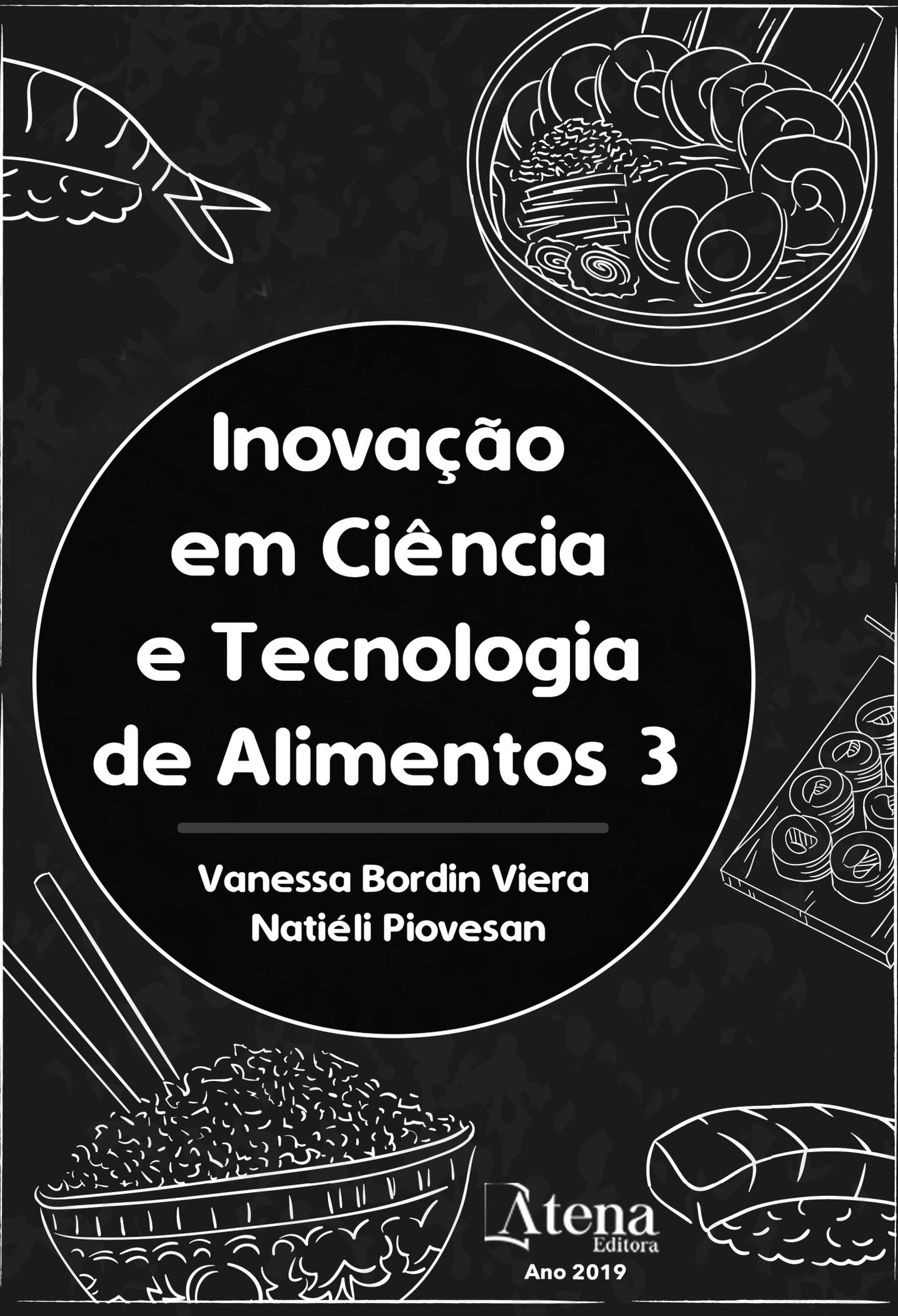


Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos 3

**Vanessa Bordin Viera
Natiéli Piovesan**

Atena
Editora
Ano 2019



Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos 3

Vanessa Bordin Viera
Natiéli Piovesan

Atena
Editora
Ano 2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
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. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
158	<p>Inovação em ciência e tecnologia de alimentos 3 [recurso eletrônico] / Organizadoras Vanessa Bordin Viera, Natiéli Piovesan. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos; v. 3)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia. ISBN 978-85-7247-698-0 DOI 10.22533/at.ed.980190910</p> <p>1. Alimentos – Análise. 2. Alimentos – Indústria. 3. Tecnologia de alimentos. I. Viera, Vanessa Bordin. II. Piovesan, Natiéli. III. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 664.07</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O *e-book* Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Vol 1, 2 e 3, traz um olhar integrado da Ciência e Tecnologia de Alimentos. A presente obra é composta por 86 artigos científicos que abordam assuntos de extrema importância relacionados às inovações na área de Ciência e Tecnologia de alimentos.

No volume 1 o leitor irá encontrar 28 artigos com assuntos que abordam a inovação no desenvolvimento de novos produtos como sucos, cerveja, pães, *nibs*, doce de leite, produtos desenvolvidos a partir de resíduos, entre outros. O volume 2 é composto por 34 artigos desenvolvidos a partir de análises físico-químicas, sensoriais, microbiológicas de produtos, os quais tratam de diversos temas importantes para a comunidade científica. Já o volume 3, é composto por 24 artigos científicos que expõem temas como biotecnologia, nutrição e revisões bibliográficas sobre toxinfecções alimentares, probióticos em produtos cárneos, entre outros.

Diante da importância em discutir as inovações na Ciência e Tecnologia de Alimentos, os artigos relacionados neste e-book (Vol. 1, 2 e 3) visam disseminar o conhecimento e promover reflexões sobre os temas. Por fim, desejamos a todos uma excelente leitura!

Vanessa Bordin Viera
Natiéli Piovesan

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

BIOGERAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS A PARTIR DE CULTIVO FOTOAUTOTRÓFICO DE *Chlorella vulgaris*

Patrícia Acosta Caetano
Pricila Nass Pinheiro
Adrieni Santos de Oliveira
Paola Lasta
Patricia Arrojo da Silva
Karem Rodrigues Vieira
Mariana Manzoni Maroneze
Andriéli Borges Santos
Roger Wagner
Eduardo Jacob Lopes
Leila Queiroz Zepka

DOI 10.22533/at.ed.9801909101

CAPÍTULO 2 9

EFEITO DAS FASES DO CRESCIMENTO CELULAR E DO FOTOPERÍODO NA LIPIDÔMICA DE *SCENEDESMUS OBLIQUUS*

Raquel Guidetti Vendruscolo
Mariane Bittencourt Fagundes
Mariana Manzoni Maroneze
Eduardo Jacob-Lopes
Roger Wagner

DOI 10.22533/at.ed.9801909102

CAPÍTULO 3 20

PRODUÇÃO DE BENZOTIAZOLEM CULTIVO HETEROTRÓFICO MICROALGAL POR *PHORMIDIUM AUTUMNALE*

Patrícia Acosta Caetano
Adrieni Santos de Oliveira
Paola Lasta
Patricia Arrojo da Silva
Pricila Nass Pinheiro
Karem Rodrigues Vieira
Andriéli Borges Santos
Roger Wagner
Leila Queiroz Zepka
Eduardo Jacob Lopes

DOI 10.22533/at.ed.9801909103

CAPÍTULO 4 28

PRODUÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS A PARTIR DE MICROALGAS CULTIVADAS EM ÁGUA RESIDUÁRIA

Pricila Nass Pinheiro
Adrieni Santos de Oliveira
Paola Lasta
Patricia Arrojo da Silva
Patrícia Acosta Caetano
Karem Rodrigues Vieira
Andriéli Borges Santos
Roger Wagner
Eduardo Jacob-Lopes
Leila Queiroz Zepka

DOI 10.22533/at.ed.9801909104

CAPÍTULO 5 36

A CERVEJA E OS PRINCIPAIS CEREAIS UTILIZADOS EM SUA FABRICAÇÃO

Natália Viviane Santos de Menezes
Maryana Monteiro Farias
Aline Almeida da Silva
Cristiano Silva da Costa
Amanda Rodrigues Leal
Jéssica Cyntia Menezes Pitombeira
Cícera Alyne Lemos Melo
Theresa Paula Felix da Silva Meireles
Sansão Lopes de Moraes Neto
Lia Mara de Oliveira Pontes
Indira Cely da Costa Silva

DOI 10.22533/at.ed.9801909105

CAPÍTULO 6 48

ADITIVOS PREBIÓTICOS E PROBIÓTICOS NA ALIMENTAÇÃO DE PEIXES - IMPLICAÇÕES E ALTERAÇÕES NA MICROBIOTA E HISTOLOGIA DO TRATO DIGESTÓRIO

Bruna Tomazetti Michelotti
Ana Carolina Kohlrausch Klinger
Bernardo Baldisserotto

DOI 10.22533/at.ed.9801909106

CAPÍTULO 7 53

ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA SOJA E UM DE SEUS PRINCIPAIS PRODUTOS, O EXTRATO DE SOJA

José Marcos Teixeira de Alencar Filho
Andreza Marques Dourado
Leonardo Fideles de Souza
Valderez Aparecida Batista de Oliveira
Pedrita Alves Sampaio
Emanuella Chiara Valença Pereira
Isabela Araujo e Amariz
Morganna Thinesca Almeida Silva

DOI 10.22533/at.ed.9801909107

CAPÍTULO 8	62
APLICAÇÕES BIOTECNOLÓGICAS DO SORO DE QUEIJO	
Adriana Aparecida Bosso Tomal Maria Thereza Carlos Fernandes Alessandra Bosso Ariane Bachega Hélio Hiroshi Suguimoto	
DOI 10.22533/at.ed.9801909108	
CAPÍTULO 9	73
ENZIMAS INDUSTRIAIS E SUA APLICAÇÃO NA AVICULTURA	
Felipe Dilelis de Resende Sousa Túlio Leite Reis	
DOI 10.22533/at.ed.9801909109	
CAPÍTULO 10	85
ESTRATÉGIAS DE DESMISTIFICAÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DA CARNE DE COELHO NO PAÍS	
Ana Carolina Kohlrausch Klinger	
DOI 10.22533/at.ed.98019091010	
CAPÍTULO 11	91
PEPTÍDEOS BIOATIVOS NO DESENVOLVIMENTO DE FILMES ATIVOS E BIODEGRADÁVEIS PARA ALIMENTOS	
Josemar Gonçalves Oliveira Filho Heloisa Alves de Figueiredo Sousa Edilsa Rosa da Silva Mariana Buranelo Egea	
DOI 10.22533/at.ed.98019091011	
CAPÍTULO 12	103
PERSPECTIVAS DE APLICAÇÃO DE SOFOROLIPÍDIO MICROBIANO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	
Christiane Aparecida Urzedo de Queiroz Victória Akemi Itakura Silveira Amanda Hipólito Maria Antonia Pedrine Colabone Celligoi	
DOI 10.22533/at.ed.98019091012	
CAPÍTULO 13	115
POTENCIAL ECONÔMICO DOS SUB-PRODUTOS PROVENIENTES DA INDÚSTRIA DE PESCADO: ESTUDO DE CASO DA FILETAGEM DE PEIXE NUMA EMPRESA LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE VIGIA-PA	
Maurício Madson dos Santos Freitas Marielba de los Ángeles Rodríguez Salazar Mirelle de Oliveira Moreira Geormenny Rocha dos Santos Nádia Cristina Fernandes Correa	
DOI 10.22533/at.ed.98019091013	

CAPÍTULO 14 133

RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA DE *Listeria monocytogenes* ISOLADAS DE DERIVADOS LÁCTEOS E PRODUTOS CÁRNEOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Luciana Furlaneto Maia

Michely Biao Quichaba

Tailla Francine Bonfim

DOI 10.22533/at.ed.98019091014

CAPÍTULO 15 144

SCOBY (*SYMBIOTIC CULTURE OF BACTERIA AND YEAST*): TENDÊNCIAS EM SUCOS E EXTRATOS VEGETAIS

Daiane Costa dos Santos

Isabelle Bueno Lamas

Josemar Gonçalves Oliveira Filho

Mariana Buranelo Egea

DOI 10.22533/at.ed.98019091015

CAPÍTULO 16 157

TOXINFEÇÕES ALIMENTARES VIRAIS: CARACTERÍSTICAS DOS PRINCIPAIS VÍRUS, PREVENÇÃO, TRATAMENTO E MÉTODOS CLÍNICOS DE DIAGNÓSTICO LABORATORIAL POR QRT-PCR E BIOSSENSORES

Karina Teixeira Magalhães-Guedes

DOI 10.22533/at.ed.98019091016

CAPÍTULO 17 170

USO DE CULTURAS PROBIÓTICAS EM PRODUTOS CÁRNEOS FERMENTADOS

Nayane Valente Batista

Ana Indira Bezerra Barros Gadelha

Fernanda Keila Valente Batista

Ísis Thamara do Nascimento Souza

Jéssica Taiomara Moura Costa Bezerra de Oliveira

Marcia Marcila Fernandes Pinto

Nicolas Lima Silva

Palloma Vitória Carlos de Oliveira

Scarlett Valente Batista

Vitor Lucas de Lima Melo

DOI 10.22533/at.ed.98019091017

CAPÍTULO 18 180

AValiação DO ÍNDICE DE RESTO-INGESTA EM RESTAURANTE INSTITUCIONAL NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO – BRASIL

Elvis Pantaleão Ferreira

Maria do Carmo Freitas Nascimento

Patricia Fabris

Barbara Gomes da Silva

Fabiana da Costa Krüger

Maria Veronica Freitas Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.98019091018

CAPÍTULO 19 188

AVALIAÇÃO DO PERFIL NUTRICIONAL DOS PACIENTES EM TRATAMENTO DE UM CENTRO DE ESPECIALIDADES EM ONCOLOGIA DE FORTALEZA-CE

Danielle Maria Freitas de Araújo
Débora Mendes Rodrigues
Rute Mattos Dourado Esteves Justa
André Penha Aguiar
Carolyne Neves Moreira
Fátima Virgínia Gama Justi
Juan de Sá Roriz Caminha
Gabriella Araújo Matos
Leonardo Lobo Saraiva Barros
Ronaldo Pereira Dias
Cássia Rodrigues Roque
Daniel Vieira Pinto
Cristhyane Costa Aquino

DOI 10.22533/at.ed.98019091019

CAPÍTULO 20 199

ESTADO NUTRICIONAL MATERNO E INDICADORES NUTRICIONAIS ASSOCIADOS AO PESO AO NASCER EM UM HOSPITAL DE REFERÊNCIA

Joana Géssica de Albuquerque Diniz
Hugo Demesio Maia Torquato Paredes
Alice Bouskelá
Camilla Medeiros Macedo da Rocha
Flavia Farias Lima
Fernanda Amorim de Moraes Nascimento Braga
Maria Fernanda Larcher de Almeida
Cleber Nascimento do Carmo
Jane de Carlos Santana Capelli

DOI 10.22533/at.ed.98019091020

CAPÍTULO 21 213

IMC DE PRÉ-PÚBERES DAS REDES DE ENSINO PÚBLICA E PRIVADA EM VITÓRIA DA CONQUISTA, BA, BRASIL

Taylan Cunha Meira
Ivan Conrado Oliveira
Diego Moraes Leite
Everton Almeida Sousa
Carlos Alberto de Oliveira Borges
Thiago Macedo Lopes Correia
Luciano Evangelista dos Santos Filho
Grazielle Prates Lourenço dos Santos Bittencourt

DOI 10.22533/at.ed.98019091021

CAPÍTULO 22 221

IMPLANTAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO EM AGROINDÚSTRIAS QUE PRODUZEM PANIFICADOS E FORNECEM PARA A ALIMENTAÇÃO ESCOLAR

Carla Cristina Bauermann Brasil
Camila Patricia Piuco

DOI 10.22533/at.ed.98019091022

CAPÍTULO 23	233
PADRONIZAÇÃO DO PROCEDIMENTO DE COLETA DE AMOSTRAS DE ALIMENTOS PREPARADOS EM UMA INSTITUIÇÃO DE LONGA PERMANÊNCIA PARA IDOSOS	
Andrieli Teixeira Corso	
Carla Cristina Bauermann Brasil	
Daiane Policena dos Santos	
Emanuelli Bergamaschi	
Fernanda Copatti	
Larissa Santos Pereira	
Tauani Lardini Tonietto	
Kellyani Souto Peixoto	
DOI 10.22533/at.ed.98019091023	
CAPÍTULO 24	241
SABOR, SAÚDE E PRAZER COM CHIA E LINHAÇA: PREPARAÇÕES SIMPLES E PRÁTICAS PARA O CARDÁPIO	
Lilia Zago	
Carolyne Pimentel Rosado	
Andreia Ana da Silva	
Natalia Soares Leonardo Vidal	
DOI 10.22533/at.ed.98019091024	
CAPÍTULO 25	257
PERFIL LIPÍDICO DA POLPA E ÓLEO DA MACAÚBA (<i>Acrocomia Aculeata</i>) DO CARIRI CEARENSE	
Yoshihide Oliveira de Souza	
Guilherme Álvaro Rodrigues Maia Esmeraldo	
DOI 10.22533/at.ed.98019091025	
SOBRE AS ORGANIZADORAS	261
ÍNDICE REMISSIVO	262

ENZIMAS INDUSTRIAIS E SUA APLICAÇÃO NA AVICULTURA

Felipe Dilelis de Resende Sousa

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Instituto de Zootecnia, DNAP
Seropédica – Rio de Janeiro

Túlio Leite Reis

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
CCG
Campos dos Goytacazes – Rio de Janeiro

RESUMO: As enzimas são moléculas que atuam na catálise de reações bioquímicas, facilitando a ocorrência de determinadas reações. A adição de enzimas exógenas na ração de aves visa maximizar o uso do alimento pelo animal, seja pela melhoria da digestibilidade de alguns nutrientes, das características da digesta ou da saúde intestinal. A maior parte das rações são compostas por ingredientes de origem vegetal, nos quais existe a presença de fatores antinutricionais, como fitato, polissacarídeos não-amiláceos e inibidores de enzimas endógenas, e estes fatores antinutricionais reduzem o valor biológico do alimento para as aves. Fitase, enzimas que atuam nos polissacarídeos não amiláceos (PNAses) e proteases têm sido as enzimas mais utilizadas na nutrição animal. Conhecer as enzimas industriais e seus efeitos na nutrição animal é de grande importância para formulação de dietas modernas, buscando a melhor eficiência

produtiva da cadeia. Nesta revisão de literatura serão abordados temas relacionados às principais enzimas utilizadas na nutrição e seus efeitos sobre o frango de corte.

PALVRAS-CHAVE: fator antinutricional, fitase, PNAses, protease.

INDUSTRIAL ENZYMES AND THEIR APPLICABILITY IN POULTRY FARMING

ABSTRACT: Enzymes are molecules that act in the catalysis of biochemical reactions, facilitating the occurrence of reactions. The addition of exogenous enzymes in poultry feed aims to maximize the feed use by the animal, either by improving the digestibility of some nutrients, the characteristics of digestion or intestinal health. Diets are composed of ingredients of plant origin, in which there are the presence of antinutritional factors such as phytate, non-starch polysaccharides and inhibitors of endogenous enzymes, and these antinutritional factors reduce the biological value of feed to poultry. Phytase, enzymes that act on non-starch polysaccharides (NSPase) and proteases have been the most used enzymes in animal nutrition. Knowing the industrial enzymes and their effects on animal nutrition is of great importance for the formulation of modern diets, seeking the best productive efficiency of the

poultry industry. The present review will address topics related to the main enzymes used in animal nutrition and their effects on broiler chicken.

KEYWORDS: antinutritional factor, NSPase, phytase, protease.

1 | INTRODUÇÃO

O custo com alimentação é a parte mais onerosa da produção avícola. Diversas são as técnicas empregadas para aumentar a eficiência produtiva a partir da nutrição animal e dentre essas, destaca-se a utilização de enzimas exógenas, a utilização dessas visa maximizar o uso do alimento pelo animal, seja pela melhoria da digestibilidade de alguns nutrientes, das características da digesta ou da saúde intestinal.

A maior parte das rações para frangos de corte são compostas por ingredientes de origem vegetal, nos quais existe a presença de fatores antinutricionais, como fitato, polissacarídeos não-amiláceos, inibidores de enzimas endógenas, entre outros. Os fatores antinutricionais reduzem o valor biológico do alimento para as aves, por se complexarem com nutrientes da dieta durante sua passagem pelo trato digestório, reduzindo a digestão e absorção.

As enzimas são proteínas globulares de estrutura terciária ou quaternária em sua grande maioria, que quando fornecidas em rações (enzimas exógenas) para animais são classificadas como aditivos zootécnicos digestivos. Atuam na catálise de reações bioquímicas, sendo as hidrolases as mais utilizadas na nutrição animal. Dados do sindicato dos produtores de ração do Brasil, mostram que em 2016 as enzimas foram os amplamente utilizadas na fabricação de rações, correspondendo a 41% dos aditivos zootécnicos utilizados em produção de rações, seguidos por pré e probióticos (31%) e antimicrobianos melhoradores de desempenho (28%) (SINDIRAÇÕES, 2017).

Conhecer as enzimas industriais e seus efeitos na nutrição animal é de grande importância para formulação de dietas modernas, buscando a melhor eficiência produtiva da cadeia. Nesta revisão de literatura serão abordados temas relacionados às principais enzimas utilizadas na nutrição e seus efeitos sobre o frango de corte.

2 | FITASE

A maior parte das rações para frangos de corte são compostas por ingredientes de origem vegetal, nos quais o fitato é a principal forma de armazenamento de fósforo. Apenas uma pequena parte deste fósforo fítico pode ser aproveitada pelas aves, sendo grande parte desse mineral eliminado nas excretas, aumentando assim o impacto ambiental causado pela atividade. Ademais, o ácido fítico encontra-se carregado negativamente, o que lhe confere alto potencial para se complexar com moléculas carregadas positivamente como cátions, principalmente minerais

divalentes, e proteínas (CHERYAN, 1980). Há também a possibilidade de complexação com amido, bem como a possibilidade de ser um potente inibidor da enzima alfa amilase (CAWLEY e MITCHELL, 1968). Evidências foram relatadas também por Liu et al. (2008), de que a ingestão de fitato também pode causar hiperprodução de mucina e a diminuição da atividade enzimática no trato gastrointestinal. As fitases (hexafosfato de mio-inositol fosfohidrolases) são enzimas capazes de hidrolisar as ligações fosfoéster da molécula de fitato, tornando o fósforo hidrolisado disponível para ser aproveitado pelas aves. Essas enzimas são amplamente encontradas nos microrganismos, plantas e certos tecidos animais (VATS e BANERJEE, 2004), funcionam catalisando a reação de desfosforilação do ácido fítico em ésteres de fosfato de mio-inositol menores ($IP_6 \rightarrow IP_5 \rightarrow IP_4 \rightarrow IP_3 \rightarrow IP_2 \rightarrow IP_1$) através de uma reação de hidrólise, liberando o fosfato inorgânico e juntamente o nutriente complexado a sua estrutura para possível absorção pelo animal. Nos vegetais, as formas IP_5 e IP_6 têm maior potencial de efeito negativo na biodisponibilidade de nutrientes, enquanto os demais compostos formados têm baixa capacidade de ligar-se a minerais, ou os complexos formados são mais solúveis (SANDBERG et al., 1989).

A atividade dessa enzima é, normalmente, expressa em unidades de atividade de fitase (FTU), sendo que 1 FTU é a quantidade de fósforo inorgânico liberado (μmol) durante um minuto de reação em uma solução de fitato de sódio 5,1 mmol/L em pH 5,5 e temperatura de 37 °C (ENGELEN et al., 1994).

O pH ótimo de ação da enzima é de extrema importância para sua aplicação na nutrição animal. O principal local de ação da fitase tanto em aves quanto em suínos, é anteriormente ao intestino delgado (SELLE e RAVINDRAN, 2007), onde prevalece a ocorrência de pH ácido, sendo as fitases ácidas as de maior interesse para aplicação em dietas avícolas.

Gao et al. (2013) encontraram uma redução de IP_6 no inglúvio de 38 e 49 %, quando utilizaram os níveis de 500 e 1000 FTU/kg de ração de galinhas poedeiras. Resultados similares foram observados em frangos de corte, por Li et al. (2016), ao avaliarem a concentração de IP_6 no proventrículo e moela com o fornecimento de fitase exógena. Obtiveram 0,348% de IP_6 sem o fornecimento de fitase, e 0,194 e 0,141% de IP_6 quando suplementados com 500 e 1000 FTU/kg de ração, respectivamente. Nesta pesquisa também foram mensuradas as taxas de desaparecimento de IP_6 no íleo, sendo observados valores de 17 a 32% sem a inclusão da enzima, de 57 a 78% com a inclusão de 500 FTU/kg de ração, e 75 a 91% com a inclusão de 1000 FTU/kg de ração. Em frangos de corte, a maior parte da ação da enzima se dá nos segmentos do inglúvio, proventrículo e moela, onde o pH varia de 5,5 a 3 respectivamente (RAVINDRAN, 2013).

Em um estudo de revisão, Selle e Ravindran (2007) mencionam diferentes estudos de equivalência de fósforo com inclusão de fitase em frangos, encontrando resultados que variavam de 0,6 g a 2,12 g de P/kg de ração. Tamaña variação deve-

se ao tipo de ingrediente utilizado, nível de fósforo fítico, relação cálcio:fósforo, tipo de fitase utilizada e nível de inclusão da enzima. Fazendo uma avaliação conjunta destes dados, os autores concluíram que 766 FTU/kg de ração equivalem a 1g de P/kg de ração, em dietas contendo 2 g/kg de fósforo disponível, 2,37 g/kg de fósforo fítico e relação cálcio:fósforo de 1,84:1, o que resultaria em uma taxa de degradação do fitato de 42%.

O fitato também é considerado um fator antinutricional, devido à capacidade de complexação com outros nutrientes, tornando parte deles indisponíveis, portanto mensurar o efeito extra-fosfórico da suplementação com fitase para frangos de corte tem sido alvo de diversas pesquisas. Os principais efeitos extrafosfóricos relatados na literatura tem sido sobre a maior digestibilidade de cálcio (RAVINDRAN et al., 2008), proteínas e aminoácidos e da energia da dieta (LIU et al., 2010).

3 | ENZIMAS QUE ATUAM NOS POLISSACARÍDEOS NÃO-AMILÁCEOS

Os polissacarídeos não-amiláceos (PNAs), são os principais constituintes da parede celular dos vegetais, consistem de uma série de polissacarídeos solúveis e insolúveis. As unidades básicas dos PNAs da parede celular são: arabinose e xilose (pentoses); glicose, galactose e manose (hexoses); as 6-desoxihexoses ramnose e fucose; e os ácidos urônicos glucurônico e galacturônico (ou seus 4-O-metil éteres). Embora os PNAs sejam constituídos de apenas dez monossacarídeos comuns, cada monossacarídeo pode existir em formas de 2 anéis (piranose e furanose), e esses resíduos podem ser ligados através de ligações glicosídicas em qualquer um de seus 3, 4 ou 5 grupos hidroxila disponíveis e em 2 (α ou β) orientações. Como resultado, os PNAs podem adotar um grande número de formas tridimensionais e, assim, oferecer uma vasta gama de superfícies funcionais. Os PNAs também podem estar ligados à lignina e à suberina, que fornecem superfícies hidrofóbicas (KNUDSEN, 2014).

Dependendo da solubilidade dos seus constituintes, as fibras são classificadas em solúveis e insolúveis. As propriedades anti-nutricionais dos PNAs estão principalmente nas fibras solúveis (TAVERNARI et al., 2008), causando principalmente os seguintes efeitos em dietas fornecidas à aves: encapsulamento dos nutrientes que se encontram no interior das células vegetais que impedem o acesso das enzimas endógenas necessárias a sua degradação; formação de gel que dificulta a digestão e reduz a absorção dos nutrientes; e aumentam a viscosidade do bolo alimentar, diminuindo a velocidade de transito da digesta pelo intestino, consequentemente exercendo um efeito negativo sobre o consumo do alimento (BORGES, 1997).

As paredes celulares das plantas consistem tipicamente de 35 a 50% de celulose, 20 a 35% de hemicelulose e 10 a 25% de lignina por massa seca. A celulose e a lignina são considerados PNAs insolúveis. Portanto, as hemiceluloses contêm a maior parte dos PNAs solúveis, e são formadas por uma ampla variedade de carboidratos (PALOHEIMO et al., 2011), dentre eles os arabinoxilanos, beta-

glucanos, mananos, entre outros.

Dentre as principais enzimas que agem sobre os PNAs utilizadas na produção avícola pode-se citar a xilanase, beta-glucanase e mananase, sendo que mais de 80% do mercado mundial de carboidrases é representado pelas duas primeiras (ADEOLA & COWIESON, 2011).

3.1 Xilanase

As xilanas são classes de enzimas produzidas por diversos microrganismos de substrato lignocelulósicos, que hidrolisam as ligações B-1,4 da cadeia principal de xilanos. Os xilanos são o principal polissacarídeo da hemicelulose, formando junto com a arabinose os arabinoxilanos, que são os principais constituintes de PNAs de cereais utilizados na alimentação de aves (KNUDSEN, 2014). A unidade de xilanase é definida como a quantidade de enzima necessária para que haja a liberação de 1 μmol de xilose por minuto em pH 5,3 a 50°C.

Os efeitos benéficos da adição de xilanase exógena na dieta de aves são observados sobre a digestibilidade da dieta, o desempenho dos animais, a degradação dos PNAs, viscosidade e até mesmo sobre a saúde intestinal dos animais. Alguns autores relatam como efeitos diretos primeiramente a redução da viscosidade e, secundariamente, a liberação de açúcares (BAREKATAIN et al., 2013).

Esmaeilipour et al. (2012) relataram que a xilanase diminuiu significativamente a viscosidade da digesta e melhorou a digestibilidades aparentes total da matéria seca, proteína bruta e energia em frangos de corte alimentados com dietas à base de trigo, de 1 a 24 dias de idade. Em um estudo anterior com galos, Gao et al. (2007) relataram que a adição de xilanase à dieta à base de trigo aumentou a digestibilidade aparente da gordura total.

Zhang et al. (2014) avaliaram a influência da adição de xilanase em dietas à base trigo e soja para frangos de corte. Observaram que a digestibilidade ileal e a digestibilidade total (realizada através da metodologia de coleta de excretas) da proteína bruta, do amido e dos PNA's solúveis aumentou com a utilização da enzima. Além disso, puderam observar concentrações mais elevadas dos açúcares simples, xilose e arabinose nos segmentos do intestino delgado, bem como melhora no ganho de peso e conversão alimentar em aves que receberam a suplementação enzimática.

Estes resultados sugerem que a suplementação de xilanase em dietas à base de trigo reduz o esqueleto de arabinoxilanos em pequenos fragmentos (principalmente arabinose e xilose) no íleo, jejuno e duodeno, diminuindo a viscosidade da digesta, e aumentando a digestibilidade de nutrientes. Pode também reduzir o aprisionamento (*cage-effect*) sobre nutrientes, principalmente do amido, da proteína e da gordura, aumentando a digestibilidade.

Este melhor aproveitamento de nutrientes em específico refletem também na

melhora do aproveitamento energético da ração. Em estudo conduzido por Massey-O'Neill et al. (2012) foi avaliada a inclusão de 16000 unidades de xilanase por kg de ração em dietas a base de milho e farelo de soja. Foram observados maiores valores de energia digestível ileal e energia metabolizável aparente nas dietas que foram suplementadas, o que refletiu também nos parâmetros de desempenho, com melhor conversão alimentar e maior ganho de peso.

A quebra dos arabinoxilanos em oligossacarídeos menores pela xilanase tem sido relatada em recentes estudos com potencial efeito sobre a saúde intestinal, pois pode liberar prebióticos, como o xilo-oligossacarídeos (XOS). Lei et al (2016) demonstraram in vitro que a ação da xilanase sobre PNAs solúveis foi capaz de liberar XOS, que favoreceram a maior proliferação de *Lactobacillus brevis* e *Bacillus subtilis*. Em ensaios in vivo, os autores relataram melhor desempenho animal, redução da viscosidade da digesta e de lesões no intestino delgado das aves que receberam xilanase.

3.2 Beta-Glucanase

Beta-glucanos, são os componentes mais abundantes nos vegetais, as paredes celulares das plantas consistem tipicamente de 35 a 50% de celulose (STICKLEN, 2008). A celulose é um beta-glucano insolúvel em água, consistindo de uma molécula linear de até 15.000 resíduos de D-anidroglicopiranosose ligados por uma ligação β -1,4. Como descrito anteriormente, a celulose é insolúvel, fazendo parte da fração de PNAs insolúveis, sendo que os mesmos possuem menos características de fator antinutricional que os PNAs solúveis.

Beta-glucanos presente em cereais apresentam ligações mistas solúveis, (1,3), (1, 4) - β -D-glucanos. As ligações 1,3 quebram a estrutura uniforme da molécula β -D-glucana e as tornam solúvel e flexível. Alimentos como aveia e cevada são ricos em beta-glucanos, onde consiste principalmente de unidades β -1,4 ligadas por ligações β -1, 3 (PLANAS, 2000). Na cevada, em média, 54% do β -glucano total é solúvel, já na aveia 80% (ÅMAN e GRAHAM, 1987). As beta-glucanases capazes de agir sobre as ligações dos beta-glucanos solúveis são a de maior interesse na nutrição de aves.

Dentre as beta-glucanases produzidas pela indústria de nutrição animal, as que possuem atividade β 1,3-1,4, são as que possuem maior afinidade pela quebra das moléculas de glucanos solúveis. Porém, B1,4-glucanases, também são capazes de agir sobre as ligações de mesmo nome, reduzindo a concentração de PNAs solúveis (PALOHEIMO et al., 2011).

A maior parte dos trabalhos disponíveis na literatura avalia a inclusão de beta-glucanase em dietas à base de cevada ou aveia, muito pouco utilizadas em rações comerciais brasileiras (SINDIRAÇÕES, 2017), devido às rações nacionais serem formuladas utilizando com ingredientes de origem vegetal, principalmente milho e farelo de soja. Cowieson et al. (2010) avaliaram a inclusão de 30000 unidades de

glucanase/kg de ração em dietas para frangos de corte, à base de milho e farelo de soja. Encontraram melhor conversão alimentar, melhor digestibilidade da proteína bruta e também da energia bruta, o que refletiu diretamente na maior energia digestível pré-cecal das dietas com inclusão da enzima.

Pode ser observada a redução da viscosidade da dieta e a melhora da taxa de passagem em frangos com maior atividade de beta-glucanase no conteúdo intestinal, como reportado por Sieo et al. (2005).

A inclusão da β -glucanase em dietas à base de cevada melhora o desempenho, pode reduzir o peso do aparelho digestivo em até 13%, que representa 1% do peso total da ave, melhorando o rendimento da carcaça (RIBEIRO et al., 2011). Mathlouthi et al. (2011), também relataram maior ganho de peso e melhor conversão alimentar em aves suplementadas com beta-glucanase. Relatam ainda menor peso relativo do intestino delgado de aves suplementadas quando comparado a aves não suplementadas.

Efeitos sobre a modulação da microbiota são observados com a inclusão de β -glucanase em dietas para frangos de corte, como descrito por Mathlouthi et al. (2002), que mostraram que a adição de xilanase e beta-glucanase diminuiu o número de *E. coli*, mas não o número de lactobacilos no ceco de frangos de corte alimentados com dietas à base de trigo e cevada.

3.3 Mannanase

Os β -mananos são um grupo de carboidratos complexos, que permanecem inalterados após tratamentos térmicos como a secagem e tostagem dos grãos de soja (DALE, 1997). Segundo Dierick (1989), polissacarídeos como os β -mananos são estruturas lineares compostas por repetidas ligações β -1-4 manoses, 1-6 galactoses e unidades de glicose unidas a uma cadeia principal β -manana.

Os β -mananos estão principalmente associadas com a casca e a fração de fibras do farelo de soja e são intimamente relacionadas a efeitos antinutricionais devido às suas propriedades de aumentar a viscosidade, causando piora na conversão alimentar das aves (REID, 1985). A concentração de β -mananas no farelo de soja é de aproximadamente 1,3% a 1,7%, considerando também o conteúdo de β -galactomanana, essas concentrações podem se elevar para 1,83 a 2,22% (DIERICK, 1989).

Os efeitos negativos dessas frações são provocados, principalmente, porque eles impedem a ação de enzimas digestivas, aumentam o tempo de passagem do alimento pelo trato gastrintestinal e reduzem a absorção de nutrientes e, conseqüentemente, produzem excretas pastosas, motivos pelos quais o desempenho animal é afetado drasticamente (SORBARA, 2008). Além disso, o aumento da atividade microbiana promovido pelos PNA's no intestino delgado pode causar a desconjugação dos ácidos biliares, prejudicando o retorno dos mesmos ao fígado,

e subsequente reciclagem junto à bile, resultando em uma redução na digestão das gorduras (SMITS e ANNINSON, 1996).

Endo- β -1,4-mananase é a enzima capaz de realizar a hidrólise das ligações β -1,4-manano, levando à despolimerização de mananas, galactomananas e galactoglicomananas. (de VRIES e VISSER, 2001). Sua ação provoca uma diminuição na viscosidade da digesta, aumentando a acessibilidade de outras enzimas. A β -1,4-mananase libera cadeias lineares e ramificadas de mananoligossacarídeo (MOS) de vários comprimentos (KREMnickÝ e BIELY, 1997).

Efeitos da inclusão da enzima sobre o desempenho e digestibilidade de nutrientes têm sido relatados por diversos autores. Em experimentos com frangos de corte utilizando uma dieta a base de milho e farelo de soja, Mcnaughton et al. (1998), observaram que a inclusão da enzima β -mananase melhorou a energia metabolizável e o ganho de peso, refletindo na eficiência alimentar, que aumentou cerca de 3%.

De acordo com Shastak et al. (2015), existem vários mecanismos que podem explicar os efeitos positivos da suplementação de β -mananase sobre o desempenho e a digestibilidade de nutrientes em aves. Os autores propõe que tais mecanismos podem ser agrupados da seguinte forma: efeito na viscosidade do substrato no intestino; libertação de D-manose como fonte de energia; supressão da proliferação de microrganismos nocivos no intestino; efeito sobre a imunidade; e liberação de nutrientes encapsulados no complexo gelatinoso.

4 | PROTEASE

As proteases, também chamadas de peptidases, proteinases ou enzimas proteolíticas, são as enzimas responsáveis pela hidrólise da ligação peptídica. De acordo com a posição de atuação no substrato, podem ser classificadas em endoproteases (quando sua ação ocorre nas ligações peptídicas do interior das moléculas) ou exoproteases (quando clivam aminoácidos terminais). Representam uma família muito ampla de enzimas, com ação em diferentes tipos de oligopeptídeos e locais de catálise da reação (ALMEIDA, 2012).

Os principais efeitos observados no aproveitamento da proteína da ração, são a melhora da digestibilidade da dos aminoácidos, e conseqüentemente da proteína e também da energia da dieta, seja pela ação suplementar das enzimas exógenas às endógenas (JIANG et al., 2008), pela ação sobre fatores antinutricionais proteicos (ex. fatores anti-tripsina da soja) (BARLETTA, 2011), ou pela catálise da reação de proteínas que não são facilmente hidrolisadas no trato gastrointestinal das aves (ex. uso de queratinases em farinha de penas) .

A fim de avaliar o efeito da protease sobre a digestibilidade da proteína da dieta, Freitas et al. (2011) realizaram experimentos com inclusão de protease em dietas

de frangos com redução de proteína e dietas com níveis normais. A suplementação com protease melhorou a conversão alimentar e a digestibilidade da gordura e da proteína bruta ($p \leq 0,01$), independentemente dos níveis de proteína e energia da dieta.

Mahmood et al. (2018), utilizando frangos de corte, avaliaram diferentes proteases, uma ácida, uma neutra e um blend (50:50) ácida e neutra em dietas à base de resíduo de abatedouro de frangos. Foram observados melhor conversão alimentar, digestibilidade da proteína bruta, retenção de nitrogênio e energia metabolizável das dietas suplementadas, quando comparadas as dietas sem suplementação. Observaram também que a mistura de proteases ácidas e neutras tiveram melhor efeito que as proteases ácidas ou neutras suplementadas individualmente.

Lee et al. (2018), realizaram uma meta análise para avaliar o efeito da inclusão de proteases sobre os parâmetros de desempenho e de digestibilidade aparente de aminoácidos em animais monogástricos. O total de 67 trabalhos foi avaliado, permitindo a estimativa de melhoria na taxa de conversão alimentar, de 1%, e maior digestibilidade aparente para a maioria dos aminoácidos, variando de 1,22% (arginina) à 2,64% (cistina).

Os efeitos benéficos da protease exógena podem estar relacionados tanto à maior digestibilidade de proteínas e energia quanto à melhora das características morfológicas do intestino, da dinâmica secretora e absorviva e da resiliência imunológica (COWIESON, 2016).

5 | CONCLUSÕES

A utilização de enzimas na nutrição de frangos de corte tornou-se prática comum da indústria, devido a essa prática promover melhor aproveitamento do fósforo e de outros nutrientes dos ingredientes, a possibilidade de utilização de alimentos alternativos ao milho e o farelo de soja na alimentação das aves com maior eficiência, a melhora dos parâmetros produtivos e conseqüentemente nos custos de produção, bem como a diminuição do impacto ambiental da atividade. Além disso, tendo em vista o banimento completo do uso de antibióticos como melhoradores de desempenho, a utilização de enzimas exógenas aparece como uma das possíveis estratégias a ser adotada para modulação da microbiota intestinal, como demonstrado por recentes estudos.

REFERÊNCIAS

ADEOLA, O.; COWIESON, A. J. **Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production.** Journal of Animal Science, v. 89, p. 3189–3218, 2011.

AMAN, P.; GRAHAM, H. **Analysis of total and insoluble mixed linked fl-(1->3), (1->4), -D-glucans**

in barley and oats. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.35, p. 704-709, 1987.

BAREKATAIN, M.R.; ANTIPATIS, C.; CHOCT, M.; IJI, P.A. **Interaction between protease and xylanase in broiler chicken diets containing sorghum distillers' dried grains with soluble.** Animal Feed Science and Technology, v. 182, n. 1-4, p. 71-81, 2013.

BARLETTA, A. **Introduction: current market and expected developments**, in: Bedford, M.R. & Partridge, G.G. (Eds) Enzymes in farm animal nutrition, p.1-11, 2011.

BORGES, F. M.O. **Utilização de enzimas em dietas avícolas.** Cadernos técnicos da escola de veterinária da UFMG, n.20, p. 5930, 1997.

CAWLEYL, R. W.; MITCHELL, T. A. **Inhibition of wheat amylase by bran phytic acid.** Journal of the Science of Food and Agriculture, v.19, p.106-108, 1968.

CHERYAN, M. **Phytic acid interactions in food systems.** CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, v.13, n.4, p.297-335, 1980.

COWIESON, A.J.; BEDFORD, M.R.; RAVINDRAN, V. **Interactions between xylanase and glucanase in maize-soy-based diets for broilers.** British Poultry Science, v. 51, n. 2, p. 246-257, 2010.

COWIESON A. J.; LU H.; AJUWON K. M.; KNAP I.; ADEOLA O. **Interactive effects of dietary protein source and exogenous protease on growth performance, immune competence and jejunal health of broiler chickens.** Animal Production Science, v.57, p.252-261, 2016.

DALE, N. **Current status of feed enzymes for swine.** In: HEMICELL, poultry and swine feed enzyme. Gaitherburg: ChemGen,1997. p.56.

DE VRIES R.P.; VISSER J. **Aspergillus enzymes involved in degradation of plant cell wall polysaccharides.** Microbiology and Molecular Biology Reviews, v. 65, n. 4, p. 497-522, 2001.

DIERICK, N.A. **Biotechnology aids to improve feed and feed digestion: enzymes and fermentation.** Archives of Animal Nutrition, Montreux, v.3, p.241-251,1989.

ENGELLEN, A.J.; RANDSDORP, P. H.; SMIT, E. L. **Simple and rapid determination of phytase activity.** Journal of AOAC International, v. 77, n. 3, p. 760-764, 1994.

ESMAEILIPOUR, O.; MORAVEJ, H.; SHIVAZAD, M.; REZAIAN, M.; AMINZADEH, S.; VAN KRIMPEN, M.M. **Effects of diet acidification and xylanase supplementation on performance, nutrient digestibility, duodenal histology and gut microflora of broilers fed wheat based diet.** British poultry science, v.53, p.235-244, 2012.

FREITAS, D.M.; VIEIRA, S.L.; ANGEL, C.R.; FAVERO, A.; MAIORKA, A. **Performance and nutrient utilization of broilers fed diets supplemented with a novel mono component protease.** Journal of Applied Poultry Research, v. 20, pp. 347-352, 2011.

GAO, F.; JIANG, Y.; ZHOU, G.H.; HAN, Z.K. **The effects of xylanase supplementation on growth, digestion, circulating hormone and metabolite levels, immunity and gut microflora in cockerels fed on wheat-based diets.** British poultry science, v.48, p.480-488, 2007.

GAO, C. Q.; JI, C.; ZHAO, L. H.; ZHANG, J. Y.; MA, Q. G. **Phytase transgenic corn in nutrition of laying hens: Residual phytase activity and phytate phosphorus content in the gastrointestinal tract.** Poultry Science, v. 92, p. 2923-2929, 2013.

- JIANG, Z.; ZHOU, Y.; LU, F.; HAN, Z.; WANG, T. **Effects of different levels of supplementary alpha-amylase on digestive enzyme activities and pancreatic amylase mRNA expression of young broilers.** Asian-Australian Journal of Animal Science, v.21, p. 97-102, 2008.
- KNUDSEN, K.E.B. **Fiber and nonstarch polysaccharide content and variation in common crops used in broiler diets.** Poultry Science, v. 93, n. 9, p. 2380–2393, 2014.
- KREMNIČKÝ, L.; BIELY, P. **β -Mannanolytic system of *Aureobasidium pullulans*.** Archives of microbiology, v. 167, n. 6, p. 350-355, 1997.
- LEE, S.A.; BEDFORD, M.R.; WALK, C.L. **Meta-analysis: explicit value of mono-component proteases in monogastric diets.** Poultry Science, v.97, p.2078, 2018.
- LEI, Z.; SHAO, Y.; YIN, X.; YIN, D.; GUO, Y.; YUAN, J. **Combination of Xylanase and Debranching Enzymes Specific to Wheat Arabinoxylan Improve the Growth Performance and Gut Health of Broilers.** Journal of agricultural and food chemistry, v. 64, n. 24, p. 4932, 2016.
- LI, W.; ANGEL, R.; KIM, S.W.; BRADY, K.; YU, S.; PLUMSTEAD, P.W. **Impacts of dietary calcium, phytate, and nonphytate phosphorous concentrations in the presence or absence of phytase on inositol hexakisphosphate (IP6) degradation in different segments of broilers digestive tract.** Poultry Science, v. 95, p. 581, 2016.
- LIU, N.; RU, Y. J.; COWIESON, A. J.; LI, F. D.; CHENG, X. C. **Effects of Phytate and Phytase on the Performance and Immune Function of Broilers Fed Nutritionally Marginal Diets.** Poultry Science, v. 87, p.1105 2008.
- LIU N.; RU, Y.; WANG, J.; XU, T. **Effect of dietary sodium phytate and microbial phytase on the lipase activity and lipid metabolism of broiler chickens.** British Journal of Nutrition, v. 103, p. 862, 2010.
- MAHMOOD, T.; MIRZA, M.A.; NAWAZ, H.; SHAHID, M. **Exogenous protease supplementation of poultry by-product meal-based diets for broilers: Effects on growth, carcass characteristics and nutrient digestibility.** Journal of animal physiology and animal nutrition, v. 102, n. 1, p.233, 2018.
- MASEY O'NEILL, H.V.; LIU, N.; WANG, J.P.; DIALLO, A.; HILL, S. **Effect of xylanase on performance and apparent metabolisable energy in starter broilers fed diets containing one maize variety harvested in different regions of china.** Asian Australasian Journal Animal Science, v.25, n. 4, p.515–523, 2012.
- MATHLOUTHI, N.; MALLET, S.; SAULNIER, L.; QUEMENER, B.; LARBIER, M. **Addition of xylanase and betaglucanase addition modifies caecal microflora of broiler chickens fed a wheat and barley-based diet.** Anim. Res., v.51, p.395-406, 2002.
- MATHLOUTHI, N.; BALLEST, N.; LARBIER M. **Influence of beta-glucanase supplementation on growth performances and digestive organs weights of broiler chickens fed corn, wheat and barley-based diet.** International Journal of Poultry Science, v.10(2), p. 157-159, 2011.
- MCNAUGHTON, J.L.; HSIAO, H.; MADDENN, D.A.; FODGE, D.W. **Corn/soy/fat diets for broilers, β -mannanase and improved feed conversion.** Poultry Science, v. 77, 998.
- PALOHEIMO, M.; PIIRONEN, J.; VEHMAANPERÄ, J. **Xylanases and Cellulases as Feed Additives.** In: Bedford, M.R.; Partridge, G.G. Enzymes in Farm Animal Nutrition. 2.ed. 2011. Cap.2, p.12-53.
- PLANAS, A. **Bacterial 1,3-1,4-beta-glucanases: structure, function and protein engineering.** Biochim Biophys Acta, v.1543, n. 2, p.361-382, 2000.

- RAVINDRAN, V.; COWIESON, A.J.; SELLE, P.H. **Influence of dietary electrolyte balance and microbial phytase on growth performance, nutrient utilization and excreta quality of broiler chickens.** Poultry Science, v. 87, p. 677–688, 2008.
- RAVINDRAN, V. **Feed enzymes: The science, practice, and metabolic realities.** Journal of Applied Poultry Research, v. 22, p. 628–636, 2013.
- RIBEIRO, T.; LORDELO, M.M.; PONTE, P.I.; MAÇÃS, B.; PRATES, J.A.; AGUIAR FONTES, M.; FALCÃO, L.; FREIRE, J.P.; FERREIRA, L.M.; FONTES, C.M. **Levels of endogenous β -glucanase activity in barley affect the efficacy of exogenous enzymes used to supplement barley-based diets for poultry.** Poultry Science, v.90, n.6, p.1245-56, 2011.
- SANDBERG, A.S.; CARLSSON, N.G.; SVANBERG, U. **Effects of inositol tri-, tetra-, penta-, and hexaphosphates on in vitro estimation of iron availability.** Journal of Food Science, Chicago, v.54, n.1, p.159-161, 186, 1989.
- SELLE, P.H.; RAVINDRAN, G. **Microbial phytase in poultry nutrition.** Animal Feed Science and Technology, v. 135, p. 1-41, 2007.
- SHASTAK, Y.; ADER, P.; FEUERSTEIN, D.; RUEHLE, R.; MATUSCHEK, M. **β -Mannan and mannanase in poultry nutrition.** World Poultry Science Journal, v.71, n.1, p.161-174, 2015.
- SIEO, C.C.; ABDULLAH, N.; TAN, W.S.; HO, Y.W. **Influence of beta-glucanase-producing Lactobacillus strains on intestinal characteristics and feed passage rate of broiler chickens.** Poultry Science, v.84, n. 5, p.734-41, 2005.
- SINDIRAÇÕES. **Boletim Informativo do Setor Alimentação Animal.** Maio/2017. Disponível em: <http://sindiracoes.org.br/wpcontent/uploads/2017/05/boletim_informativo_do_setor_maio_2017_vs_final_port_sindiracoes.pdf>. Acesso em: 07 jun de 2018.
- SMITS, C.H.N.; ANNISON, G. **Non-starch plant polysaccharides in broiler nutrition towards a physiologically valid approach to their determination.** World's Poultry Science Journal, v. 52, n.2, p. 203-221, 1996.
- SORBARA, J.O.B. **Carboidrases em programas enzimáticos de rações para frangos de corte.** 2008. 68 f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2008.
- STICKLEN, M.B. **Plant genetic engineering for biofuel production: towards affordable cellulosic ethanol.** Nature Reviews Genetics, v. 9, n. 6, p. 433, 2008.
- TAVERNARI, F.C.; CARVALHO, T.A.; ASSIS, A.P.; LIMA, H.J.D. **Polissacarídeos não amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves.** Revista Eletrônica Nutritime, v. 5, n. 5, p. 673-689, 2008.
- VATS, P.; BANERJEE, U.C. **Production studies and catalytic properties of phytases (myo-inositolhexakisphosphate phosphohydrolases): an overview.** Enzyme Microbiology Technology, v.35, p.3-14, 2004.
- ZHANG, L.; XU, J.; LEI, L.; JIANG, Y.; GAO, F.; ZHOU, G.H. **Effects of xylanase supplementation on growth performance, nutrient digestibility and non-starch polysaccharide degradation in different sections of the gastrointestinal tract of broilers fed wheat-based diets.** Asian-Australasian journal of animal sciences, v. 27, n. 6, p. 855, 2014.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ácidos graxos 6, 9, 10, 13, 16, 19, 41, 54, 55, 106, 118, 121, 241, 242, 243, 259

Água residuária 20, 21, 22, 25, 28, 30

Alimentos 1, 6, 9, 11, 17, 19, 20, 28, 30, 36, 42, 44, 45, 46, 47, 50, 53, 54, 55, 58, 59, 61, 62, 63, 65, 66, 67, 68, 71, 78, 81, 86, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 98, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 115, 121, 126, 133, 134, 135, 136, 140, 141, 145, 148, 154, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 185, 186, 187, 215, 220, 221, 222, 223, 224, 229, 230, 231, 233, 234, 235, 236, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 247, 256, 258, 259, 261

Alimentos funcionais 54, 55, 61, 62, 63, 67, 104, 170, 175, 241, 242, 243

Antimicrobiano 103, 105, 108, 109, 110, 139, 140, 175

B

Benzoatiazol 21

Biocompostos 91

Biomoléculas 1, 2, 20, 33

C

Cepas probióticas 67, 68, 170, 174, 175, 176

Cereais 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 77

Cerveja 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 45, 46, 47, 148, 149, 150

Composição centesimal 53, 54, 55, 59, 60, 118, 119, 128

Compostos orgânicos voláteis 1, 3, 4, 5, 6, 21, 22, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 148

Compostos voláteis 2, 4, 5, 6, 21, 22, 23, 29, 31, 32, 33, 34

Contaminação de alimentos 133, 167

Cunicultura 85, 86, 88, 89, 90

D

Desenvolvimento de novos produtos 55, 120, 144, 156, 261

E

Embalagens ativas 91, 97, 122

Emulsificante 63, 103, 104, 107, 110

Enzimas 39, 41, 43, 44, 48, 49, 50, 63, 64, 65, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 91, 92, 93, 95, 96, 173, 174

F

Fator antinutricional 73, 76, 78

Fermentação 37, 38, 39, 40, 43, 66, 145, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176

Fitase 73, 74, 75, 76

Fotoautotrófica 2, 21

G

Galactooligossacarídeo 62, 63

K

Kefir 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 155, 156, 177

Kombucha 144, 145, 146, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156

L

Lactase 62, 63, 65

Leite de soja 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 105

Lipídios 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 25, 41, 42, 54, 59, 60, 63, 64, 95, 96, 118, 257, 259

Listeriose 133, 134, 135, 140

M

Maltagem 37, 39

Microalgas 1, 2, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 13, 16, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 28, 29, 30, 33

Morfologia 48, 50

N

Nutrição animal 48, 73, 74, 75, 78

O

Ômega-3 10, 11, 15, 17, 118, 241

P

Phormidium autumnale 7, 20, 21, 22, 25, 26, 28, 29, 30, 34

Piscicultura 48, 49

Potencial probiótico 144, 149, 171, 172

Produtos cárneos 85, 88, 105, 110, 133, 134, 135, 139, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178

Protease 73, 74, 80, 81, 82, 83, 92, 95

Pufa 9, 10, 15, 17

R

Resíduo agroindustrial 28, 29

Resistência à antibióticos 133

S

Soforolipídio 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110

Soja 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 77, 78, 79, 80, 81, 92, 96, 97, 98, 104, 105, 183, 252

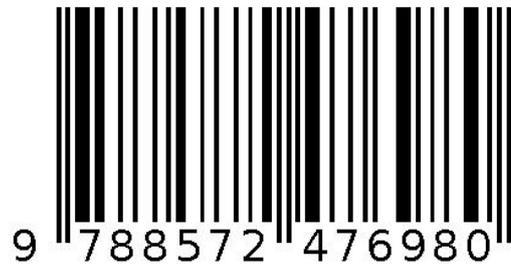
Soro de queijo 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69

Starmerella bombicola 103, 106, 110

T

Tecnologia 1, 9, 20, 28, 36, 43, 45, 46, 47, 55, 61, 62, 65, 71, 85, 91, 115, 116, 133, 144, 172, 177, 178, 180, 213, 214, 218, 231, 240, 257, 259, 261

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-698-0



9 788572 476980