARACIS, G. N. Optimization of xanthan gum production by *Xanthomonas campestris* grown in molasses. **Process Biochemistry**, [S.L.], v. 39, n. 2, p. 249-256, out. 2003.

KAMBLE, A. K.; SAWAN, D. S.; SAWANT, I. S.; GHULE, S. B.; PATIL, A. C. Characterization of *Xanthomonas campestris pv. viticola* causing bacterial leaf spot of grapes in Maharashtra, India. **Journal of Environmental Biology**, v. 40, n. 6, p. 1145-1150, 2019.

KANG, Y.; LI, P.; ZENG, X.; CHEN, X.; XIE, Y.; ZENG, Y.; ZHANG, Y.; XIE, Tonghui. Biosynthesis, structure and antioxidant activities of xanthan gum from *Xanthomonas campestris* with additional furfural. **Carbohydrate Polymers**, [S.L.], v. 216, p. 369-375, jul. 2019.

KLAIC, P. M. A. (2016). **Parâmetros reológicos e resistência térmica de xantana de *Xanthomonas arboricola pv pruni*: potencialização por desacetilação, reticulação e troca iônica**. Tese (Doutorado) – Curso de Ciência e Tecnologia Agroindustrial – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

KURBANOGLU, E. B.; KURBANOGLU, N. I. Ram horn hydrolysate as enhancer of xanthan production in batch culture of *Xanthomonas campestris* EBK-4 isolate. **Process Biochemistry**, [S.L.], v. 42, n. 7, p. 1146-1149, jul. 2007.

LAMBANI, K.; JAHAGIRDAR, S. Morphological, cultural, physiological and biochemical characteristics of bacterial pustule of soybean caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*. **Journal of Pure and Applied Microbiology**, v. 11, n. 2, p. 1155-1159, 2017.

LEELA, J. K.; SHARMA, G. Studies on xanthan production from *Xanthomonas campestris*. **Bioprocess Engineering**, [S.L.], v. 23, n. 6, p. 687-689, 15 dez. 2000.

LI, P.; LI, T.; ZENG, Y.; LI, X.; JIANG, X.; WANG, Y.; XIE, T.; ZHANG, Y. Biosynthesis of xanthan gum by *Xanthomonas campestris* LREL-1 using kitchen waste as the sole substrate. **Carbohydrate Polymers**, [S.L.], v. 151, p. 684-691, out. 2016.

LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHIMIDELL, W. *Biocologia Industrial: Engenharia Bioquímica*. São Paulo: Editora Edgard Blucher, V. 2, 125-154, 2001.

LOPES, B.M.; LESSA, V. L.; SILVA, B.M.; FILHO, M. A. S. C.; SHNITZLER, E.; LACERDA, L. G. Xanthan gum: properties, production conditions, quality and economic perspective. **Journal of Food Nutrition Research**, v. 54, n. 3, p. 185-194, 2015.

LÓPEZ, M. MORENO, J.; RAMOS-CORMENZANA, A. *Xanthomonas campestris* strain selection for xanthan production from olive mill wastewaters. **Water Research**, [S.L.], v. 35, n. 7, p. 1828-1830, maio 2001.

LUVIELMO, M. M.; SCAMPARINI, A. R. P. Goma xantana: produção, recuperação, propriedades e aplicação. **Estudos tecnológicos**, v. 5, n. 1, p. 50-67, 2009.

LUVIELMO, M. M.; VENDRUSCOLO, C. T.; SCAMPARINI, A. R. S. Seleção de linhagens de *Xanthomonas campestris* para a produção de goma xantana. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 161-172, 2007.

MALDONADE, I. R., CARVALHO, P. G. B., FERREIRA, N. A. Protocolo para determinação de açúcares totais em hortaliças pelo método de DNS. **Comunicado técnico Embrapa hortaliças**, 1 ed., n. 85, 2013.

MANSFIELD, J.; GENIN, S.; MAGORI, S.; CITOVSKY, V.; SRIARIYANUM, M.; RONALD, P.; DOW, M.; VERDIER, V.; BEER, S. V.; MACHADO, M. A. Top 10 plant pathogenic bacteria in molecular plant pathology. **Molecular Plant Pathology**, [S.L.], v. 13, n. 6, p. 614-629, 5 jun. 2012.

MAUGERI, F. Produção de Polissacarídeos. In: LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. **Biocologia Industrial: Processos Fermentativos e Enzimáticos**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., v. 3, 2001.

MELO, V. S. **Eficiência da manipueira como quelatizante de zinco e seu efeito na nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2010. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Agroecossistemas, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2010.

MENEZES, E. C. O.; VIEIRA, P. H. F. Aglomeração industrial, governança e meio ambiente: conceitos e premissas da abordagem do desenvolvimento territorial sustentável. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. Editora UFPR, n. 24, p. 101-118, 2011.

MENEZES, J. D. S. Produção de goma xantana a partir da bioconversão de resíduos de malte de cervejaria por *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* IBSBF 1866. Tese (Doutorado) – Curso de Desenvolvimento e Meio Ambiente – Universidade Federal do Sergipe, São Cristóvão, 2013.

MESOMO, M.; SILVA, M. F.; BONI, G.; PADILHA, F. F.; MAZUTTI, M.; MOSSI, A.; OLIVEIRA, D.; CANSIAN, R. L.; LUCCIO, M.; TREICHEL, H. Xanthan gum produced by *Xanthomonas campestris* from cheese whey: production optimisation and rheological characterisation. **Journal Of The Science Of Food And Agriculture**, [S.L.], v. 89, n. 14, p. 2440-2445, 2 set. 2009.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicy acid reagent for determinations of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, n. 3, p. 426 -428, 1959.

MIRIK, M.; DEMIRCI, A. S.; GUMUS, T.; ARICI, Muhammet. Xanthan gum production under different operational conditions by *Xanthomonas axonopodis* pv *vesicatoria* isolated from pepper plant. **Food Science and Biotechnology**, [S.L.], v. 20, n. 5, p. 1243-1247, 31 out. 2011.

MOITINHO, B. M. **Análise da expressão diferencial de genes relacionados à produção de xantana em *Xanthomonas arboricola* e *Enterobacter cloacae***. 2012. 182 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Instituto de Ciências da Saúde, Salvador, 2012.

MORAES, B. W.; JUNIOR, W. C. J.; PEIXOTO, L. A.; MORAES, W. B.; CECÍLIO, R. A. Mapeamento das áreas de risco de ocorrência do cancro cítrico no Brasil, **Enciclopédia biosfera**, Goiânia - GO, v. 7, n 12, p. 1-10, 2011.

MORRIS, V. J. Science, structure and applications of microbial polysaccharides. In: PHILLIPS G. O.; WEDLOCK, D. J.; WILLIAMS, P. A. Gums and Stabilishers For the Food Industry. **Oxford: IRL Press**, 315p., 1992.

MOSHAF, S.; HAMIDI-ESFAHANI, Z.; AZIZI, M. Statistical optimization of xanthan gum production and influence of airflow rates in lab-scale fermentor. **Appl. Food Biotechnol.**, v. 1, n. 1, p. 17-24, 2015.

MUNHOZ, A. P. **Potencial de 10 isolados de *Xanthomonas arborícola* pv *pruni* para produção de xantana e otimização das condições de recuperação**. 2020. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

MURAD, H. A.; ABO-ELKHAIR, A.G.; AZZAZ, H. H. Production of Xanthan Gum from Nontraditional Substrates with Perspective of the Unique Properties and Wide Industrial Applications. **SM Journal of Microbiology** 1: 6, 2019.

MURUGESAN, A.; DHEVAHI, B.; GOWDHAMAN, D.; BALA, A.; SATHESH, P. Production of xanthan employing *Xanthomonas campestris* using sugarcane molasses. **Am. J. Environ. Eng.** v. 2, n. 2, p. 31-34, 2012.

NAWAZ, A.; TARIQ, J. A.; LODHI, A. M.; MEMON, R. M. Studies on characteristics of *Xanthomonas oryzae* isolates associated with Rice crop. **Journal of Applied Research In Plant Sciences**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 30-35, 13 maio 2020.

NERY, T. B. R.; BRANDÃO, L. V.; ESPERIDIÃO, M. C. A.; DRUZIAN, J. I. Biossíntese de goma xantana a partir da fermentação de soro de leite: rendimento e viscosidade. **Quim. Nova**, v. 31, n. 8, p. 1937-1941, 2008.

NEJADMANSOURI, M.; SHAD, E.; RAZMJOOEI, M.; SAFDARIANGHOMSHEH, R.; DELVIGNE, F.; KHALESI, M. Production of xanthan gum using *immobilized Xanthomonas campestris* cells: effects of support type. **Biochemical Engineering Journal**, [S.L.], v. 157, p. 107-120, abr. 2020.

NIKNEZAHAD, S. V.; ASADOLLAHI, M. A.; ZAMANI, A.; BIRIA, D. Production of xanthan gum by free and immobilized cells of *Xanthomonas campestris* and *Xanthomonas pelargonii*. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 82, p. 751-756, jan. 2016.

NIKNEZHAD, S. V.; ASADOLLAHI, M. A.; ZAMANI, A.; BIRIA, D.; DOOSTMOHAMMADI, Mohsen. Optimization of xanthan gum production using cheese whey and response surface methodology. **Food Science and Biotechnology**, [S.L.], v. 24, n. 2, p. 453-460, abr. 2015.

NITSCHKE, M.; PASTORE, G. M. Production and properties of a surfactante obtained from *Bacillus subtilis* grown on cassava wastewater. **Bioresource Technology**, v. 97, p. 336-341, 2006.

OLIVEIRA, K. R. F. **Processos tecnológicos no tratamento de efluentes líquidos de fecularia**. 2007. 111f Dissertação (Mestrado) – Curso de Tecnologias Ambientais, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2007.

PADMAJA, G.; DEVI, G.U.; YUGANDER, A.; SRINIVAS, C.; RANI, C.V.D.; SUNDARAM, R.M.; LAHA, G.S. Biochemical characterization of *Xanthomonas oryzae pv. oryzae* isolates collected from Telangana and Andhra Pradesh. **Indian Journal of Plant Protection**, v. 45, n. 2, p. 193-199, 2017.

PALANIRAJ, A.; JAYARAMAN, V. Production, recovery and applications of xanthan gum by *Xanthomonas campestris*. **Journal of Food Engineering**, [s.l.], v. 106, n. 1, p. 1-12, set. 2011.

PAPAGIANNI, M.; PSOMAS, S.K.; BATSILAS, L.; PARAS, S.V; KYRIAKIDIS, D.A.; LIAKOPOULOU-KYRIAKIDES, M. Xanthan production by *Xanthomonas campestris* in batch cultures. **Process Biochemistry**, v.37, p.73-80. 2001.

PEREIRA, E. L.; FERRAZ, A. T. Bioprocessos para a produção de goma xantana utilizando resíduos agroindustriais como matérias-primas. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, [s.l.], v. 14, n. 2, p. 756-776, 2016.

PETERS, H. U.; HERBST, H.; HESSELINK, P. G.; LÜNSDORF, H.; SCHUMPE, A.; DECKWER, W.-D. The influence of agitation rate on xanthan production by *Xanthomonas campestris*. **Biotechnol. Bioeng.** v. 34, n. 11, p. 1393-1397, 1989.

PETRI, Denise F. S. Xanthan gum: a versatile biopolymer for biomedical and technological applications. **Journal of Applied Polymer Science**, [s.l.], v. 132, n. 23, p. 1-13, 16 fev. 2015.

PSOMAS, S. K.; LIAKOPOULOU-KYRIAKIDES, M.; KYRIAKIDIS, D. A. Optimization study of xanthan gum production using response surface methodology. **Biochemical Engineering Journal**, v. 35 p. 273–280, 2007.

QUANTAS BIOTECNOLOGIA LTDA. Disponível em: < <http://www.quantas.ind.br/> >. Acesso em: 24 de nov. de 2020.

RAFI, A.; HAMEED A.; AKHTAR, M. A.; SHAHID, K. S. M.; FAHIM, M. Identification and characterization of *Xanthomonas oryzae pv oryzae* in north-west of Pakistan. **Sarhad Journal of Agriculture**, vol. 29, no. 3, 2013.

RAMÍREZ, M. E.; FUCIKOVSKY, L.; GARCÍA-JIMENEZ, F.; QUINTERO, R.; GALINDO, E. Xanthan gum production by altered pathogenicity variants of *X. campestris*. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 29, p. 5-10, 1988.

RANA, S.; UPADHYAY, L. S. B. Microbial exopolysaccharides: synthesis pathways, types and their commercial applications: Synthesis pathways, types and their commercial applications. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s.l.], abr. 2020.

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos**. 3ª Ed. Campinas, SP: Casa do Espírito Amigo Fraternidade Fé e Amor, 2014.

RODRIGUES, P. R.; ASSIS, D. J.; DRUZIAN, J. I. Simultaneous production of polyhydroxyalkanoate and xanthan gum: from axenic to mixed cultivation. **Bioresource Technology**, [S.L.], v. 283, p. 332-339, jul. 2019.

ROMEIRO, R. S. **Técnica de microgota para contagem de células bacterianas viáveis em uma suspensão**. Roteiro das aulas práticas. 2007.

ROTTAVA, I. **Seleção de linhagens de *Xanthomonas sp* para produção de goma xantana**. 2005. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos – Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim.

SADDLER, G. S.; BRADBURY, J. F. *Xanthomonadales* ord. nov. **Bergey'S Manual Of Systematics Of Archaea And Bacteria**, [S.L.], 14 set. 2015.

SAHU, Y. Allied Market Research. Xanthan Gum Market by Application (Food & Beverages, Medical, Personal Care & Cosmetics, Oil & Gas, and Others) and Function (Thickening Agent, Stabilizing Agent, Suspending Agent, Fat Replacer, and Others): **Global Opportunity Analysis and Industry Forecast**, 2017-2022. Mai. 2017.

SALAH, R. B.; CHAARI, K.; BESBES, S.; KTARI, N.; BLECKER, C.; DEROANNE, C.; ATTIA, H. Optimisation of xanthan gum production by palm date (*Phoenix dactylifera L.*) juice by-products using response surface methodology. **Food Chemistry**, [S.L.], v. 121, n. 2, p. 627-633, jul. 2010.

SALAH, R. B.; CHAARI, K.; BESBES, S.; BLECKER, C.; ATTIA, H. Production of xanthan gum from *Xanthomonas campestris* nrrl b-1459 by fermentation of date juice palm by-products (*Phoenix dactylifera L.*). **Journal Of Food Process Engineering**, [S.L.], v. 34, n. 2, p. 457-474, 29 mar. 2011.

SAMANTA, J. N.; MANDAL, K. In planta detection of *Xanthomonas axonopodis* pv. *commiphorae* using *fyuA* and *rpoD* genes. **Indian J Exp Biol**, p 47-60, 2013.

SEVIOUR, R. J.; MCNEIL, B.; FAZENDA, M. L.; HARVEY, L. M. Operating bioreactors for microbial exopolysaccharide production. **Critical Reviews in Biotechnology**. [S.I], v. 31, n. 2, p. 170-185, 2011.

SHEHZADI, I.; NAZ, S. Morphological, biochemical and genetic characterization of citrus canker pathogen (*xanthomonas axonopodis*) from citrus cultivars of punjab, pakistan. **JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 29, n. 1, 2019.

SILVA, J. L. **Desempenho do reator anaeróbio horizontal com chicanas no tratamento da manipueira em fases separadas e estabilização do pH com conchas de sururu**. 2009. 99 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Recursos hídricos e saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.

SILVA, J. A.; CARDOSO, L. G.; ASSIS, D. J.; GOMES, G. V. P.; OLIVEIRA, M. B. P. P.; SOUZA, C. O.; DRUZIAN, J. I. Xanthan gum production by *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* IBSBF 1866 and 1867 from Lignocellulosic Agroindustrial Wastes. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, [s.l.], v. 186, n. 3, p. 750-763, 5 maio 2018.

SILVA, L. C. C. da. **Utilização de soro de leite em bioprocessos para a produção de goma xantana**. 2017. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

SILVA, M. F.; FORNARI, R. C. G.; MAZUTTI, M. A.; OLIVEIRA, D.; PADILHA, F. F.; CICHOSKI, A. J.; CANSIAN, R. L.; LUCCIO, M.; TREICHEL, H. Production and characterization of xanthan gum by *Xanthomonas campestris* using cheese whey as sole carbon source. **Journal of Food Engineering**, [S.L.], v. 90, n. 1, p. 119-123, jan. 2009.

SILVA, T. A. F.; GONÇALVES, R. M.; SOUZA, R. C.; SOMAN, J. M., MARINGONI, A. C. Sobrevivência de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* em solo sob condições de campo In: XXXVI Congresso Paulista de Fitopatologia, 2013. São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto biológico, 2013.

SMITH JR, H. L.; GOODNER, K. Detection of bacterial gelatinases by gelatin-agar plate methods. **Journal of Bacteriology**, v. 76, n. 6, p. 662, 1958.

SONG, S.; ZHANG, Y.; LIU, H.; PAN, C.; YANG, M.; DING, J.; ZHANG, J. Isolation and characterization of *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *euvesicatoria* causing bacterial spot in *Physalis pubescens* in Northeast China. **Journal of Plant Pathology**, [S.L.], v. 101, n. 2, p. 361-366, 29 out. 2018.

SOUSA, A. M.; MACHADO, I.; NICOLAU, A.; PEREIRA, M. O. Improvements on colony morphology identification towards bacterial profiling. **Journal of Microbiological Methods**, [S.L.], v. 95, n. 3, p. 327-335, dez. 2013.

SOUZA, J. D. Produção biotecnológica de goma xantana em alguns resíduos agroindustriais, caracterização e aplicações. **Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 8, n. 8, p. 1761-1776, 2012.

SUMAN, P.A; URBANO, L.H.; LEONEL, M.; MISCHAN, M.M. Efeitos de parâmetros de fermentação na produção de etanol a partir de resíduo líquido da industrialização da mandioca (manipueira). *Acta Scientiarum Technology*, v.33, n.4, p. 379–384, 2011.

SUTHERLAND, I. W.; KENNEDY, L. Polysaccharide lyases from gellan-producing *Sphingomonas* spp. *Microbiology*, n. 142, p. 867-872, 1996.

TRINDADE, R. A.; MUNHOZ, A. P.; BURKERT, C. A. V. Impact of a carbon source and stress conditions on some properties of xanthan gum produced by *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae*. *Biocatalysis And Agricultural Biotechnology*, [S.L.], v. 15, p. 167-172, jul. 2018.

TRINDADE, R. A.; MUNHOZ, A. P.; BURKERT, C. A. V.; Raw glycerol as an alternative carbon source for cultivation of exopolysaccharide-producing bacteria. *Journal of Applied Biotechnology*, v. 3, n. 2, 2015

TRIVEDI, R. Exopolysaccharides: production and application in industrial wastewater treatment: Production and Application in Industrial Wastewater Treatment. **Combined Application of Physico-chemical & Microbiological Processes for Industrial Effluent Treatment Plant**, [s.l.], p. 15-27, 2020.

UMASHANKAR, H.; ANNADURAI, G.; CHELLAPANDIAN, M.; KRISHNAN, M. R. V. Influence of nutrients on cell growth and xanthan production by *Xanthomonas campestris*. *Bioprocess Engineering*, [S.L.], v. 14, n. 6, p. 307-309, maio 1996.

VELÁSQUEZ, C. L.; ROJAS, M.; PEÑA, M.; PEÑA-VERA, M. J.; SULBARÁN, M.; PÉREZ, E. Characterization and determination of antimicrobial and metal resistant profiles of *Xanthomonas* strains isolated from natural environments. *Journal of Analytical & Pharmaceutical Research*, [s.l.], v. 8, n. 2, p. 55-60, 2019.

VICENTE, J. G.; HOLUB, E. B. *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (cause of black rot of crucifers) in the genomic era is still a worldwide threat to brassica crops. *Molecular Plant Pathology*, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 2-18, 11 out. 2012.

VIEITES, R.L. Efeitos da adubação com manipueira sobre o rendimento e qualidade dos frutos de tomate. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.33, n.8, p. 45-47, 1998. Disponível em: < [https:// seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/4958](https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/4958) >. Acesso em: 19 nov. 2020.

WOICIECHOWSKY, A. L. **Desenvolvimento de bioprocessos para a produção de goma xantana a partir de resíduos agroindustriais de café e de mandioca**. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, - Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2001.

WOSIACKI, G.; CEREDA, M.P. Valorização de resíduos do processamento de mandioca. *Publicatio UEPG*. Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias, Ponta Grossa, v. 8, n. 1, p. 27-43, 2002.