

Impactos das Tecnologias nas Ciências Agrárias e Multidisciplinar

2

Alan Mario Zuffo

Fábio Steiner

Jorge González Aguilera

(Organizadores)

 **Atena**
Editora

Ano 2018

Alan Mario Zuffo
Fábio Steiner
Jorge González Aguilera
(Organizadores)

Impactos das Tecnologias nas Ciências Agrárias e Multidisciplinar

2

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

I34 Impactos das tecnologias nas ciências agrárias e multidisciplinar 2
[recurso eletrônico] / Organizadores Alan Mario Zuffo, Fábio Steiner, Jorge González Aguilera. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Impactos das Tecnologias nas Ciências Agrárias e Multidisciplinar; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-455090-8-0

DOI 10.22533/at.ed.080181510

1. Ciências agrárias. 2. Pesquisa agrária – Brasil. I. Zuffo, Alan Mario. II. Steiner, Fábio. III. Aguilera, Jorge González. IV. Série.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Impactos das Tecnologias nas Ciências Agrárias e Multidisciplinar” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu II volume, apresenta, em seus 16 capítulos, os novos conhecimentos tecnológicos para Ciências Agrárias nas áreas de Ciência e Tecnologia de Alimentos e Zootecnia.

As Ciências Agrárias englobam, atualmente, alguns dos campos mais promissores em termos de pesquisas tecnológicas nas áreas de Agronomia, Engenharia Florestal, Engenharia de Pesca, Medicina Veterinária, Zootecnia, Engenharia Agropecuária e Ciências de Alimentos que visam o aumento produtivo e melhorias no manejo e preservação dos recursos naturais. Além disso, a crescente demanda por alimentos aliada à necessidade de preservação e reaproveitamento de recursos naturais, colocam esses campos do conhecimento entre os mais importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

As tecnologias das Ciências Agrárias estão sempre sendo atualizadas e, a recomendação de uma determinada tecnologia hoje, possivelmente, não servirá para as futuras gerações. Portanto, estamos em constantes mudanças para permitir os avanços na Ciências Agrárias. E, cabe a nós pesquisadores buscarmos essa evolução tecnológica, para garantir a demanda crescente por alimentos em conjunto com a sustentabilidade socioambiental.

Este volume dedicado à Ciência de Alimentos e Zootecnia traz artigos alinhados com a qualidade e a produção sustentável de alimentos, ao tratar de temas como a caracterização físico-química e microbiológica de chás verde e vermelho, a elaboração de empanado de surubim-caparari, a preservação de *Lactobacillus acidophilus* utilizando Xantana pruni como agente encapsulante, o desempenho produtivo de frangos de corte e de suínos, o consumo de energia elétrica em unidade de produção de leite, o manejo dos resíduos sólidos e o uso da integração lavoura-pecuária-floresta para pecuaristas da região da Amazônia.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Agrárias, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área de Agronomia e, assim, garantir incremento quantitativos e qualitativos na produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Fábio Steiner
Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ATIVIDADE ANTIPROLIFERATIVA DO EXTRATO AQUOSO DE <i>PIPER TUBERCULATUM</i> JACQ. (PIPERACEAE)	
<i>Thammyres de Assis Alves</i>	
<i>Thayllon de Assis Alves</i>	
<i>Mitsue Ito</i>	
<i>Maikon Keoma da Cunha Henrique</i>	
<i>Milene Miranda Praça-Fontes</i>	
CAPÍTULO 2	8
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE CHÁS VERDE E VERMELHO COMERCIALIZADOS NA REGIÃO NORTE DO PARANÁ	
<i>Alessandra Bosso</i>	
<i>Adriana Aparecida Bosso Tomal</i>	
<i>Caroline Maria Calliari</i>	
CAPÍTULO 3	21
ELABORAÇÃO DE EMPANADO DE SURUBIM-CAPARARI (<i>PSEUDOPLATYSTOMA CORUSCANS</i>) E PESQUISA DE ACEITAÇÃO	
<i>Luciana Alves da Silva Tavone</i>	
<i>Kauyse Matos Nascimento</i>	
<i>Rodrigo Thibes Gonsalves</i>	
<i>Suelen Siqueira dos Santos</i>	
<i>Monica Regina da Silva Scapim</i>	
<i>Angela Dulce Cavenaghi Altemio</i>	
CAPÍTULO 4	33
ESTUDO DA HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DO SORO DE LEITE UTILIZANDO BETA-GALACTOSIDASE DE <i>ASPERGILLUS ORYZAE</i>	
<i>Adriana Aparecida Bosso Tomal</i>	
<i>Alessandra Bosso</i>	
<i>Lucas Caldeirão Rodrigues Miranda</i>	
<i>Raúl Jorge Hernan Castro Gómez</i>	
CAPÍTULO 5	45
FILMES DE AMIDO PRODUZIDOS POR EXTRUSÃO	
<i>Bruna dos Santos</i>	
<i>Tânia Maria Coelho</i>	
<i>Arthur Maffei Angelotti</i>	
<i>Ederaldo Luiz Beline</i>	
<i>Nabi Assad Filho</i>	
CAPÍTULO 6	57
INIBIÇÃO DO ESCURECIMENTO ENZIMÁTICO DO NÉCTAR DE MAÇÃ EM PRESENÇA DE B-CICLODEXTRINA	
<i>Aline Takaoka Alves Baptista</i>	
<i>Amauri Henrique de Carvalho Junior</i>	
<i>Daniel Mantovani</i>	
<i>Renan Araújo de Azevedo</i>	
<i>Rita de Cássia Bergamasco</i>	
CAPÍTULO 7	64
OBTAINING BIOCATALYSTS BY CELL PERMEABILIZATION OF <i>SACCHAROMYCES FRAGILIS</i> IZ 275 WITH LACTOSE HYDROLYSIS CAPACITY	
<i>Luiz Rodrigo Ito Morioka</i>	
<i>Geyci de Oliveira Colognesi</i>	

CAPÍTULO 8	75
PRESERVAÇÃO DE LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS UTILIZANDO XANTANA PRUNI COMO AGENTE ENCAPSULANTE	
<i>Júlia Borin Fioravante</i> <i>Izadora Almeida Perez</i> <i>Eliane Lemke Figueiredo</i> <i>Victoria de Moraes Gonçalves</i> <i>Patrícia Diaz de Oliveira</i> <i>Claire Tondo Vendruscolo</i> <i>Angelita da Silveira Moreira</i>	
CAPÍTULO 9	82
VIABILIDADE DE LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS ATCC 4356 MICROENCAPSULADO ADICIONADO A IOGURTE BATIDO SABORIZADO COM POLPA DE MIRTILLO (VACCINIUM SPP)	
<i>Júlia Borin Fioravante</i> <i>Eliane Lemke Figueiredo</i> <i>Izadora Almeida Perez</i> <i>Victoria de Moraes Gonçalves</i> <i>Patrícia Diaz de Oliveira</i> <i>Claire Tondo Vendruscolo</i> <i>Angelita da Silveira Moreira</i>	
CAPÍTULO 10	89
DESEMPENHO PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE – UM ESTUDO DE CASO	
<i>Simeia Paula Garmus</i> <i>Andréa Machado Groff</i>	
CAPÍTULO 11	97
DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NOS CURTUMES DO CEARÁ	
<i>Nayana de Almeida Santiago Nepomuceno</i> <i>Marilângela da Silva Sobrinho</i> <i>Ana Lúcia Feitoza Freire Pereira</i> <i>Jamily Murta de Sousa Sales</i>	
CAPÍTULO 12	106
EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DA PROGESTERONA NA TAXA DE CONCEPÇÃO E RESSINCRONIZAÇÃO DE RECEPTORAS DE EMBRIÕES EM VACAS NELORE	
<i>Carina Cavichioli</i> <i>Fábio Luiz Bim Cavalieri</i> <i>Rafael Ricci Mota</i> <i>Antonio Hugo Bezerra Colombo</i> <i>Márcia Aparecida Andreazzi</i> <i>Pedro Henrique Baeza</i>	
CAPÍTULO 13	114
ESTUDO DO CONSUMO ESPECÍFICO DE ENERGIA ELÉTRICA EM UNIDADE DE PRODUÇÃO DE LEITE NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ	
<i>Gislaine Silva Pereira</i> <i>Eduardo David</i>	
CAPÍTULO 14	120
FORMAS DE APLICAR O CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL E ESTABELECEER A EXIGÊNCIA DE AMINOÁCIDOS PARA SUÍNOS	
<i>Liliane Olímpio Palhares</i> <i>Wilson Moreira Dutra Júnior</i>	

Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke

CAPÍTULO 15..... 134

SISTEMA AGROFLORESTAL: UM ESTUDO DE CASO NO SÍTIO SIÃO NA COMUNIDADE BOM SOSSEGO, BELTERRA-PA

Jardriana Carvalho de Oliveira
Diemenson Noronha Mendes
Pedro Celson Bentes Castro
Marijara Serique de Almeida Tavares

CAPÍTULO 16..... 152

TRANSFERÊNCIA DA TECNOLOGIA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA PARA PECUARISTAS NA AMAZÔNIA MARANHENSE

Maria Karoline de Carvalho Rodrigues de Sousa
Victor Roberto Ribeiro Reis
Elimilton Pereira Brasil
Luciano Cavalcante Muniz
Joaquim Bezerra Costa
Carlos Augusto Rocha de Moraes Rego

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 166

ESTUDO DA HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DO SORO DE LEITE UTILIZANDO BETA-GALACTOSIDASE DE *ASPERGILLUS ORYZAE*

Adriana Aparecida Bosso Tomal

Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Londrina – Paraná

Alessandra Bosso

Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Londrina – Paraná

Lucas Caldeirão Rodrigues Miranda

Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Londrina – Paraná

Raúl Jorge Hernan Castro Gómez

Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Londrina – Paraná

RESUMO: A beta-galactosidase é uma enzima importante que hidrolisa a lactose podendo ser utilizada na obtenção de alimentos para indivíduos intolerantes a esse carboidrato. O soro de leite é utilizado como substrato na hidrólise da lactose por possuir alta concentração de lactose. O objetivo do trabalho foi realizar um estudo da hidrólise da lactose presente no soro de leite, utilizando a enzima beta-galactosidase de *Aspergillus oryzae*. Foi realizado um Planejamento Experimental Fatorial 2³ com adição de 3 pontos centrais para avaliar o efeito das variáveis temperatura,

pH e concentração do soro sobre a atividade enzimática utilizando o soro de leite como substrato. As faixas estudadas foram pH de 4,5, 5,0 e 5,5, temperatura de 35, 40 e 45 °C e concentração de soro de 1, 5,5 e 10%. Os ensaios foram realizados em banho aquecido e as alíquotas foram retiradas após 15 minutos de reação. A atividade da enzima (U) foi definida como micromol de glicose liberada por mililitro de enzima por minuto de reação. Os valores de atividade variaram entre 0,037 a 0,540 U, o que demonstra dependência da atividade enzimática em relação às variáveis estudadas. As variáveis temperatura, concentração de soro e a interação temperatura – concentração de soro foram significativas. A condição para maximização da atividade enzimática foi de pH de 4,5, temperatura de 45 °C e concentração de soro de 10%.

PALAVRAS-CHAVE: Atividade enzimática, *Aspergillus oryzae*, Lactase, Soro de leite.

ABSTRACT: Beta-galactosidase is an important enzyme that hydrolyzes lactose and is used to obtain food for individuals intolerant to this carbohydrate. Whey has used a substrate in the hydrolysis of lactose because it has a high concentration of lactose. The objective of this work was to study the hydrolysis of lactose present in whey, using the enzyme beta-galactosidase of *Aspergillus oryzae*. A

Factorial Experimental Planning 2³ was carried out with the addition of 3 central points to evaluate the effect of the variables temperature, pH and whey concentration on the enzymatic activity using the whey a substrate. The studied bands were pH of 4.5, 5.0 and 5.5, temperature of 35, 40 and 45°C and whey concentration of 1, 5.5 and 10%. The assays were performed in a heated bath and the aliquots were removed after 15 minutes of reaction. The activity of the enzyme (U) was defined as the micromol of glucose released per milliliter of enzyme per minute of reaction. The activity values ranged from 0.037 to 0.540 U, which shows the dependence of the enzymatic activity in relation to the studied variables. The variables temperature, whey concentration, and temperature - whey interaction were significant. The condition for maximization of enzymatic activity was pH 4.5, temperature 45°C and whey concentration of 10%.

KEYWORDS: Enzymatic activity, *Aspergillus oryzae*, Lactase, Whey

1 | INTRODUÇÃO

O soro de leite é um líquido opaco, amarelo-esverdeado, resultante da precipitação de gorduras e caseína do leite durante a fabricação de queijos, que representa em torno de 90% do volume de leite utilizado. O soro retém aproximadamente de 50 a 55% dos nutrientes do leite, ou seja, 6,3 - 12,4% dos lipídeos, 21,4 - 25,1% dos compostos nitrogenados, 88,0 - 99,3% dos açúcares e 61,8 - 88,5% dos sais (HARAGUCHI et al., 2009; OLIVEIRA, 2006).

A indústria de laticínios já considerou o soro de leite uma matéria prima de aproveitamento oneroso, entretanto com as regulamentações ambientais que proíbem o descarte de produtos com elevada demanda biológica de oxigênio, com as comprovações científicas do valor nutricional de seus constituintes e com o desenvolvimento de técnicas de fracionamento, o soro vem sendo utilizado como ingrediente ou como precursor de ingredientes na indústria de alimentos (GERNIGON; SCHUCK; JEANTE, 2010).

As proteínas solúveis e a lactose são os componentes mais importantes presentes no soro, aproximadamente 70 a 80% de lactose no soro em pó (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010). O dissacarídeo de baixo poder adoçante é uma fonte energética para diversos processos biotecnológicos, além de ser um produto utilizado na indústria farmacêutica e alimentícia (DIAS, 2008).

A lactose ou beta-D-galactopyranosyl-(1 \rightarrow 4)-D-glucose é constituída pelos monossacarídeos glicose e galactose ligados covalentemente por uma ligação O-glicosídica (NELSON; COX, 2013). Este dissacarídeo é solúvel em água, mas é dez vezes menos solúvel que a sacarose (VALSECHI, 2001). Possui sabor levemente adocicado em comparação com os outros açúcares (sacarose, glicose). Reage com as proteínas do leite ou soro, em altas temperaturas (110 – 150 °C) e se degrada em prolongados períodos de tempo (10 a 20 min), escurecendo o leite e dando-lhe um sabor cozido (TRONCO, 2003).

A lactose apresenta propriedades físicas e químicas que podem ser desejáveis ou indesejáveis para a indústria de alimentos (ZADOW, 1984). Como características desejáveis podemos citar o aumento da produção benéfica de ácido láctico no intestino, realce do sabor em alguns produtos, participação em reação de Maillard, o que é desejável para produtos de panificação e a baixa higroscopicidade (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010). Já como características indesejáveis podemos enumerar o seu baixo poder adoçante quando comparado com outros açúcares, baixa solubilidade e baixa digestibilidade para indivíduos intolerantes à lactose (ADAM et al., 2004; GUIMARÃES; TEIXEIRA; DOMINGUES, 2010).

A redução do teor de lactose no leite e seus derivados como soro de leite são de grande importância nutricional e comercial, pois além de modificar e melhorar suas características, como a diminuição dos riscos de cristalização e aumento do poder adoçante, torna-se digerível aos consumidores intolerantes à lactose (HUSAIN, 2010).

A intolerância à lactose ocorre quando o indivíduo é incapaz de produzir ou produz com deficiência a enzima beta-galactosidase, necessária para hidrolisar a lactose em glicose e galactose, e posterior metabolização pelo organismo (MATTAR; MAZO, 2010). Como resultado, a falta da enzima faz a lactose ingerida fermentar no intestino, ocasionando condições desagradáveis, tais como flatulência, distensão abdominal e diarreia (ADHIKARI et al., 2010; BARBOSA; ANDREAZZI, 2011).

A intolerância é um problema que atinge 75% da população mundial. (BACELAR JÚNIOR; KASHIWABARA; NAKAOKA, 2013). A razão mais comum para a má digestão da lactose e o declínio da atividade da enzima beta-galactosidase com o aumento da idade (CUNHA et al., 2007; PAIGE, 2013). Segundo Longo (2006) a intolerância à lactose é uma das mais comuns desordens genéticas.

Como consequência, percebe-se um crescimento considerável na pesquisa e desenvolvimento de processos biotecnológicos, economicamente viáveis para a obtenção de produtos lácteos com baixo teor de lactose (RODRIGUEZ; CRAVERO; ALONSO, 2008).

A hidrólise enzimática da lactose é um dos mais importantes processos biotecnológicos na indústria de alimentos e seus efeitos são potencialmente benéficos sobre a assimilação dos alimentos que contenham lactose e com vantagens ambientais na aplicação industrial (JURADO et al., 2002). Alguns dos benefícios da hidrólise da lactose são: melhoria das características tecnológicas e sensoriais de alimentos, formação de monossacarídeos; formação de galactooligossacarídeos favorecendo o crescimento da microbiota intestinal benéfica; maior biodegradabilidade do soro de leite, obtenção de leite e produtos lácteos com baixo teor de lactose, tornando-o mais digerível para pessoas com problemas relacionados a intolerância à lactose (LONGO, 2006).

A enzima beta-galactosidase [β -D-galactoside galactohidrolase; EC 3.2.1.23] também chamada de lactase pertence ao grupo das enzimas conversoras de sacarídeos da família das hidrolases, responsável pela hidrólise do resíduo terminal beta-

galactopiranosil da lactose (Gal β 1 \rightarrow 4Glic) dando origem a uma mistura equimolecular de glicose e galactose (PARK; OH, 2010).

As lactases podem ser encontradas na natureza, distribuídas em vegetais, tais como amêndoas, pêssego, damasco e maçã, em órgãos de animais como intestino, cérebro, testículos, placenta e ainda é produzida por uma vasta gama de micro-organismos (DWEVEDI; KAYASTHA, 2009). A fonte microbiana preferida desta enzima para aplicações biotecnológicas são os fungos filamentosos e as leveduras, sendo que suas características variam de acordo com sua origem (PETROVA; KUJUMDZIEVA, 2010; SANTOS; SIMIQUELI; PASTORE, 2009).

A legislação brasileira especifica por meio da resolução RDC nº 205/2006 complementada pela resolução RDC nº 26, de 26/05/2009, que a enzima beta-galactosidase utilizada na indústria de alimentos pode ser de origem microbiana, proveniente dos seguintes micro-organismos: *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Candida pseudotropicalis*, *Kluyveromyces lactis*, *Kluyveromyces fragilis*, *Kluyveromyces marxianus*, *Saccharomyces sp* (BRASIL, 2006). Estas espécies de micro-organismos são classificadas como (GRAS) pela Food and Drug Administration (FDA).

As beta-galactosidases originadas de micro-organismos são as mais interessantes do ponto de vista tecnológico, apresentando amplas vantagens como fácil manuseio e elevada produção (MARTINS; BURKERT, 2009).

As propriedades das beta-galactosidases dependem de diversos fatores que variam de acordo com sua origem e micro-organismo produtor (GEKAS; LÓPEZ-LEIVA, 1985). O peso molecular, o comprimento da cadeia de aminoácidos, a posição do sítio ativo, pH ótimo e termoestabilidade são características significativamente influenciadas pela fonte microbiana produtora da enzima (NATH et al., 2014).

As enzimas obtidas de fungos filamentosos possuem pH ótimo de atuação numa faixa ácida (3,0-5,0) enquanto o pH ótimo de atuação de beta-galactosidases provenientes de leveduras e bactérias está numa região mais neutra (6,0-7,0 e 6,5-7,5, respectivamente). Outro fator que depende da origem da enzima é a temperatura. As enzimas lactases provenientes de fungos filamentosos possuem maior atividade e maior estabilidade a temperaturas mais elevadas (45 – 60°C) quando comparadas às beta-galactosidases oriundas de leveduras que são favorecidas por temperaturas mais brandas (30-37°C) (RECH et al., 1999; WHITAKER, 1994). Estas diferentes condições de pH e temperatura ótimos permitem selecionar a beta-galactosidase mais apropriada para uma aplicação específica (PANESAR et al., 2006).

A indústria apresenta grande interesse na enzima beta-galactosidase, visto que sana problemas associados com o descarte do soro, cristalização da lactose em alimentos congelados. A hidrólise da lactose é uma maneira de possibilitar o consumo de leite e derivados por indivíduos acometidos pela intolerância a esse dissacarídeo (DWEVEDI; KAYASTHA, 2009; HUSAIN, 2010).

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo da hidrólise da lactose presente no soro de leite, utilizando a beta-galactosidase comercial de *Aspergillus oryzae*.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima

O soro de leite em pó integral utilizado como matéria prima foi adquirido da empresa Confepar® (Londrina, Brasil). A enzima utilizada foi a beta-galactosidase comercial de *Aspergillus oryzae* Pharmanostra (BIO-CAT®, Estados Unidos). Tanto o soro de leite como a enzima foram armazenados a 4 °C até seu uso.

2.2 Métodos

2.2.1 Caracterização físico-química do soro

Retirou-se uma amostra representativa do soro de leite em pó para realizar sua caracterização. A análise de proteínas foi realizada pelo método de Kjeldahl, sendo que o fator de conversão utilizado foi de 6,38. O perfil de minerais foi determinado em Espectrofotômetro de Emissão Atômica (ICP). A determinação de cinzas totais foi realizada pelo método de mufla 550°C. O pH foi determinado por potenciômetro digital (Hanna Instruments - modelo HI3221). O teor de lipídeos foi quantificado por soxhlet com hidrólise ácida. As análises foram realizadas em triplicata segundo metodologia descrita pela AOAC (2012).

Os carboidratos glicose, galactose e lactose foram determinados por HPAEC-PAD (High-Performance Anion Exchange Chromatography).

2.2.2 Atividade enzimática (hidrólise da lactose)

Os respectivos ensaios de hidrólise de atividade enzimática (Tabela 1) foram conduzidos em tubos de ensaio em banho aquecido. A concentração de enzima utilizada para cada ensaio foi de 4 g/L de soro. O tempo total de reação foi de 15 minutos. A reação foi paralisada após os ensaios serem levados à banho fervente (aprox. 98°C) durante 5 minutos.

A concentração de glicose foi determinada pelo método espectrofotométrico de glicose oxidase (*Kit Glicose, BIOLIQUID*), sendo a absorvância medida a 550 nm. A atividade da enzima (U) foi definida como micromol de glicose liberada por mililitro de enzima por minuto de reação ($\mu\text{mol/mL/min.}$).

2.2.3 Otimização da atividade enzimática

Foi realizado um Planejamento Experimental Fatorial 2^3 com adição de 3 pontos centrais, totalizando onze ensaios, para avaliar a efeito das variáveis temperatura, pH e concentração do soro tendo como variável resposta a atividade enzimática.

As variáveis independentes em níveis reais e codificados estão apresentadas na Tabela 1.

Ensaio	pH	Temperatura (°C)	Soro de Leite (g/100mL)	Atividade Enzimática ($\mu\text{mol/mL/min.}$)
1	-1 (4,5)	-1 (35)	-1 (1,0)	0,054
2	1 (5,5)	-1 (35)	-1 (1,0)	0,037
3	-1 (4,5)	1 (45)	-1 (1,0)	0,074
4	1 (5,5)	1 (45)	-1 (1,0)	0,060
5	-1 (4,5)	-1 (35)	1 (10)	0,174
6	1 (5,5)	-1 (35)	1 (10)	0,166
7	-1 (4,5)	1 (45)	1 (10)	0,542
8	1 (5,5)	1 (45)	1 (10)	0,493
9	0 (5,0)	0 (40)	0 (5,5)	0,229
10	0 (5,0)	0 (40)	0 (5,5)	0,218
11	0 (5,0)	0 (40)	0 (5,5)	0,240

Tabela 1. Planejamento Experimental 2³ para a variável dependente atividade enzimática (U) e variáveis independentes (codificadas e decodificadas) pH, Temperatura e Concentração de Soro de Leite.

2.2.4 Estatística

As análises foram realizadas em triplicata e os resultados avaliados pelo software Estatística 8.0 (StatSoft® Inc, 2007) utilizando análise de variância (ANOVA).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização do soro de leite

A lactose é o componente em maior quantidade no soro de leite em pó (Tabela 2), correspondendo aproximadamente 70% em base seca (DAVID et al., 2010). A caracterização do teor de minerais no soro de leite é importante devido a atuação como ativadores ou inibidores enzimáticos, influenciando na hidrólise enzimática.

Componente	Concentração*
pH	6,8 \pm 0.1
Proteína (g/100g)	17.0 \pm 0.36
Lipídeos (g/100g)	2.93 \pm 0,14
Glicose (g/100g)	0.63 \pm 0.07
Galactose (g/100g)	2.05 \pm 0.09
Lactose (g/100g)	68.28 \pm 0.24
Minerais (g/100g)	9.02 \pm 0.01
K ⁺ (mg/100g)	1918.5 \pm 0,21
Ca ²⁺ (mg/100g)	731.98 \pm 0.22
Mg ²⁺ (mg/100g)	125.19 \pm 0.16
Fe ²⁺ (mg/Kg)	5.81 \pm 0.11

Mn ²⁺ (mg/Kg)	0.19 ± 0.07
Zn ²⁺ (mg/Kg)	3.01 ± 0.14
Cu ²⁺ (mg/Kg)	1.59 ± 0.16
Al ³⁺ (mg/Kg)	11.27 ± 0.11
Fósforo (mg/100g)	785.06 ± 0.22
Enxofre (mg/100g)	196.91 ± 0.15
Boro (mg/Kg)	5.52 ± 0.11
Cromo (mg/Kg)	0.40 ± 0.15
Molibdênio (mg/Kg)	0.37 ± 0.07
Níquel (mg/Kg)	0.43 ± 0.12

Tabela 2: Caracterização química do soro de leite em pó

* Médias e desvios padrão; resultados expressos em base seca.

Chen, Hsu e Chiang (2002) relataram que os cátions Mg⁺², Ca⁺², Zn⁺² e Na⁺ podem ativar ou inibir a enzima, dependendo da sua origem. Reed e Nagodawithana (1993) também descreveram que as enzimas são fortemente inibidas pela alta concentração de cálcio e por pequenas concentrações de sódio. São também inibidas pela presença de galactose (inibição competitiva) e pela glicose (inibição não-competitiva).

3.2 Otimização da atividade enzimática

Os valores de atividade enzimática para o planejamento experimental variaram entre 0,037 (ensaio 2) a 0,540 U (ensaio 7). Estes resultados evidenciaram a dependência da atividade enzimática em função das variáveis estudadas.

A Tabela 3 evidenciou a significância ($p < 0,05$) dos parâmetros, temperatura, concentração de soro e a interação entre esses dois termos. E não significativos ($p > 0,05$) para os efeitos de pH, interação pH-temperatura e interação pH-concentração do soro.

Fator	Efeitos	Erro padrão	T(2)	p
Média	0,203	0,003	61,355	0,000
(1) pH	-0,009	0,008	-1,266	0,333
(2) Temperatura (°C)*	0,190	0,008	25,282	0,002
(3) Soro de leite (g/100mL) *	0,300	0,008	38,524	0,001
Interação 1 vs 2	-0,022	0,008	-2,783	0,108
Interação 1 vs 3	-0,019	0,008	-2,398	0,139
Interação 2 vs 3*	0,151	0,008	19,394	0,002

Tabela 3. Estimativa dos efeitos para atividade da beta-galactosidase utilizando Planejamento Experimental Fatorial 2³ com adição de 3 pontos centrais.

* Parâmetros significativos. Coeficiente de regressão (R²) = 0,98

AA análise de Variância (ANOVA) mostrou que o modelo de regressão foi significativo

($p < 0,05$), uma vez que o $F_{cal} = 419,09$ foi maior que o $F_{tab} = 19,33$. A falta de ajuste para o modelo não foi significativa ($p > 0,05$), o que indica que a variação dos dados em torno da reta de regressão é devido ao erro aleatório das observações. Outro parâmetro que corrobora com a qualidade do modelo é o coeficiente de determinação da regressão (R^2), que foi de 0,98, denotando, portanto, um excelente ajuste dos dados ao modelo proposto.

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Média quadrática	F_{cal}	F_{tab}
Regressão	0,304261	6	0,050710	419,09	19,33
Falta de ajuste	0,002687	2	0,001343	11,09	19,00
Erro puro	0,000242	2	0,000121		
Total	0,307190	10			

Tabela 4. Análise de variância (ANOVA) para o modelo
Coeficiente de regressão (R^2) = 0,98

A partir das superfícies de contorno (Figura 1 A, B e C), foi possível observar que a maior atividade enzimática está na região de maiores temperatura e concentração de soro e menor pH (atividade enzimática 0,542 U).

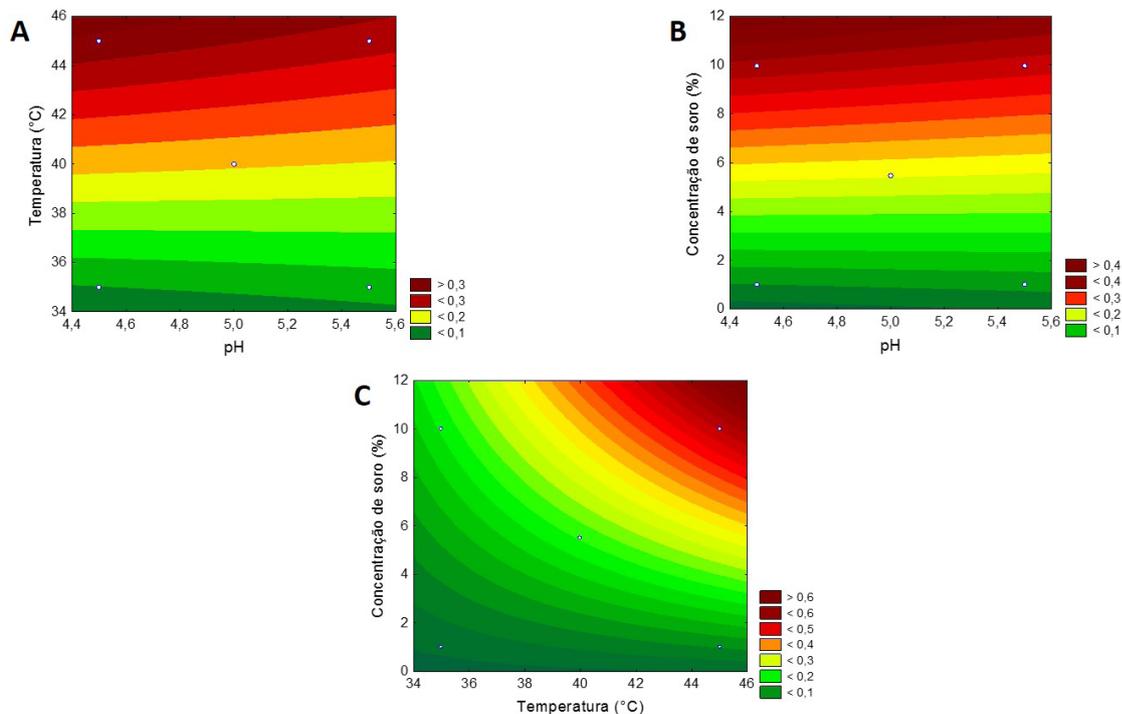
Os resultados sobre a variável pH corroboram com FURLONG (2000), onde diz que o pH influencia a atividade enzimática interferindo com a estabilidade e com a atividade propriamente dita, pois propicia que os grupamentos do centro ativo fiquem na forma química adequada para interagirem com o substrato. Os efeitos interagem juntos, mas o conhecimento do pH ótimo de atividade de uma enzima é um bom indicador para caracterizá-la frente ao substrato, sendo que cada substrato será melhor transformado em diferentes pHs.

Borzani et al. (2001) explica que a influência da temperatura sobre a reação enzimática compreende duas fases distintas: em princípio, aumentos de temperatura levam a aumentos de velocidade de reação, por aumentar a energia cinética das moléculas, aumentando a probabilidade de choques efetivos entre elas. Temperaturas mais altas levam à desnaturação da enzima, por alterarem as ligações químicas que mantêm sua estrutura tridimensional. A temperatura que provoca desnaturação naturalmente varia para cada enzima, mas, geralmente, está pouco acima de sua temperatura ótima. Os resultados deste trabalho indicam que a faixa de temperatura utilizada foi suficiente para aumentar a taxa de hidrólise do soro de leite e não levou à desnaturação da enzima.

Um estudo semelhante, utilizando lactose como substrato e beta-galactosidase proveniente de *Aspergillus oryzae*, demonstrou que a temperatura ótima da enzima proveniente desse micro-organismo foi de 50 °C, e pH ótimo de 4,5, valores de temperatura e pH próximos aos resultados nesse estudo (HAIDER; HUSAIN, 2007).

Estudos como de Vera, Guerreiro e Illanes (2011) e Tomal (2015) realizados com beta-galactosidase de *Aspergillus oryzae* e sob condições experimentais favoráveis a esta enzima, demonstram que a atividade enzimática é favorecida com as concentrações elevadas de substrato, confirmando os resultados obtidos neste trabalho.

Por fim, as melhores condições indicadas pelo modelo foi para pH 4,5, temperatura de 45 °C e 10% (m/v) de soro de leite, promovendo um aumento de 10 vezes a atividade enzimática em relação ao ensaio de menor atividade, e 2,65 vezes em relação à média dos experimentos.



4 | CONCLUSÃO

Com base nos resultados deste trabalho, pode-se concluir que a metodologia de superfície de resposta mostrou-se eficiente, na otimização das condições de temperatura, pH e concentração de soro de leite, para a maximização da hidrólise do soro de leite utilizando a enzima beta-galactosidase de *Aspergillus oryzae*.

As variáveis pH, temperatura e concentração de soro de leite nas faixas estudadas exerceram efeito sobre a hidrólise da enzima beta-galactosidase, sendo a melhor condição para maximização de atividade enzimática de pH de 4,5, temperatura de 45 °C e concentração de soro de 10%.

A enzima beta-galactosidase de *Aspergillus oryzae* mostrou ser uma alternativa viável no estudo da viabilidade da hidrólise em produtos lácteos contendo soro de leite.

REFERÊNCIAS

ADAM, A. C., RUBIO-TEXEIRA, M., POLAINA, J. Lactose: the milk sugar from a biotechnological

perspective, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. V. 44, p. 553-557, 2004.

ADHIKARI, K.; DOOLEY, L. M.; CHAMBERS I. V. E.; BHUMIRATANA, N. **Sensory characteristics of commercial lactose-free milks manufactured in the United States**. *LWT - Food Science and Technology*. v. 43, n. 1, p. 113-118, 2010.

AOAC. **Association of official analytical chemists. Official methods of analysis of the AOAC International**. 19 ed. Arlington. 2012.

BACELAR JÚNIOR, A. J.; KASHIWABARA, T. G. B.; NAKAOKA, V. Y. E. S. **Intolerância a lactose – revisão de literatura**. *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research*. v.4, n.4, p. 38- 42, 2013.

BARBOSA, C. R.; ANDREAZZI, M. A. **Intolerância à lactose e suas consequência no metabolismo do cálcio**. *Revista Saúde e Pesquisa*. v.4, n.1, p. 81-86, 2011.

BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A.; AQUARONE, E. **Biotechnologia Industrial**. v. 1. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2001.

BRASIL. AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução RDC nº 205, de 14 de novembro de 2006. Aprova o Regulamento técnico sobre enzimas e preparações enzimáticas para uso na produção de alimentos destinados ao consumo humano conforme a sua origem, constante do anexo desta Resolução. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 17 nov. 2006.

CHEN, C. S.; HSU, C. K.; CHIANG, B. H. **Optimization of the enzymatic process for manufacturing low-lactose milk containing oligosaccharides**. *Process Biochemistry*. v. 38, p. 801-808, 2002.

CUNHA, L. R.; SOARES, N. F. F.; ASSIS, F. C. C.; MELO, N. R.; PEREIRA, A. F.; SILVA, C. B. **Desenvolvimento e avaliação de embalagem ativa com incorporação de lactase**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v. 27, n. 1, p. 23-26, 2007.

DAVID, F. M.; COLLAO-SAENZ, E. A.; PÉREZ, J. R. O.; CASTRO, A.L.A.; RESENDE, H. R. A.; LANDIM, A.V. Efeito da adição de soro de leite sobre a digestibilidade aparente e os parâmetros sanguíneos de vacas secas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v. 62, p. 1183-1190, 2010.

DIAS, M. C. **Utilização de diferentes substratos e culturas lácteas comerciais empregadas na produção de bebidas lácteas**. 2008. 68f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2008.

DWEVEDI, A.; KAYASTHA, A.M. **Optimal immobilization of β -galactosidase from Pea (PsBGAL) onto Sephadex and chitosan beads using response surface methodology and its applications**. *Bioresource Technology*. v. 100, p. 2667-2675, 2009.

DWEVEDI, A.; KAYASTHA, A.M. **Optimal immobilization of β -galactosidase from Pea (PsBGAL) onto Sephadex and chitosan beads using response surface methodology and its applications**. *Bioresource Technology*. v. 100, p. 2667-2675, 2009.

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de Alimentos de Fennema**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FURLONG, E. B. **Bioquímica: um enfoque para alimentos**. 1ª edição. Rio Grande: EDGRAF Editora e Gráfica da Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 172 p, 2000.

GEKAS, V.; LÓPEZ-LEIVA, M. **Hydrolysis of lactose: a literature review**. *Process Biochemistry*. v. 20, p. 2-12, 1985.

- GERNIGON, G.; SCHUCK P.; JEANTET, R. **Processing of mozzarella cheese wheys and stretchwaters: a preliminary review**. Dairy Science and Technology. v. 90, n. 1, p. 27- 46, 2010.
- GUIMARÃES, P. M. R., TEIXEIRA, J. A., DOMINGUES, L. **Fermentation of lactose to bio-ethanol by yeasts as part of integrated solutions for the valorization of cheese whey**. Biotechnology Advances. v. 28, p. 375-384, 2010.
- HAIDER, T.; HUSAIN, Q.; Calcium alginate entrapped preparations of *Aspergillus oryzae* β -galactosidase: Its stability and applications in the hydrolysis of lactose. International Journal of Biological Macromolecules. v. 41, p.72–80, 2007.
- HARAGUCHI, F. K.; PEDROSA, M. L.; DE PAULA, H.; SANTOS, R. C.; SILVA, M. E. **Influência das proteínas do soro sobre enzimas hepáticas, perfil lipídico e formação óssea de ratos hipercolesterolêmicos**. Revista de Nutrição. v. 22, n. 4, p. 517-525, 2009.
- HUSAIN, Q. **β -galactosidase and their potential applications: a review**. Critical Reviews in Biotechnology. v. 30, n. 1, p. 41-62, 2010.
- JURADO, E., CAMACHO, F., LUZÓN, G., VICARIA, J. M. **A new kinetic model proposed for enzymatic hydrolysis of lactose by β -galactosidase galactosidase from *Kluyveromyces fragilis***. Enzyme and Microbial Technology. v. 31, p. 300–309, 2002.
- LADERO, M.; SANTOS, A.; GARCÍA-OCHOA, F. **Kinetic modeling of lactose hydrolysis by immobilized β -galactosidase from *Kluyveromyces fragilis***. Enzyme and Microbial, Technology. v. 27, p. 583-592, 2000.
- LONGO, G. **Influência da adição de lactase na produção de iogurte**. 2006. 89f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- MARTINS, A; R, BURKERT, C. A. V. **Revisão galactooligossacarídeos (GOS) e seus efeitos prebióticos e bifidogênicos**. Brazilian Journal of Food Technology. v. 12, n. 3, p.230-240, 2009.
- MATTAR, R.; MAZO, D. F.de C. **Intolerância à Lactose: mudança de paradigmas com a biologia molecular**. Revista da Associação Médica Brasileira. v. 56, n. 2, p. 230- 236, 2010.
- NATH, A.; MONDAL, S.; CHAKRABORTY, S.; BHATTACHARJEE, C.; CHOWDHURY, R. **Production, purification, characterization, immobilization, and application of β -galactosidase: a review**. *Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering*. v.9, n.3, p. 330-48, 2014.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger Principles of Biochemistry**. W.H. Freeman, 2013.
- OLIVEIRA, V. M. **Formulação de bebida láctea fermentada com diferentes concentrações de soro de queijo, enriquecida com ferro: caracterização físico-química, análises microbiológicas e sensoriais**. 2006. 78f. Dissertação (Mestrado Medicina Veterinária) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro. 2006.
- PAIGE, D. M. **Lactose Intolerance**. Encyclopedia of Human Nutrition. 3 ed. p. 67– 73, 2013.
- PANESAR, P. S.; PANESAR, R.; SINGH, R. S.; KENNEDY, J. F.; KUMAR, H. **Microbial production, immobilization and applications of beta-D-galactosidase**. Journal of Chemical Technology and Biotechnology. v. 81, n.4, p.530-543. 2006.
- PARK, A. R.; OH, D. K. **Galacto-oligosaccharide production using microbial β -galactosidase: current state and perspectives**. Applied Microbiology and Biotechnology. v. 85, p.1279-1286, 2010.

- PETROVA, V. Y.; KUJUMDZIEVA, A. V. **Thermotolerant yeast strains producers of galactooligosaccharides**. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. v. 24, p. 1612-1619, 2010.
- RECH, R.; CASSINI, C.F.; SECCHI, A. and AYUB, M.A.Z. **Utilization of protein-hydrolyzed cheese whey for production of β -galactosidase by *Kluyveromyces marxianus***. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*. v. 23, n. 2, p. 91-96, 1999.
- REED, G; NAGODAWITHANA, T. **Enzymes in food processing**. 3th ed. New York: Academic Press, 1993.
- RODRIGUEZ, V. A.; CRAVERO, B. F.; ALONSO, A. **Proceso de elaboración de yogur deslactosado de leche de cabra**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v.28, p.109-115, 2008.
- SANTOS, R.; SIMIQUELI, A. P. R.; PASTORE, G. M. **Produção de galactooligossacarídeo por *Scopulariopsis* sp.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. v. 29, p. 682-689, 2009.
- STATSOFT - Statistic (data analysis software system), version 7.0 Tulsa Statsoft Inc Available from: www.satsoft.com. 2007.
- TOMAL, A. A. B. **Produção de galactooligossacarídeos a partir de soro de leite utilizando β -galactosidase de *Aspergillus oryzae* e *Kluyveromyces lactis***. 2015. 116f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) Universidade Estadual de Londrina, Londrina- PR. 2015.
- TRONCO, V. M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. Santa Maria: Editora da UFSM, 192p, 2003.
- VALSECHI, O. **Tecnologia de produtos agrícolas de origem animal: o leite e seus derivados**. Araras – SP: UFSCar, Centro de Ciências Agrárias, 36p, 2001.
- VERA, C.; GUERRERO, C.; ILLANES, A.; **Determination of the transgalactosylation activity of *Aspergillus oryzae* β -galactosidase: effect of pH, temperature, and galactose and glucose concentrations**, *Carbohydrate Reserch*. V. 346, p. 745-752, 2011
- WHITAKER, J. R. **Principles of Enzymology for the Food Sciences**. 2. ed. Davis: University of California, 625p, 1994.
- ZADOW, J. G. **Lactose – Properties and Uses**. *Journal of Dairy Science*. v. 67, n. 11, p.2654–2679. 1984.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Alan Mario Zuffo Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

Fábio Steiner Engenheiro Agrônomo (Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/2007), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (UNIOESTE/2010), Doutor em Agronomia – Agricultura (Faculdade de Ciências Agrônômicas – FCA, Universidade Estadual Paulista – UNESP/2014, Botucatu). Atualmente, é professor e pesquisador da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, atuando nos Cursos de Graduação e Pós-Graduação em Agronomia da Unidade Universitária de Cassilândia (MS). Tem experiência na área de Agronomia - Agricultura, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, manejo de culturas, sistemas de produção agrícola, fertilidade do solo, nutrição mineral de plantas, adubação, rotação de culturas e ciclagem de nutrientes, atuando principalmente com as culturas de soja, algodão, milho, trigo, feijão, cana-de-açúcar, plantas de cobertura e integração lavoura-pecuária. E-mail para contato: steiner@uems.br

Jorge González Aguilera Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Posse experiencia na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-455090-8-0

