

# Avanços Científicos e Tecnológicos nas Ciências Agrárias 3

Júlio César Ribeiro  
(Organizador)



**Atena**  
Editora  
Ano 2020

# Avanços Científicos e Tecnológicos nas Ciências Agrárias 3

Júlio César Ribeiro  
(Organizador)



**Atena**  
Editora  
Ano 2020

### **Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

### **Bibliotecário**

Maurício Amormino Júnior

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

### **Imagens da Capa**

Shutterstock

### **Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

### **Revisão**

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena

Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
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. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfnas

## **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
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  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília

Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista



**Editora Chefe:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecário** Maurício Amormino Júnior  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Vanessa Mottin de Oliveira Batista  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Júlio César Ribeiro

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

A946 Avanços científicos e tecnológicos nas ciências agrárias 3  
[recurso eletrônico] / Organizador Júlio César Ribeiro.  
– Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-434-4

DOI 10.22533/at.ed.344202409

1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa  
agrária – Brasil. I. Ribeiro, Júlio César.

CDD 630

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “Avanços Científicos e Tecnológicos nas Ciências Agrárias” é composta pelos volumes 3, 4, 5 e 6, nos quais são abordados assuntos extremamente relevantes para as Ciências Agrárias.

Cada volume apresenta capítulos que foram organizados e ordenados de acordo com áreas predominantes contemplando temas voltados à produção agropecuária, processamento de alimentos, aplicação de tecnologia, e educação no campo.

Na primeira parte, são abordados estudos relacionados à qualidade do solo, germinação de sementes, controle de fitopatógenos, bem estar animal, entre outros assuntos.

Na segunda parte são apresentados trabalhos a cerca da produção de alimentos a partir de resíduos agroindustriais, e qualidade de produtos alimentícios após diferentes processamentos.

Na terceira parte são expostos estudos relacionados ao uso de diferentes tecnologias no meio agropecuário e agroindustrial.

Na quarta e última parte são contemplados trabalhos envolvendo o desenvolvimento rural sustentável, educação ambiental, cooperativismo, e produção agroecológica.

O organizador e a Atena Editora agradecem aos autores dos diversos capítulos por compartilhar seus estudos de qualidade e consistência, os quais viabilizaram a presente obra.

Por fim, desejamos uma leitura proveitosa e repleta de reflexões significativas que possam estimular e fortalecer novas pesquisas que contribuam com os avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Agrárias.

Júlio César Ribeiro

## SUMÁRIO

### CAPÍTULO 1..... 1

A AGRICULTURA NA BUSCA DA QUALIDADE AMBIENTAL E PRODUTIVA: UMA REVISÃO

Yara Karine de Lima Silva

DOI 10.22533/at.ed.3442024091

### CAPÍTULO 2..... 10

PRODUÇÃO DE BIOMASSA E QUALIDADE DO SOLO EM CULTIVO DE MILHO SILAGEM COM DIFERENTES COBERTURAS HIBERNAIS

landeyara Nazaroff da Rosa

Pedro Henrique Bester Przybitowicz

Anderson Dal Molin Savicki

Alison Jose Ferreira Tamiozzo

Gerusa Massuquini Conceição

Leonir Terezinha Uhde

Jordana Schiavo

Tiago Silveira da Silva

Nathalia Dalla Corte Bernardi

DOI 10.22533/at.ed.3442024092

### CAPÍTULO 3..... 24

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO SOLO A PENETRAÇÃO SOB MATA NATIVA EM UM LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO NO ESTADO DO PIAUÍ

Paulo Henrique Dalto

Lucas da Rocha Franco

Hygor Martins Barreira

Cristovam Alves de Lima Júnior

DOI 10.22533/at.ed.3442024093

### CAPÍTULO 4..... 33

MEIOS DE CULTURA ALTERNATIVOS NA PROPAGAÇÃO *IN VITRO* DE *Cattleya walkeriana*: ORQUÍDEA EM RISCO DE EXTINÇÃO

Michele Cagnin Vicente

João Sebastião de Paula Araujo

Tarcisio Rangel do Couto

Leandro Miranda de Almeida

João Paulo de Lima Aguiar

Fernanda Balbino Garcia dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.3442024094

### CAPÍTULO 5..... 44

TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS EM SEMENTES DE *Amburana cearencis* (Allemão) A.C. Smith E DESENVOLVIMENTO DAS PLÂNTULAS EM SOLO DE CERRADO

Lucas da Rocha Franco

Fábio Oliveira Diniz

Paulo Henrique Dalto

DOI 10.22533/at.ed.3442024095

**CAPÍTULO 6..... 55**

POTENCIAL DE CONTROLE DA GERMINAÇÃO DE UREDINIOSPOROS DE *Hemileia Vastatrix* POR COMPOSTO A BASE DE CÁLCIO E MAGNÉSIO

Rodrigo Vieira da Silva  
Jair Ricardo de Sousa Junior  
João Pedro Elias Gondim  
Jose Feliciano Bernardes Neto  
Nathália Nascimento Guimarães  
José Orlando de Oliveira  
Emmerson Rodrigues de Moraes  
Silvio Luis de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.3442024096

**CAPÍTULO 7..... 63**

DO LIXO AO ÚTIL: CONTROLE ALTERNATIVO AO AGENTE PATOGÊNICO DA FUSARIOSE DO QUIABEIRO PELO USO DE SOLUÇÃO DE CARAPAÇA DE CARANGUEJO

Edson Pimenta Moreira  
Cláudio Belmino Maia  
Francisco de Assis dos Santos Diniz  
Rafael José Pinto Carvalho  
Wildinson Carvalho do Rosário  
Maria Izadora Silva Oliveira  
Thiago da Silva Florêncio  
Dannielle Silva da Paz  
Rayane Cristine Cunha Moreira  
Erlen Keila Candido e Silva  
Leonardo de Jesus Machado Gois de Oliveira  
Jonalda Cristina dos Santos Pereira

DOI 10.22533/at.ed.3442024097

**CAPÍTULO 8..... 75**

A REPRESENTATIVIDADE ECONÔMICA DO SETOR VITIVINÍCOLA NO CENÁRIO REGIONAL, ESTADUAL E NACIONAL

Saionara da Silva  
Luciane Dittgen Miritz  
Evandro Miguel Fuhr  
Luiz Carlos Timm  
Roberto Carlos Mello

DOI 10.22533/at.ed.3442024098

**CAPÍTULO 9..... 87**

EFEITOS DA ADIÇÃO DE FARELO DE ARROZ E QUEBRADO DE SOJA NO PROCESSO FERMENTATIVO E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE SILAGEM DA CANA-DE-AÇÚCAR

Darley Oliveira Cutrim  
Warly dos Santos Pires

Aline da Silva Santos  
Ana Rafaela Bezerra Cavalcante de Sousa  
Marcos Sousa Bezerra  
Luciane Rodrigues Noleto

**DOI 10.22533/at.ed.3442024099**

**CAPÍTULO 10..... 98**

**QUALIDADE BROMATOLOGICA, FERMENTATIVA E QUÍMICA DE SILAGENS DE CAPIM  
BUFFEL COM NÍVEIS CRESCENTES DO CO-PRODUTO DE ACEROLA**

Aline Silva de Sant'ana  
Adriana Ribeiro do Bonfim  
Ivis Calahare Silva Caxias  
Illa Carla Santos Carvalho  
Marcos Vinicius Gomes Silva de Santana  
Breno Ramon de Souza Bonfim  
Fábio Nunes Lista  
Daniel Ribeiro Menezes

**DOI 10.22533/at.ed.34420240910**

**CAPÍTULO 11..... 112**

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA RENTABILIDADE NA CRIAÇÃO DE TILÁPIA EM TANQUE  
ESCAVADO PARA PRODUÇÃO DE FILÉ NO SUL DE GOIÁS**

Caio de Oliveira Ferraz Vilela  
Ramon Pereira da Silva  
Amanda Aciely Serafim de Sá  
Renato Dusmon Vieira  
Marcus Vinicius de Oliveira  
Eric José Rodrigues de Menezes  
Jorge Stallone da Silva Neto  
Vinicius Mariano Ribeiro Borges  
Murilo Alberto dos Santos  
Romário Ferreira Cruvinel  
Alexandre Fernandes do Nascimento  
Gladstone José Rodrigues de Menezes

**DOI 10.22533/at.ed.34420240911**

**CAPÍTULO 12..... 123**

**METABOLISMO DO ÁCIDO FÍTICO E FITASE E SUA UTILIZAÇÃO NA PISCICULTURA**

Jáisa Casetta  
Vanessa Lewandowski  
Cesar Sary  
Pedro Luiz de Castro  
Laís Santana Celestino Mantovani

**DOI 10.22533/at.ed.34420240912**

**CAPÍTULO 13..... 134**

**FISIOLOGIA REPRODUTIVA BÁSICA DA FÊMEA EQUINA**

Gabriel Vinicius Bet Flores

Carla Fredrichsen Moya

**DOI 10.22533/at.ed.34420240913**

**CAPÍTULO 14..... 148**

**META-ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES CONDIÇÕES DE FERMENTAÇÃO DA CERVEJA LAGER NA PRODUÇÃO DE ETANOL E COMPOSTOS VOLÁTEIS**

Marcia Alves Chaves

Sergio Ivan Quarin

João Alexandre Lopes Dranski

**DOI 10.22533/at.ed.34420240914**

**CAPÍTULO 15..... 162**

**MODELAGEM CINÉTICA E EFEITOS DA TEMPERATURA DE SECAGEM EM FARINHAS DE RESÍDUO DE ACEROLA**

Priscila de Souza Gomes

Jéssica Barrionuevo Ressutte

Jéssica Maria Ferreira de Almeida do Couto

Camila Andressa Bissaro

Kamila de Cássia Spacki

Eurica Mary Nogami

Jiuliane Martins da Silva

Marcos Antonio Matiucci

Marília Gimenez Nascimento

Caroline Zanon Belluco

Grasiele Scaramal Madrona

Monica Regina da Silva Scapim

**DOI 10.22533/at.ed.34420240915**

**CAPÍTULO 16..... 176**

**SOLUÇÕES MOBILE PARA ESTIMATIVA DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO APLICADOS AO MONITORAMENTO DE PASTAGENS**

Victor Rezende Franco

Ricardo Guimarães Andrade

Marcos Cicarini Hott

Leonardo Goliatt da Fonseca

Domingos Sávio Campos Paciullo

Carlos Augusto de Miranda Gomide

**DOI 10.22533/at.ed.34420240916**

**CAPÍTULO 17..... 186**

**AGRICULTURA FAMILIAR E DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL**

Márcia Hanzen

Sandra Maria Coltre

Nardel Luiz Soares

Flávia Piccinin Paz Gubert

Jonas Felipe Recalcatti

**DOI 10.22533/at.ed.34420240917**

<b>CAPÍTULO 18.....</b>	<b>198</b>
A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE AMETISTA DO SUL - RS, BRASIL	
Tatiane dos Santos	
Cheila Fátima Lorenzon	
Deisy Brasil Gonçalves	
Ísis Samara Ruschel Pasquali	
Eliziário Noé Boeira Toledo	
Valdecir José Zonin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34420240918</b>	
<b>CAPÍTULO 19.....</b>	<b>209</b>
O COOPERATIVISMO COMO ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO AMAZÔNICO: O CASO DO CUMARU EM ALENQUER	
Diego Pereira Costa	
Marco Aurélio Oliveira Santos	
Léo César Parente de Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34420240919</b>	
<b>CAPÍTULO 20.....</b>	<b>222</b>
PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA A PARTIR DA PERCEPÇÃO DOS AGRICULTORES FAMILIARES DA FEIRA MUNICIPAL DE SÃO MIGUEL DO GUAMÁ - PARÁ, BRASIL	
Milton Garcia Costa	
Adrielly Sousa da Cunha	
Marinara de Fátima Souza da Silva	
Carlos Douglas de Sousa Oliveira	
Magda do Nascimento Farias	
Washington Duarte Silva da Silva	
Maria Thalia Lacerda Siqueira	
Elizabeth Kamilla Taveira da Silva	
Jamison Pinheiro Ribeiro	
Luiz Carlos Pantoja Chuva de Abreu	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34420240920</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>233</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>234</b>

## META-ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES CONDIÇÕES DE FERMENTAÇÃO DA CERVEJA LAGER NA PRODUÇÃO DE ETANOL E COMPOSTOS VOLÁTEIS

Data de aceite: 11/09/2020

Data de submissão: 03/08/2020

### Marcia Alves Chaves

UDC Medianeira, Faculdade Educacional de  
Medianeira  
Medianeira - PR.  
<http://lattes.cnpq.br/5423699661739811>

### Sergio Ivan Quarin

UDC Medianeira, Faculdade Educacional de  
Medianeira  
Medianeira - PR.  
<http://lattes.cnpq.br/5673350158691694>

### João Alexandre Lopes Dranski

UDC Medianeira, Faculdade Educacional de  
Medianeira  
Medianeira - PR.  
<http://lattes.cnpq.br/4371692957708981>

**RESUMO:** A fermentação do mosto a alta densidade tem sido apresentada como uma ferramenta que permite o aumento no volume de etanol produzido. Entretanto, torna-se essencial analisar o impacto desta fermentação em outras substâncias responsáveis pelo *off flavor* da cerveja. Desta maneira, o presente trabalho propôs um levantamento sistemático na literatura científica utilizando-se os recursos da meta-análise, onde foram avaliadas a tendência das pesquisas sobre a produção de etanol e alguns principais componentes voláteis (álcoois superiores, ésteres totais e diacetil) em cerveja Lager. Após definir a hipótese, foram delimitados os parâmetros pesquisados,

os quais deveriam ter como referência um tratamento controle com condições padronizadas de temperatura de fermentação (12-15°C), densidade inicial (12-15°P) e maltose como fonte de carboidratos majoritários. Dos dezessete trabalhos selecionados, apenas três atenderam as condições para a meta-análise. Os resultados demonstraram uma tendência em favor dos demais tratamentos para a produção de etanol e álcoois superiores, enquanto para ésteres totais e diacetil houve o favorecimento para o tratamento controle. Foi possível observar que a alta densidade do mosto propicia aumento na produção de etanol, principalmente na presença de maltose e sacarose, porém, a redução de álcoois superiores e diacetil. Para a temperatura de fermentação, notou-se que a elevação desta condição também direciona a maiores taxas de álcoois produzidos. A concentração de inóculo, por sua vez, não alterou a produção de etanol, contudo o aumento na quantidade inicial das células acrescentou maiores quantidades em álcoois superiores e diacetil enquanto diminuiu significativamente a ésteres totais. Concluiu-se que a meta-análise é uma importante ferramenta para indicar a tendência dos processos fermentativos, a qual pode ser utilizada na análise de outras condições que julgarem ser importantes para compreender as características da cerveja.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mosto de alta densidade, *Off flavor*, álcoois superiores, ésteres totais, diacetil.



## META-ANALYSIS OF THE INFLUENCE ON DIFFERENT FERMENTATION CONDITIONS OF LAGER BEER ON THE PRODUCTION OF ETHANOL AND VOLATILE COMPOUNDS

**ABSTRACT:** High density wort fermentation has been presented as a tool that allows an increase in the volume of ethanol produced. However, it is essential to analyze the impact of this fermentation on other substances responsible for beers off flavors. In this way, the present work proposed a systematic survey in the scientific literature using the resources of the meta-analysis, where the tendency of research on the production of ethanol and some main volatile components (higher alcohols, total esters and diacetyl) was evaluated in Lager beer. After defining the hypothesis, the researched parameters were delimited, which should have as a reference a control treatment with standardized conditions of fermentation temperature (12-15°C), initial density (12-15°P) and maltose as a major source of carbohydrates. Of seventeen selected works, only three met the conditions for the meta-analysis. The results showed a trend in favor of the other treatments for the production of ethanol and higher alcohols, while for total esters and diacetyl it was in favor for the control treatment. It was possible to observe that the high density of the wort provides an increase in ethanol production, mainly in the presence of maltose and sucrose, however, reduction of higher alcohols and diacetyl. For the fermentation temperature, it was observed that the elevation of this condition also leads to higher rates of alcohol produced. The yeast pitching rate, in turn, did not alter the production of ethanol, however the increase in the initial amount of cells rise up higher alcohols and diacetyl levels while significantly decrease the total esters. It was concluded that the meta-analysis is an important tool to indicate the tendency of the fermentative processes, which can be used in the analysis of other conditions that may be consider to be important to understand the characteristics of the beer.

**KEYWORDS:** High gravity wort, Off flavor, higher alcohols, total esters, diacetyl.

### 1 | INTRODUÇÃO

A cerveja é uma bebida mundialmente consumida, apresentando-se como uma das preparações alcoólicas de maior produção no Brasil. Sua elaboração é decorrente de vários processos, dos quais, distintos setores da economia estão envolvidos com destaque para o agronegócio, responsável pelo fornecimento das matérias-primas fermentescíveis do mosto cervejeiro.

O processo fermentativo mediado pelas leveduras é uma das etapas de maior importância, pois, as transformações bioquímicas pelas quais os carboidratos são submetidos permitem o desenvolvimento dos subprodutos etanol e gás carbônico bem como dos inúmeros compostos que contribuem para os atributos sensoriais da cerveja. As leveduras possuem extensa aplicação na indústria de bebidas alcoólicas e entre as variedades utilizadas, predominam a *Sacharomyces cerevisiae* (cerveja Ale) *Sacharomyces pastorianus* (cerveja Lager) (BORODINA e NIELSEN, 2014; KROGERUS et al., 2017).

Assim, as grandes empresas têm desenvolvido sua própria cepa de levedura, especialmente para cervejas Lager, devido sua maior representatividade industrial,

visando aumentar a capacidade produtiva e qualidade da bebida, sem demandar altos investimentos. Com este propósito, uma das tecnologias empregadas recentemente é a fermentação em alta densidade ( $\geq 18$  Plato), que permite o aproveitamento mais eficiente da energia do processo fermentativo, através do aumento no volume de álcool produzido. Uma vez que a graduação alcoólica é elevada, permite-se, posteriormente, uma diluição do mosto até atingir um conteúdo de 5% de etanol (BLEOANCA e BAHRIM, 2013).

Desta maneira, distintas estratégias são ofertadas para aumentar a eficiência deste processo fermentativo, podendo ser citadas o aumento na concentração do inóculo, elevação da temperatura de fermentação, oxigenação do mosto, fornecimento de diferentes nutrientes e melhoramento genético das leveduras. Entretanto, a utilização desta técnica necessita cautela, pois, as condições pós-fermentação, ocasionam alterações no metabolismo e estresse osmótico nas leveduras afetando sua viabilidade, além de alterar a produção de compostos voláteis da cerveja, em especial de álcoois superiores, ésteres e diacetil, os quais, quando presentes em elevadas concentrações, podem se tornar indesejáveis (*off flavors*) no produto final.

A fim de conhecer as melhores condições do processo de fermentação a alta densidade, podem ser utilizadas ferramentas estatísticas com o intuito de direcionar os resultados de pesquisas encontrados na literatura, permitindo identificar padrões e discordâncias entre esses resultados. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento sistemático na literatura científica utilizando-se os recursos da meta-análise a fim de avaliar a tendência das pesquisas sobre a produção de etanol e componentes voláteis (álcoois superiores, ésteres totais e diacetil) em cerveja *Lager*, sob condições distintas de fermentação a alta densidade inicial do mosto.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para proceder com a meta-análise dos dados disponíveis na literatura, inicialmente, foi estruturada uma hipótese de pesquisa a fim de direcionar as informações a serem estudadas, sendo a mesma intitulada: “as distintas condições de temperatura, densidade inicial e presença de diferentes fontes de carboidratos determinantes na concentração de voláteis indesejáveis em cervejas Lager”.

Condições do Tratamento Controle da Cerveja Lager		
Temperatura de fermentação (°C)	Densidade original do mosto (°P)*	Fonte de carboidrato majoritário
10-15	12-15	Maltose

Tabela 1. Condições do tratamento controle da cerveja Lager nos trabalhos pesquisados.  
\*Densidade original (gravidade original), correspondente em graus Plato

Com a hipótese de pesquisa lançada, definiram-se os parâmetros iniciais de fermentação do mosto para o tratamento controle a serem pesquisados, sendo que os outros tratamentos comparativos deveriam apresentar condições diferentes do estipulado para o tratamento controle estipulados na Tabela 1. A concentração inicial do inóculo (UFC/mL) não foi determinado como um parâmetro de seleção, contudo, esses dados foram aproveitados dos trabalhos elencados como uma fonte adicional de informação para a discussão dos resultados.

Posteriormente, foram estipuladas as variáveis (respostas) a serem investigadas no repositório científico consultado. Determinou-se que os trabalhos utilizados para a meta-análise deveriam compreender resultados sobre: concentração de álcoois superiores (ppm) e/ou concentração de ésteres totais (ppm) e/ou concentração de diacetil (ppm). Tais voláteis foram alvos da pesquisa, pois, apresentam maiores taxas de susceptibilidade pós-fermentação sendo indesejáveis aos atributos sensoriais da cerveja *Lager* quando em concentrações elevadas. Além disso, também foi considerada a quantidade de etanol (%), uma vez que a produção deste subproduto está associada as diferentes condições do processo cervejeiro, sendo de interesse compreender sua relação com os compostos voláteis formados nas vias metabólicas de fermentação.

Neste sentido, para a seleção dos trabalhos foram utilizadas as seguintes plataformas de busca: Periódico Capes, Scielo, Scholar Google Elsevier (Science direct), nas quais inseriram-se as palavras-chave: “*high original gravity brewing beer*”, “*high temperature Lager fermentation*”, “*high pitching rate Lager fermentation*”, “*higher alcohols beer*”, “*fusel alcohols beer*”, “*esters Lager beer*”, “*diacetyl Lager beer*”. Não foram aplicadas restrições referentes ao ano, idioma e tipo de publicação (artigo, dissertação e tese), porém, os termos de pesquisa foram descritos em inglês, pois, a maior demanda científica sobre a produção de cerveja está concentrada na Europa. Com relação ao período de publicação, os trabalhos consultados dataram de 1974 a 2016.

Dos 17 trabalhos encontrados (Tabela 2), foi realizado uma triagem das informações, a fim de verificar se os mesmos apresentavam condições de média, desvio padrão e número amostral. Além disso, foram observados se os mesmos apresentavam comparação dos resultados de uma amostra controle com os demais tratamentos testados em cada uma das pesquisas. Do total encontrado, 4 foram desconsiderados por não apresentarem dados tabelados (apenas gráficos os quais eram inconsistentes com relação aos requisitos estipulados). Outros 2 trabalhos não continham o tratamento controle com os padrões selecionados para a meta-análise e 8 foram excluídos por não possuírem desvio padrão para os dados publicados.

<b>Autoria</b>	<b>Periódico</b>	<b>Título do trabalho</b>
Anderson, Kirsop; 1974	Journal of the Institute of Brewing	The control of volatile ester synthesis during the fermentation of wort of high specific gravity
Blieck et al.; 2007	Applied and Environmental Microbiology	Isolation and characterization of brewer's yeast variants with improved fermentation performance under high-gravity conditions
Casey, Ingledew; 1983	Journal of the American Society of Brewing Chemists	High-gravity brewing: influence of pitching rate and wort gravity on early yeast viability
Casey, Magnus, Ingledew; 1984	Applied and Environmental Microbiology	High-gravity brewing: effects of nutrition on yeast composition, fermentative ability, and alcohol production
Dekoninck et al.; 2012	Journal of the American Society of Brewing Chemists	The importance of wort composition for yeast metabolism during accelerated brewery fermentations
Erten, Tanguler, Cakiroz; 2007	Journal of the Institute of Brewing	The effect of pitching rate on fermentation and flavour compounds in high gravity brewing
Guido et al.; 2004	Food Chemistry	The impact of the physiological condition of the pitching yeast on beer flavour stability: An industrial approach
Jones, Margaritis, Stewart; 2007	Journal of the Institute of Brewing	The combine defects of oxygen supply strategy, inoculum size and temperature profile on very-high-gravity beer fermentation by <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Kobayashi et al.; 2006	Applied Microbiology and Biotechnology	Simultaneous control of apparent extract and volatile compounds concentrations in low-malt beer fermentation
Landaud, Latrille, Corrieu; 2001	Journal of the Institute of Brewing	Top pressure and temperature control the fusel alcohol/ester ratio through yeast growth in beer fermentation
Lei et al.; 2016	Journal of Bioscience and Bioengineering	Fermentation performance of lager yeast in high gravity beer fermentations with different sugar supplementations
Piddocke et al.; 2009	Applied Microbiology and Biotechnology	Physiological characterization of brewer's yeast in high-gravity beer fermentations with glucose or maltose syrups as adjuncts
Saerens et al.; 2008	Applied Microbiology and Biotechnology	Monitoring the influence of high-gravity brewing and fermentation temperature on flavour formation by analysis of gene expression levels in brewing yeast
Šmogrovičová, Dömény; 1999	Process Biochemistry	Beer volatile by-product formation at different fermentation temperature using immobilised yeasts
Suthko, Vilpola, Linko; 1993	Journal of the Institute of Brewing	Pitching rate in high gravity brewing
Verbelen et al.; 2008	Journal of the Institute of Brewing	Characteristics of high cell density fermentations with different lager yeast strains
Verbelen et al.; 2009	Applied Microbiology and Biotechnology	The role of oxygen in yeast metabolism during high cell density brewery fermentations

Tabela 2. Trabalhos disponíveis na literatura sobre condições de fermentação da cerveja Lager

Após a seleção, foram considerados os dados de apenas 3 trabalhos, publicados em periódicos científicos, conforme pode demonstrado na Tabela 3.

Tratamento	Estudo	Concentração do inóculo (x106 UFC/mL)	Temperatura de fermentação (°C)	Densidade inicial do Mosto (°P)
Controle	Saerens et al., 2008	20	12	12
Outros tratamentos		20	15	12
Controle	Verbelen et al., 2009	20	15	15
Outros tratamentos		80	15	15
Controle	Dekoninck et al., 2012	80	15	15
		80	15	18
		80	15	18
		80	15	18
		80	15	18

Tabela 3. Condições dos tratamentos selecionados para a meta-análise. \* Média da concentração de etanol produzido (n=2).

Os dados dos autores selecionados (Tabela 3) foram transcritos para uma planilha do Microsoft Excel, sendo os experimentos incluídos na análise quantitativa para estimar a diferença da média padronizada para os efeitos aleatórios entre as médias do tratamento controle e outros tratamentos. Calculou-se o intervalo de confiança a 5% de probabilidade de erro, além do teste de inconsistência ( $I^2$ ) que descreve a porcentagem de variabilidade do efeito que é devida a heterogeneidade e não ao acaso. De acordo com Dinnes *et al.* (2005), quando  $I^2$  apresenta valor acima de 50%, considera-se que há heterogeneidade substancial. Todas as análises foram realizadas pelo *software* CMA v. 2.0 (BORENSTEIN *et al.*, 2005) e para construção do gráfico de floresta, utilizou-se o *software* Sigmaplot 12.0 (SIGMAPLOT, 2011).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das pesquisas científicas (controle e outros tratamentos) relacionados a concentrações de etanol, álcoois superiores, ésteres totais e diacetil estão demonstrados na Tabela 4.

Analisando a Figura 1, observou-se que a média combinada dos estudos (diamante) não foi significativa (p-valor: 0,062), o que pode ser explicado pela heterogeneidade das condições para produção de etanol da amostra controle e demais tratamentos entre as

pesquisas ( $I^2 = 90,2\%$ ), não sendo possível estimar uma resposta conclusiva sobre os valores mais adequados para o processo fermentativo. Contudo, observou-se que a tendência do aumento da produção de etanol direcionou-se a favor dos outros tratamentos, ou seja, elevando os valores de pelo menos uma das condições estudadas (concentração do inóculo, temperatura de fermentação ou densidade inicial do mosto), pode-se perceber incremento no percentual de etanol conforme demonstrado na Tabela 4.

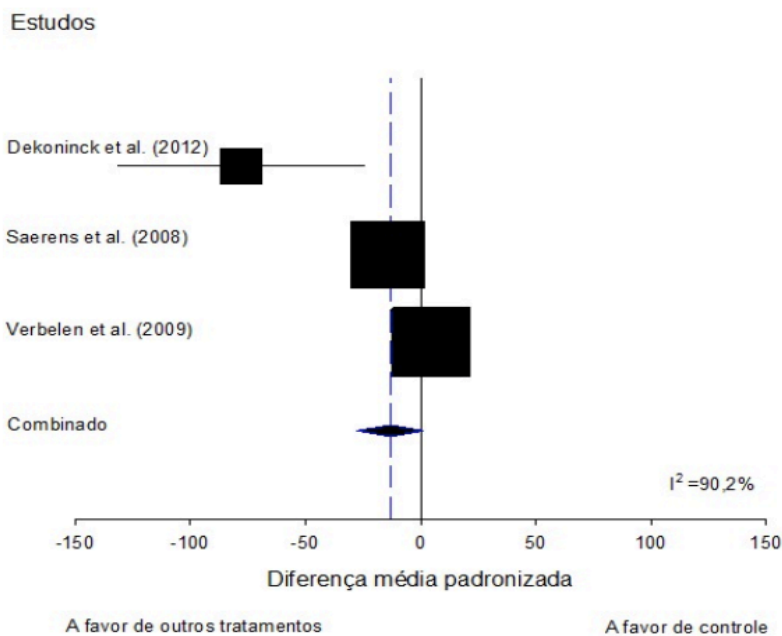


Figura 1. Efeito das condições de temperatura de fermentação, concentração inicial do mosto e diferentes suplementos de açúcares na produção de etanol em cervejas Lager (tratamento) ou não (controle).

Ao realizar-se uma análise individual de cada um dos estudos, notou-se que para Dekoninck et al. (2012) houve variabilidade entre os tratamentos estudados ( $p < 0,05$ ) resultando em menor peso para a meta-análise. Neste trabalho em específico, a única variável do tratamento controle que se mostrou diferente dos demais foi a densidade inicial do mosto ( $15^{\circ}P$ ), sendo que nos outros tratamentos esta condição foi padronizada em  $18^{\circ}P$ . Deste modo, ao analisar a Tabela 4, verificou-se um aumento no teor de etanol conforme elevou-se a densidade do mosto, sendo necessário salientar que foram corrigidos os valores de densidade original com diferentes concentrações de maltose e sacarose, o que poderia explicar as diferentes médias encontradas para o etanol, apesar das variáveis terem se mantido constantes nos demais tratamentos.

Segundo Lei et al. (2016), enquanto avança a fermentação do mosto em alta densidade, o nível de etanol produzido torna-se tóxico para a célula da levedura. Contudo, este mesmo autor identificou que entre as diferentes fontes de açúcares como suplemento nutricional no mosto, a maltose pode diminuir o stress da levedura sob alta pressão osmótica, permitindo maiores taxas de conversão de etanol, sendo similar ao proposto por Dekoninck et al. (2012).

Tratamento	Estudo	Etanol (%)*	Álcoois superiores (ppm)*	Ésteres totais (ppm)*	Diacetil (ppm)*
Controle	Saerens et al., 2008	5,14 ± 0,01	102,16 ± 1,92	25,53 ± 0,16	0,33 ± 0,00
Outros		5,50 ± 0,03	108,46 ± 2,76	25,23 ± 1,97	0,27 ± 0,01
		6,41 ± 0,13	106,88 ± 1,72	33,10 ± 0,20	0,14 ± 0,00
Controle	Verbelen et al., 2009	6,73 ± 0,01	62,3 ± 0,80	29,30 ± 0,60	0,06 ± 0,02
Outros		6,62 ± 0,02	74,9 ± 1,20	26,40 ± 0,60	0,53 ± 0,01
		6,72 ± 0,01	76,2 ± 4,30	23,20 ± 0,60	0,54 ± 0,00
Controle	Dekoninck et al., 2012	6,86 ± 0,01	85,33 ± 2,19	22,41 ± 0,13	0,47 ± 0,00
		8,08 ± 0,02	84,02 ± 1,65	23,79 ± 0,30	0,38 ± 0,01
Outros		8,62 ± 0,03	79,01 ± 2,85	21,73 ± 0,17	0,32 ± 0,01
		8,47 ± 0,03	78,82 ± 1,23	18,53 ± 1,16	0,13 ± 0,00
		8,73 ± 0,00	78,47 ± 5,88	18,24 ± 0,46	0,14 ± 0,00
		8,59 ± 0,06	78,47 ± 4,00	17,61 ± 0,24	0,09 ± 0,00

Tabela 4. Estudos sobre a concentração de etanol, álcoois superiores, ésteres totais e diacetil em cerveja Lager incluídos na meta-análise. \* Média da concentração de etanol, álcoois superiores, ésteres totais e diacetil produzidos (n=2).

Piddocke et al. (2009) também evidenciaram que o xarope de maltose promoveu maior rendimento de etanol em mosto fermentado a alta densidade (21 e 24 °P) quando comparado ao xarope de glicose. Contudo, o período de multiplicação das leveduras aumentou de 20h para 46h de fermentação quando a densidade do mosto foi elevada de 14 para 24°P, ocasionando redução no número de células viáveis, uma vez que foi necessário maior tempo para que as leveduras entrassem na fase de crescimento exponencial e iniciar a produção de etanol. Para os demais trabalhos de Saerens et al. 2008 e Verbelen et al., 2009, apesar de representarem maior peso para a meta-análise (maior dimensão do quadrado), não foram observadas diferenças significativas entre o controle e demais tratamentos, mesmo alterando as condições de fermentação.

Para álcoois superiores (Figura 2) analisando os dados isoladamente, notou-se que todos os autores apresentaram resultados estatisticamente significativos ( $p < 0,05$ ) entre o controle e demais tratamentos, observando-se que o peso individual (tamanho do quadrado) dos trabalhos de Saerens et al. (2008) e Dekoninck et al. (2012) foram similares entre si.

Ao verificar-se a média combinada (diamante) notou-se que, comparando os resultados entre os trabalhos, o conteúdo de álcoois superiores não apresentou diferença estatística (p-valor: 0,059), indicando a heterogeneidade de informações entre as pesquisas (I<sup>2</sup>: 86,4%).

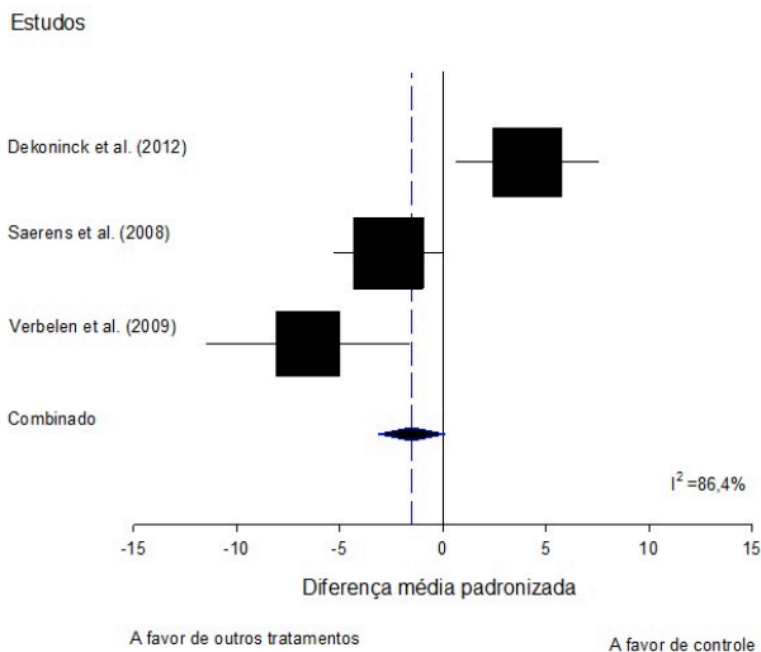


Figura 2. Efeito das condições de temperatura de fermentação, concentração inicial do mosto e diferentes suplementos de açúcares na produção de álcoois superiores em cervejas Lager (tratamento) ou não (controle).

A concentração de álcoois superiores foi favorecida pelas condições de fermentação dos outros tratamentos, porém, notou-se que a medida que a concentração de etanol aumentou em função da alta densidade do mosto (18°P), a quantidade total deste volátil diminuiu, conforme pode ser observado na Tabela 4 para o estudo de Dekoninck et al. (2012), especialmente para propanol, isobutanol e álcool isoamílico (dados não representados).

O mesmo pode ser constatado por Lei et al. (2016) que encontraram uma diminuição do conteúdo de álcoois superiores (isoamílico e isobutanol) com o aumento da densidade original do mosto de 18 para 24°P com diferentes suplementos de açúcares. Pidocke et al. (2009), também relataram que os valores de propanol e isobutanol diminuíram, para as fermentações que ocorreram a 21 e 24 °P, em comparação concentração a 14 °P.

Com relação à quantidade de leveduras, o aumento destas concentrações pareceu propiciar maiores proporções de álcoois superiores (Tabela 4) a uma mesma densidade



inicial do mosto. Tais informações corroboram com os dados encontrados por Verbelen et al. (2008). Em condições gerais de fermentação para os estudos avaliados, notou-se que a ocorrência de álcoois superiores em cerveja Lager permaneceu abaixo do preconizado como ideal pela literatura (até 300 ppm).

Para ésteres totais, a produção deste volátil foi favorecida em direção ao tratamento controle, sendo contrário ao observado até o momento para o etanol e álcoois superiores (Figura 3).

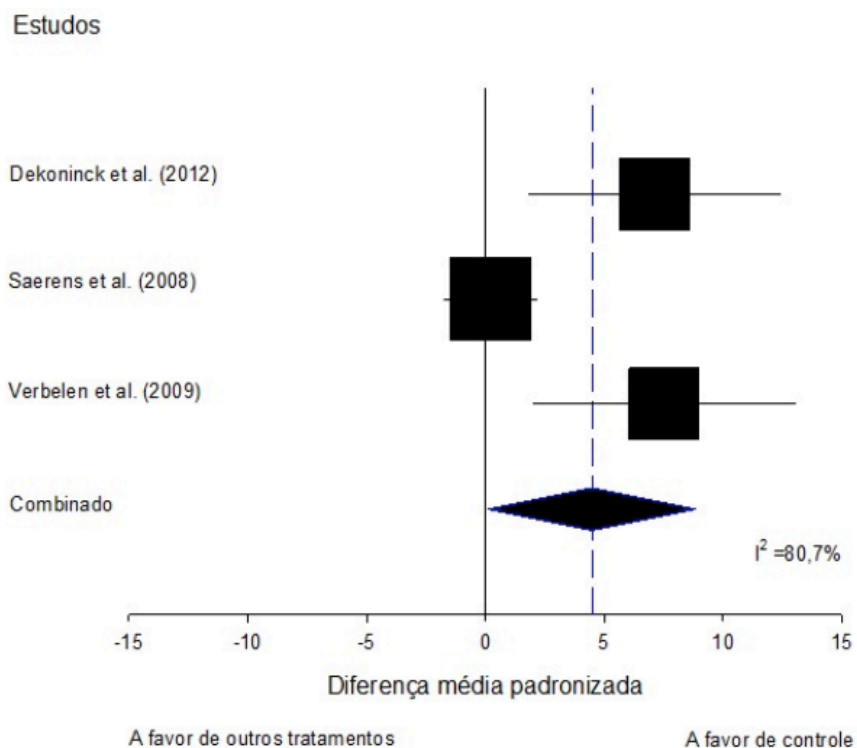


Figura 3. Efeito das condições de temperatura de fermentação, concentração inicial do mosto e diferentes suplementos de açúcares na produção de ésteres totais em cervejas Lager (tratamento) ou não (controle).

A análise conjunta dos resultados (diamante) também permitiu verificar a existência de diferença significativa entre os estudos ( $p$ -valor: 0,014), possibilitando maior capacidade de explicação desta tendência devido ao maior peso combinado dos trabalhos e menor variação e consistência dos resultados comparados com os outros parâmetros analisados ( $I^2$ : 80,7%).

Realizando-se uma análise individualizada (Figura 3), notou-se que a pesquisa de Dekoninck et al. (2012) apresentaram diferenças estatísticas quando comparado o controle

com os demais tratamentos. Ao observar os valores dispostos na Tabela 4, verificou-se que os tratamentos com densidade do mosto a 18°P apresentaram concentrações distintas de ésteres totais mesmo não se alterando as outras variáveis (concentração do inóculo e temperatura de fermentação). Isso pode ser explicado pelo fato destes experimentos apresentarem suplementos com diferentes tipos de açúcares (maltose e sacarose), onde a adição de maior proporção de sacarose reduziu a concentração total de ésteres ( $17,61 \pm 0,24$  ppm) quando comparado a adição de maltose ( $18,24 \pm 0,46$  ppm) e usando mosto puro malte ( $23,79 \pm 0,30$  ppm). Esses resultados são reportados contrariamente às informações de Dzialo et al. (2017) e Loviso e Libkind (2018) quanto ao favorecimento da produção de ésteres decorrente da fonte de carboidrato na fermentação.

Verbelen et al. (2009), também constataram resultados estatisticamente significativos, uma vez que, a concentração de ésteres totais diferiu-se entre os experimentos (controle e outros tratamentos), sendo menor a sua proporção em função do aumento no número de células utilizadas no processo fermentativo. Quando aumentado o inóculo em 4 vezes em relação ao controle ( $20 \times 10^6$  UFC/mL) e realizada a pré-oxigenação da levedura com o mosto aerado, a concentração de ésteres reduziu ainda mais ( $23,20 \pm 0,60$  ppm) em relação a não oxigenação da *Sacharomyces*.

Suthko, Vilpola e Linko (1993) também observaram que ésteres diminuem com o aumento do inóculo de leveduras. Contudo, tais informações não vão de encontro ao postulado por Jones, Margaritis e Stewart (2007), os quais concluíram que um aumento do inóculo de leveduras permite reduzir o estresse durante a fermentação de alta densidade inicial sem afetar a produção de voláteis (álcoois superiores, ésteres e diacetil).

Em contrapartida, Saerens et al. (2008) não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos avaliados, sendo este trabalho também o que apresentou maior peso sozinho para a meta-análise. Estes autores foram os únicos a estudarem a variação na temperatura de fermentação relacionados a concentração inicial do mosto, sendo esses resultados inconclusivos sobre as condições de fermentação para produção de ésteres totais.

Para a maior concentração de diacetil, a meta-análise indicou uma tendência de seguir as condições estipuladas pelo tratamento controle (Figura 4) e pequena influência dos dados combinados (diamante).

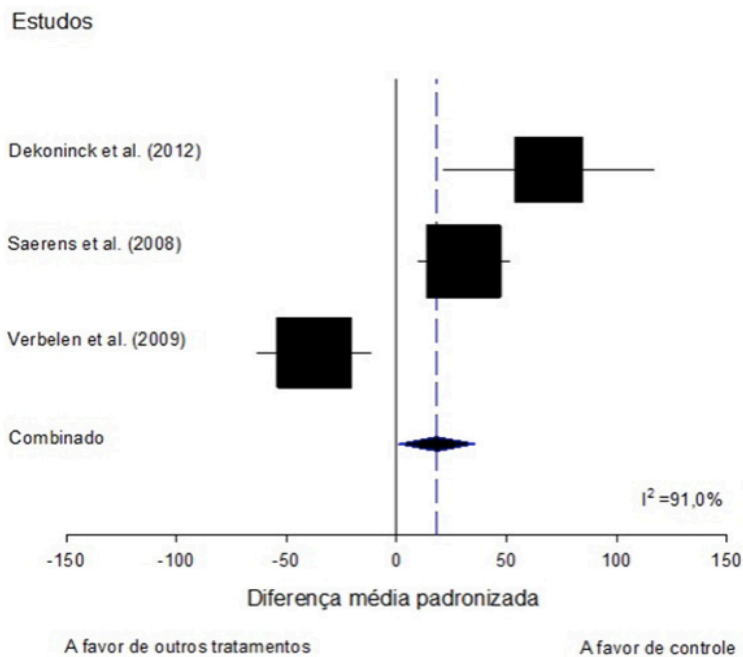


Figura 4. Efeito das condições de temperatura de fermentação, concentração inicial do mosto e diferentes suplementos de açúcares na produção de diacetil em cervejas Lager (tratamento) ou não (controle).

Observou-se que os três trabalhos apresentaram diferença significativa entre o controle e demais tratamentos ( $p < 0,05$ ), repercutindo no p-valor significativo também entre os trabalhos (0,026). Observou-se que os dados de Verbelen et al. (2009) e Saerens et al. (2008) apresentam pesos similares, entre si.

O trabalho de Verbelen et al. (2009) mostrou inconsistência com os outros trabalhos ao ter um aumento de diacetil com aumento de inóculo inicial de leveduras de  $20$  a  $80 \times 10^6$  UFC/mL como pode se ver na Tabela 4. Isso pode ser explicado pela diminuição no tempo de fermentação, que provoca um aumento na concentração final de diacetil. Blicek et al. (2007), encontrou resultados consistentes com os de Saerens et al. (2008), com diminuição do diacetil conforme o aumento da densidade inicial do mosto, o que é desejável, em cervejas *Lager* reduzindo os *off flavor* no produto final.

## 4 | CONCLUSÃO

Ao final deste trabalho, pode-se identificar uma tendência para etanol e álcoois superiores em direção aos demais tratamentos, enquanto ésteres e diacetil foram favorecidos com as condições do tratamento controle. O aumento da gravidade original, a elevação da temperatura de fermentação e uso de suplementos a base de maltose ou

sacarose em mostos de alta densidade aumentam a produção de etanol. No entanto, a concentração de inóculo, nas condições estudadas não alterou a sua produção. No caso dos álcoois superiores, conclui-se que estes são favorecidos por altas concentrações de inóculo e aumento da temperatura de fermentação. Porém, fermentações em alta densidade inicial contribuem para uma diminuição desses compostos. A alta concentração de inóculo diminuiu significativamente a concentração de ésteres, ao mesmo tempo em que aumentou a proporção de diacetil, sendo este último componente, reduzido com a fermentação em alta densidade.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, R. G.; KIRSOP, B. H. **The control of volatile ester synthesis during the fermentation of wort of high specific gravity**. Journal of the Institute of Brewing, v. 80, n. 1, p. 48-55, 1974.

BLEOANCA, I.; BAHRIM, G. **Overview on brewing yeast stress factors**. Romanian Biotechnological Letters, v. 18, n. 5, p. 8559-8572, 2013.

BLIECK, L. et al. **Isolation and characterization of brewer's yeast variants with improved fermentation performance under high-gravity conditions**. Applied and Environmental Microbiology, v. 73, n. 3, p. 815-824, 2007.

BORENSTEIN, M. et al. **Comprehensive Meta-Analysis Version 2**. Englewood: Biostat, 2005.

BORODINA, I.; NIELSEN, J. **Advances in metabolic engineering of yeast *Saccharomyces cerevisiae* for production of chemicals**. Biotechnology journal. Darmstadt, Germany. v. 9, n. 5, p. 609-620, 2014.

CASEY, G. P.; INGLEDEW, W. M. **High-gravity brewing influence of pitching rate and wort gravity on early yeast viability**. Journal of the American Society of Brewing Chemists, v. 41, n. 4, p. 148-152, 1983.

CASEY, G. P.; MAGNUS, C. A.; INGLEDEW, W. M. **High-gravity brewing effects of nutrition on yeast composition, fermentative ability, and alcohol production**. Applied and Environmental Microbiology, v. 48, n. 3, p. 639-646, 1984.

DEKONINCK, T. M. L. et al. **The importance of wort composition for yeast metabolism during accelerated brewery fermentations**. Journal of the American Society of Brewing Chemists, v. 70, n. 3, p. 195–204, 2012.

DINNES, J. et al. **A methodological review of how heterogeneity has been examined in systematic reviews of diagnostic test accuracy**. Health Technology Assess, v.9, n.12, p. 1-113, 2005.

DZIALO, M. C. et al. **Physiology, ecology and industrial applications of aroma formation in yeast**. FEMS Microbiology Reviews, v. 41, n. June, p. S95–S128, 2017.

ERTEN, H.; TANGULER, H.; CAKIROZ, H. **The effect of pitching rate on fermentation and flavour compounds in high gravity brewing**. Journal of the Institute of Brewing, v. 113, n. 1, p. 75-79, 2007.

- GUIDO, L. F. et al. **The impact of the physiological condition of the pitching yeast on beer flavour stability: an industrial approach.** Food Chemistry, v. 87, n. 2, p. 187-193, 2004.
- JONES, H. L.; MARGARITIS, A.; STEWART, R. J. **The combined effects of oxygen supply strategy, inoculum size and temperature profile on very-high-gravity beer fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*.** Journal of the Institute of Brewing, v. 113, n. 2, p. 168–184, 2007.
- KOBAYASHI, M. et al. **Simultaneous control of apparent extract and volatile compounds concentrations in low-malt beer fermentation.** Applied microbiology and biotechnology, v. 73, n. 3, p. 549-558, 2006.
- KROGERUS, K. et al. **Novel brewing yeast hybrids: creation and application.** Applied Microbiology and Biotechnology, v. 101, n. 1, p. 65–78, 2017.
- LANDAUD, S.; LATRILLE, E.; CORRIEU, G. **Top pressure and temperature control the fusel alcohol/ester ratio through yeast growth in beer fermentation.** Journal of the Institute of Brewing, v. 107, n. 2, p. 107–117, 2001.
- LEI, H. et al. **Fermentation performance of Lager yeast in high gravity beer fermentations with different sugar supplementations.** Journal of Bioscience and Bioengineering, v. 122, n. 5, p. 583–588, 2016.
- LOVISO, C. L.; LIBKIND, D. **Synthesis and regulation of flavor compounds derived from brewing yeast: Esters.** Revista Argentina de Microbiologia, v. 50, n. 4, p. 436–446, 2018.
- PIDDOCKE, M. P. et al. **Physiological characterization of brewer's yeast in high-gravity beer fermentations with glucose or maltose syrups as adjuncts.** Applied Microbiology and Biotechnology, v. 84, n. 3, p. 453–464, 2009.
- SAERENS, S. M.G.; VERBELEN, P. J.; VANBENEDEN, N.; et al. **Monitoring the influence of high-gravity brewing and fermentation temperature on flavour formation by analysis of gene expression levels in brewing yeast.** Applied Microbiology and Biotechnology, v. 80, n. 6, p. 1039–1051, 2008.
- SIGMAPLOT. **Scientific Graphing Software: Version 12.0.** San Rafael: Jandel Corporation, 2011.
- ŠMOGROVIČOVÁ, D.; DÖMÉNY, Z. **Beer volatile by-product formation at different fermentation temperature using immobilised yeasts.** Process Biochemistry, v. 34, n. 8, p. 785–794, 1999.
- SUTHKO, M. I.; VILPOLA, A; LINKO, M. **Pitching rate in high gravity brewing.** Journal Of The Institute Of Brewing, v. 99, n. 4, p. 341–346, 1993.
- VERBELEN, P. J. et al. **The role of oxygen in yeast metabolism during high cell density brewery fermentations.** Applied Microbiology and Biotechnology, v. 82, n. 6, p. 1143–1156, 2009.
- VERBELEN, P. J. et al. **Characteristics of high cell density fermentations with different Lager yeast strains.** Journal of the Institute of Brewing, v. 114, n. 2, p. 127–133, 2008.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Absorção de nutrientes 3, 17, 123

Acerola 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175

Aditivos absorventes 87, 89, 95

Adubação verde 11, 12, 14, 21

Agricultura 1, 3, 4, 8, 9, 11, 12, 20, 22, 24, 51, 60, 61, 68, 73, 74, 76, 77, 78, 79, 114, 135, 146, 185, 186, 187, 188, 189, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 199, 200, 203, 205, 206, 207, 208, 214, 220, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 230, 231, 232, 233

Agricultura familiar 74, 78, 79, 114, 186, 187, 188, 189, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 199, 203, 206, 214, 222, 224, 225, 226, 227, 228, 230, 231, 232

Agricultura orgânica 194, 223

Agronegócio 1, 52, 55, 75, 76, 77, 78, 79, 85, 86, 88, 146, 149, 196, 223

Atividade antioxidante 162, 163, 166, 172, 173

Avaliação econômica 112, 119, 121

### B

Biomassa 2, 6, 10, 11, 14, 16, 17, 19, 20, 23, 176, 178, 182, 183, 184

### C

Cavalo 135, 146

Composição nutricional 87, 89, 91, 97, 173

Compostos voláteis 148, 150, 151

Conservação 1, 3, 4, 8, 20, 41, 98, 99, 188, 192, 200

Consórcio 11, 13, 17

Controle alternativo 55, 63

Convecção forçada 162, 163, 164, 167

Cooperativismo 209, 211, 212, 214, 216

Crescimento radicular 16, 19, 24, 25, 29

Custo de produção 64, 66, 71, 72, 113, 114, 115, 118, 121

### D

Degradação do solo 1, 2

Desenvolvimento rural 10, 14, 186, 187, 188, 190, 191, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 204, 206, 207, 227, 232

## E

Educação ambiental 195, 198, 199, 200, 201, 202, 206, 207, 208

Equino 134, 138, 140

## F

Farelo de arroz 87, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 130

Fitossanidade 64

## G

Germinação 38, 41, 42, 44, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 57, 58, 59, 71, 72, 125

## H

Hortaliças orgânicas 223

## I

Inclusão social 186

Índices de vegetação 176, 177, 178, 179, 181, 182, 183, 184

## M

Manejo integrado 12, 55, 57, 61

Meio de cultura 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 58, 102

Modelagem cinética 162

Modelagem matemática 163, 164, 167, 175

## O

Órgãos reprodutivos 134

## P

Pastagens 88, 99, 176, 177, 179, 180, 181, 184, 203

Plantas de cobertura 1, 3, 4, 7, 10, 13, 20, 21, 23, 32

Políticas públicas 188, 192, 195, 196, 204, 207, 209, 217, 218, 220, 223, 230, 231

Produção 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 34, 35, 40, 45, 46, 50, 52, 55, 56, 57, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 88, 89, 91, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 102, 103, 105, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 128, 130, 138, 139, 147, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 162, 163, 171, 173, 177, 187, 188, 190, 193, 194, 195, 198, 200, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 209, 210, 213, 214, 215, 216, 218, 219, 220, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232

Produtividade 2, 4, 12, 13, 14, 21, 23, 24, 25, 56, 60, 86, 116, 200, 217

Propagação 33, 34, 40, 41, 42, 43

Puberdade 134, 140, 141

## Q

Qualidade ambiental 1, 203, 204

Qualidade bromatológica 96

Qualidade de água 123, 130

Qualidade do solo 2, 5, 10, 12, 14, 24, 25

## R

Rentabilidade 79, 112, 114, 116, 119, 216

Resíduo agroindustrial 99

Resíduo alimentar 163

## S

Sementes florestais 44

Silagem 10, 11, 14, 20, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 104, 105, 106, 108, 109, 110

Soja 23, 31, 84, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 125, 128, 129, 130, 131, 132, 133

Sustentabilidade 10, 11, 12, 186, 187, 188, 189, 191, 192, 195, 196, 197, 200, 202, 205, 207, 210, 224, 232

## T

Tilápia 112, 113, 114, 116, 117, 118, 119, 121, 129, 130, 132



# Avanços Científicos e Tecnológicos nas Ciências Agrárias 3



[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)



[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



@atenaeditora



[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

 **Atena**  
Editora

**Ano 2020**

# Avanços Científicos e Tecnológicos nas Ciências Agrárias 3



[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)



[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



@atenaeditora



[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

Atena  
Editora

Ano 2020