



**DESENVOLVIMENTO SOCIAL E SUSTENTÁVEL**

**DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

Júlio César Ribeiro  
(Organizador)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2020



**DESENVOLVIMENTO SOCIAL E SUSTENTÁVEL**

**DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

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**

Janaina Ramos

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremonesi

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. 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 Alfenas

## **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 Lúvia 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

## Desenvolvimento social e sustentável das ciências agrárias

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecário** Janaina Ramos  
**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)

D451 Desenvolvimento social e sustentável das ciências agrárias  
/ 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 978-65-5706-473-3

DOI 10.22533/at.ed.733201310

1. Ciências agrárias. 2. Agronomia. 3.  
Desenvolvimento. 4. Sustentabilidade. I. Ribeiro, Júlio César  
(Organizador). II. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

### Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

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

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

## APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento sustentável das Ciências Agrárias assegura um crescimento socioeconômico satisfatório reduzindo potenciais impactos ambientais, ou seja, proporciona melhores condições de vida e bem estar sem comprometer os recursos naturais.

Neste contexto, a obra “Desenvolvimento Social e Sustentável das Ciências Agrárias” em seus 3 volumes traz à luz, estudos relacionados a essa temática.

Primeiramente são apresentados trabalhos a cerca da produção agropecuária, envolvendo questões agroecológicas, qualidade do solo sob diferentes manejos, germinação de sementes, controle de doenças em plantas, desempenho de animais em distintos sistemas de criação, e funcionalidades nutricionais em animais, dentre outros assuntos.

Em seguida são contemplados estudos relacionados a questões florestais, como características físicas e químicas da madeira, processos de secagem, diferentes utilizações de resíduos madeireiros, e levantamentos florestais.

Na sequência são expostos trabalhos voltados à educação agrícola, envolvendo questões socioeconômicas e de inclusão rural.

O organizador e a Atena Editora agradecem aos autores por compartilharem seus estudos tornando possível a elaboração deste e-book.

Esperamos que a presente obra possa contribuir para novos conhecimentos que proporcionem o desenvolvimento social e sustentável das Ciências Agrárias.

Boa leitura!

Júlio César Ribeiro

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

AGROECOLOGIA, CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO E QUESTÃO AGRÁRIA  
BRASILEIRA

Luís Almeida Santos

**DOI 10.22533/at.ed.7332013101**

### **CAPÍTULO 2..... 7**

ATRIBUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO EM ÁREAS SOB  
DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO NO ESTADO DE GOIÁS

Larissa Gabriela Marinho da Silva

Eliana Paula Fernandes Brasil

Wilson Mozena Leandro

Aline Assis Cardoso

Welldy Gonçalves Teixeira

Cristiane Ribeiro da Mata

Tamara Rocha dos Santos

Mariana Aguiar Silva

Leonardo Rodrigues Barros

Joyce Vicente do Nascimento

Caio de Almeida Alves

Caio César Magalhães Borges

**DOI 10.22533/at.ed.7332013102**

### **CAPÍTULO 3..... 20**

COMPOSTAGEM E HORTA ORGÂNICA: UMA FORMA DE SUSTENTABILIDADE  
NA FACULDADE CIÊNCIAS DA VIDA

Fernanda Pereira Guimarães

Flávia Ferreira Mendes Guimarães

Iara Campolina Dias Duarte

Bruna Grazielle Antunes Medeiros

Caio Luís Ramos Mendes

Camila Lopes de Castro Alves

Débora Lopes Alves Pereira

Fernando de Jesus Silva Maciel

Samuel Jesus Amancio Bernardo

Sérgia Mara dos Santos

Alessandra Duarte Rocha

Ana Paula Guimarães de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.7332013103**

### **CAPÍTULO 4..... 31**

EXTRATOS AQUOSOS DA BUVA SOBRE A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE  
SOJA

Dandara Maria Peres

Jéssica Zanelatto Barbosa

Ana Paula Morais Mourão Simonetti

Jessica Cristina Urbanski Laureth  
Amanda Silva Costa  
Fábio Santos Corrêa da Luz  
Rafael Aranha Neto  
Jaqueline Gabriela Cantú

**DOI 10.22533/at.ed.7332013104**

**CAPÍTULO 5..... 39**

**CRESCIMENTO DE FORRAGEIRAS DA ESPÉCIE *Panicum* SOB DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO FOSFATADA EM SOLO AMAZÔNICO**

Luciano Augusto Souza Rohleder  
Jaiara Almeida de Oliveira  
Carlos Alexandre dos Santos Querino  
Juliane Kayse Albuquerque da Silva Querino  
Marcos André Braz Vaz

**DOI 10.22533/at.ed.7332013105**

**CAPÍTULO 6..... 51**

**QUALIDADE DE SEMENTES DE MAXIXE SUBMETIDAS AO ESTRESSE SALINO**

Andréa dos Santos Oliveira  
Beatriz Fernanda Silva Lima  
Tanismare Tatiana de Almeida

**DOI 10.22533/at.ed.7332013106**

**CAPÍTULO 7..... 59**

**DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO NO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA SALSA**

Diocles Zampieri Dalla Costa  
Geverton Adriel Grevenhagem  
Adriel Henrique Papke  
Gustavo Zulpo  
Elias Abel Barboza  
Ilvandro Barreto de Melo  
Leonita Beatriz Girardi  
Andrei Retamoso Mayer  
Katia Trevizan  
Alice Casassola

**DOI 10.22533/at.ed.7332013107**

**CAPÍTULO 8..... 67**

**EFICIÊNCIA DA RESISTÊNCIA GENÉTICA NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA**

Jean Dalberto  
Darlan Dalla Rosa  
Márcio Andrei Fusiger  
Leonardo Masiero  
Mariéli Spies  
Alice Casassola

Rafael Goulart Machado  
Gabriela Tonello  
Kátia Trevizan

**DOI 10.22533/at.ed.7332013108**

**CAPÍTULO 9..... 75**

**AVALIAÇÃO DO PERCENTUAL DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS COM A UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES HERBICIDAS NA CULTURA DO MILHO**

Denilso José Mombelli  
Diego Adriano Barth  
Adroaldo Berti  
Jarbas Kraemer  
Allison Berghahn  
Ilvandro Barreto de Melo  
Leonita Beatriz Girardi  
Ritielei Baptista Manbrin  
José de Alencar Lemos Vieira Junior  
Rodrigo Luiz Ludwig

**DOI 10.22533/at.ed.7332013109**

**CAPÍTULO 10..... 85**

**FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS: ABORDAGEM SOBRE A EXPANSÃO DE USO, MECANISMOS DE DISSEMINAÇÃO E ATUAIS APLICAÇÕES**

Lucas Faro Bastos  
Diego Lemos Alves  
Mizael Cardoso da Silva  
Fernanda Valente Penner  
Alessandra Jackeline Guedes de Moraes  
Ana Paula Magno do Amaral  
Josiane Pacheco Alfaia  
Alice de Paula de Sousa Cavalcante  
Gledson Luiz Salgado de Castro  
Gleiciane Rodrigues dos Santos  
Gisele Barata da Silva  
Telma Fátima Vieira Batista

**DOI 10.22533/at.ed.73320131010**

**CAPÍTULO 11..... 98**

**ATMOSFERA MODIFICADA ATIVA NA CONSERVAÇÃO DE PÊSSEGO CV TROPIC BEAUTY MINIMAMENTE PROCESSADO**

Andres Felipe Gaona Acevedo  
Juliana Aparecida dos Santos  
Vander Rocha Lacerda  
Rogério Lopes Vieites

**DOI 10.22533/at.ed.73320131011**

**CAPÍTULO 12..... 104**

**DESEMPENHO DE BOVINOS DE CORTE EM AZEVÉM EM SISTEMAS DE**

**INTEGRAÇÃO LAVOURA E PECUÁRIA (ILP) COM LEVANTAMENTO DE PLANTAS  
NA EMBRAPA PECUÁRIA SUL**

João Batista Beltrão Marques

Ana Cristina Mazzocato

**DOI 10.22533/at.ed.73320131012**

**CAPÍTULO 13.....117**

**NUTRIENTES FUNCIONAIS NA DIETA DE LEITÕES**

Leonardo Augusto Fonseca Pascoal

David Rwbystanne Pereira da Silva

Jordanio Fernandes da Silva

Jonathan Mádson dos Santos Almeida

Aparecida da Costa Oliveira

Jorge Luiz Santos de Almeida

**DOI 10.22533/at.ed.73320131013**

**CAPÍTULO 14..... 142**

**EFFECTS OF YEAST CELL WALL ASSOCIATED WITH ORGANIC ACID BLEND  
ON POST-WEANING DIARRHEA AND PERFORMANCE IN PIGLETS**

Klaus Männer

Arie van Ooijen

Melina Aparecida Bonato

Liliana Longo Borges

Ricardo Luís do Carma Barbalho

**DOI 10.22533/at.ed.73320131014**

**CAPÍTULO 15..... 159**

**CARACTERIZAÇÃO BIOCLIMÁTICA DE UM AVIÁRIO DE POSTURA NO  
SEMIÁRIDO PARAIBANO**

Marcelo Helder Medeiros Santana

Sergio Antônio de Normando Moraes

Nathalya Kelly Alves Dias

Jalceyr Pessoa Figueiredo Júnior

Matheus Ramalho de Lima

Élcio Gonçalves dos Santos

Ana Maria Medeiros de Albuquerque Santana

**DOI 10.22533/at.ed.73320131015**

**CAPÍTULO 16..... 167**

**ESTRUTURAS DE MADEIRA: UM OLHAR PARA A FORMAÇÃO ACADÊMICA  
DOS FUTUROS PROFISSIONAIS**

Bruna Fernandes do Nascimento

Diego Felipe Leal de Sousa

Edehigo Feitosa de Santana

Eudes de Souza Barbosa

Eustaquio Almeida

Lucas Nascimento de Carvalho

**DOI 10.22533/at.ed.73320131016**

**CAPÍTULO 17..... 173**

**COMPARAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DAS MADEIRAS DE  
*Cecropiadistachya* E *Cecropiasciadophylla***

José Cicero Pereira Júnior  
Renata Ingrid Machado Leandro  
Felipe de Souza Oliveira  
Rick Vasconcelos Gama  
Sabrina Benmuyal Vieira  
Agust Sales  
Marco Antonio Siviero  
Paulo Cezar Gomes Pereira  
Madson Alan da Rocha Souza  
João Rodrigo Coimbra Nobre  
Iêdo Souza Santos

**DOI 10.22533/at.ed.73320131017**

**CAPÍTULO 18..... 181**

**DIAGNÓSTICO DE OTIMIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE SECAGEM DE LÂMINAS  
DE PARICÁ**

Hiogo Maciel da Silva Araújo  
Gabriel Moura Martins  
Márcio Franck de Figueiredo  
Iêdo Souza Santos  
Juliana Fonseca Cardoso  
Raul Negrão de Lima

**DOI 10.22533/at.ed.73320131018**

**CAPÍTULO 19..... 188**

**PIRÓLISE E SUBPRODUTOS DA MADEIRA DE ESPÉCIES DO SEMIÁRIDO  
BRASILEIRO**

Álison Moreira da Silva  
Luis Filipe Cabral Cezario  
Ananias Francisco Dias Júnior  
Thiago de Paula Protásio  
José Otávio Brito  
Natália Dias de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.73320131019**

**CAPÍTULO 20..... 195**

**ESPÉCIES NATIVAS DE CERRADO DE USO ATUAL OU POTENCIAL DA REGIÃO  
DE BARBACENA-MG, BRASIL**

Santuza Aparecida Furtado Ribeiro  
Roni Peterson Carlos  
Glauco Santos França  
José Emílio Zanzirolani de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.73320131020**

<b>CAPÍTULO 21.....</b>	<b>209</b>
<b>MARKETING VERDE DE PRODUTOS FLORESTAIS: UMA PERCEPÇÃO DOS DISCENTES DO CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL NO ESTADO DE ALAGOAS, BRASIL</b>	
Amanda Freitas de Oliveira	
Ewerson Bruno de Albuquerque Costa	
Jasiel Firmino de Lima	
Mariana da Silva Leal	
Aline Evelle da Silva Lima	
Carolina Rafaela da Silva	
Andrea de Vasconcelos Freitas Pinto	
Carlos Frederico Lins e Silva Brandão	
Mayara Dalla Lana	
Pollyanna Roberta Santa Cruz Ribeiro	
Maria José Holanda Leite	
Diogo José Oliveira Pimentel	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73320131021</b>	
<b>CAPÍTULO 22.....</b>	<b>217</b>
<b>AVALIAÇÃO PARCIAL DE INDICADORES DO PROGRAMA DE AGRICULTURA DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO</b>	
Siro Paulo Moreira	
Edson Aparecido dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73320131022</b>	
<b>CAPÍTULO 23.....</b>	<b>229</b>
<b>HORTA ORGÂNICA COMO INSTRUMENTO PARA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E INCLUSÃO SOCIAL</b>	
Vânia Silva de Melo	
Dandara Lima de Souza	
Eduardo Luiz Raiol Padilha	
Jonathan Dias Marques	
Simon da Cunha Tenório	
Mário Lopes da Silva Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73320131023</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>240</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>241</b>

Data de aceite: 01/10/2020

### **Leonardo Augusto Fonseca Pascoal**

Universidade Federal da Paraíba  
Bananeiras-PB, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/2039941023919671>

### **David Rwbystanne Pereira da Silva**

Universidade Federal da Paraíba  
Areia -PB, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5940695504107351>

### **Jordanio Fernandes da Silva**

Universidade Federal da Paraíba  
Areia-PB, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5131293806941125>

### **Jonathan Mádson dos Santos Almeida**

Universidade Federal da Paraíba  
Areia-PB, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/0311596467575579>;

### **Aparecida da Costa Oliveira**

Universidade Federal da Paraíba  
Areia-PB, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6137192274011518>

### **Jorge Luiz Santos de Almeida**

Universidade Federal da Paraíba  
Areia-PB, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6797323618523787>

**RESUMO:** O presente trabalho tem o objetivo de apresentar os principais nutrientes responsáveis pela melhoria dos principais parâmetros fisiológicos avaliados em leitões recém-desmamados, como também na nutrição

de suínos em geral. Com isso, abordamos de forma clara, toda a ação de aminoácidos, ácidos graxos, fibras, vitaminas e minerais, como também, a importância da imunonutrição na fase de creche. Diante do exposto, podemos concluir que os nutrientes apresentam papel fundamental no desenvolvimento dos animais, como também na funcionalidade do metabolismo e da fisiologia dos animais na fase de creche.

**PALAVRAS-CHAVE:** Nutrientes, leitões, fisiologia, metabolismo.

### **FUNCTIONAL NUTRIENTS IN THE DIET OF PIGLETS**

**ABSTRACT:** The present work has the objective of presenting the main nutrients responsible for the improvement of the main physiological parameters evaluated in newly weaned piglets, as well as in the nutrition of swine in general. With this, we clearly address all the action of amino acids, fatty acids, fibers, vitamins and minerals, as well as the importance of immunonutrition in the nursery phase. Given the above, we can conclude that nutrients play a fundamental role in the development of animals, as well as in the functionality of the metabolism and physiology of animals in the nursery phase.

**KEYWORDS:** Nutrients, piglets, physiology, metabolism.

### **INTRODUÇÃO**

Na suinocultura a busca por alternativas aos antibióticos promotores de crescimento e o aumento na eficiência produtiva com a produção de alimentos saudáveis, tem estimulado os

pesquisadores a buscar por alternativas, menos invasivas e mais aceitas pelo mercado consumidor. Neste contexto, nos últimos anos, a descoberta de nutrientes funcionais que apresentam características especiais, auxilia em atividades fisiológicas e ainda, desempenham importante papel na melhoria da saúde dos animais, tem sido objeto de estudo de diversos pesquisadores no mundo.

Diversos nutrientes têm sido pesquisados como alternativa para melhorar o desempenho dos animais, entre eles alguns aminoácidos, gorduras, fibras dietéticas, minerais e vitaminas que apresentam propriedades de estímulo potencial às células do organismo, como também no fortalecimento da integridade de mucosas e regulação do metabolismo de importantes hormônios que regulam o desenvolvimento de tecidos e órgãos específicos.

Os nutrientes funcionais podem ser divididos em três grupos: os com atividade imunomoduladora, que agem melhorando o sistema imune (Abbas et al., 2008) contra patógenos e células tumorais, dentre estes nutrientes destaca-se alguns aminoácidos, vitaminas e minerais; os nutrientes funcionais com função antioxidante (Lobo et al., 2010), que combatem processos de oxidação e diminuem o desenvolvimento de patologias como doenças crônicas e infecções agudas; e os ácidos graxos polinsaturados (Infoescola, 2020) e ômega 6 que possuem ação preventiva contra patologias relacionados ao sistema cardiovascular e melhoramento da composição de carcaças.

Todos esses nutrientes quando utilizados de forma correta, apresentam-se como aliados na nutrição de leitões, principalmente no pós desmame, uma vez que nessa fase os animais costumam apresentar diversos problemas relacionados aos processos fisiológicos de natureza digestiva e imunológica.

## **DESENVOLVIMENTO**

### **Nutrientes funcionais**

Na atualidade tem-se dado bastante ênfase na alimentação como agente de promoção de saúde, isso, devido ao fato de alguns nutrientes exercerem papel importante nos processos metabólicos além daqueles que já são conhecidos, como fornecimento de energia e nutrientes. Neste contexto, surge o conceito de alimentos funcionais que quando empregada de forma adequada, exerce papel que ultrapassa o âmbito da nutrição convencional, podendo prevenir ou retardar doenças tais como as cardiovasculares, câncer, infecções intestinais, obesidade, dentre outras (Bidlack & Wang, 1999; Borges, 2000).

O conceito de alimentos funcionais é amplo, e defende a suposição de que a dieta pode controlar e modular as variadas funções orgânicas, contribuindo para a manutenção da saúde e reduzindo o risco de acometimentos por morbidades. Para

determinar um alimento como funcional alguns critérios são estabelecidos: exercer ação metabólica ou fisiológica, integrar a alimentação usual e, por fim, os alimentos funcionais não são destinados ao tratamento ou cura das doenças (Borges, 2000).

Dentro desta classe de alimentos podemos destacar os nutrientes e as nutrecinas que são definidas como componentes bioativos presentes nos alimentos funcionais que podem exercer influência no status imune, virulência a patógenos, proliferação de células, danos e reparos ao DNA e estresse oxidativo de células (Adams, 2007). Dentre os nutrientes e as nutrecinas podemos citar a fibra dietética, vitaminas, minerais, os ácidos graxos, fitoquímicos, peptídeos ativos, prebióticos e os probióticos (Borges, 2000).

### **Desmame x Saúde intestinal**

O desmame é um momento crítico na produção de suínos, por reunir diversos fatores que podem prejudicar o desenvolvimento dos animais. O leitão tem o sistema digestório ainda em desenvolvimento, produção insatisfatória de enzimas específicas para digestão de ingredientes de origem vegetal e alta demanda por nutrientes.

A imaturidade relacionada ao sistema digestório dos leitões pode estar relacionada há vários fatores, como a idade ao desmame, a quantidade e composição da dieta ingerida e o tempo para as enzimas digestivas se adaptarem as mudanças no ambiente fisiológico e social dos animais (Van Djik et al., 2001). Esses fatores influenciam a proliferação e o estado de diferenciação do epitélio intestinal, tendo um impacto significativo no desenvolvimento do intestino e, conseqüentemente, sobre a absorção de nutrientes.

Lalles et al. (2004) relataram menor atividade das lactases e aminopeptidases de dois a quinze dias pós-desmame em dietas comuns para leitões, enquanto a maltase reduziu nos dois primeiros dias, ocorrendo um aumento de sua produção depois de oito a quinze dias pós-desmame. Alterações no metabolismo de aminoácidos também são conseqüências do desmame de leitões podendo afetar a síntese proteica e, conseqüentemente, a deposição de tecido muscular, podendo levar os animais a anorexia (Montagne et al., 2007). Concomitantemente, no desmame há redução no consumo de lactose com conseqüente diminuição na produção de ácido láctico no estômago, que associada à síntese insuficiente de ácido clorídrico neste órgão pelo leitão, causa elevação no pH estomacal dos animais (Ferreira, 2003).

A acidez, forma importante meio protetor no intestino delgado à adesão de microrganismos patogênicos no epitélio. O conteúdo estomacal deve apresentar pH de 2,0 a 3,5, que além de servir para a diminuição da carga bacteriana do quimo, proporciona adequada ação da pepsina (Aumaitre, 2000). A não acidez do conteúdo

recebido do estômago tem como consequência, a digestão incompleta, que não ativam, de forma efetiva, as secreções de secretina e colecistoquinina (CCK) pelos receptores da parede do duodeno, que por sua vez, prejudicarão as secreções de tripsina, amilase, quimotripsina e lipase pelo pâncreas; de bicarbonato de sódio pelas glândulas de Brunner e dos sais biliares pelo fígado e de maltase, sacarase e dipeptidases pelas células do intestino delgado (Lidemann, 1986).

Todos esses fatores citados anteriormente afetam o funcionamento dos processos digestivos de leitões ao desmame, favorecendo as bactérias dos intestinos delgado e grosso meio rico em substratos, que poderá gerar um desequilíbrio e favorecimento a proliferação de patógenos, que durante o processo de fermentação, aderem-se à mucosa intestinal, liberam toxinas, agravando os danos as estruturas morfológicas do intestino (Molly, 2001). Em outras palavras, a baixa capacidade temporária dos leitões em acidificar o conteúdo gástrico, o acúmulo de alimentos não digeridos no intestino delgado e a fermentação da proteína no intestino grosso, são fatores envolvidos na proliferação de bactérias patogênicas, prejudiciais aos animais (Lalles et al., 2007).

Os microrganismos que por ocasião podem ser aderidos à mucosa intestinal, causam alteração na estrutura do intestino delgado e constitui-se em importante mecanismo para o aparecimento de diarreias nos leitões. O baixo consumo de ração verificado após o desmame também pode levar a alterações morfológicas (encurtamento e mudança da forma das vilosidades, hiperplasia das células da cripta e aumento da mitose no epitélio celular) e funcionais no intestino. Essas mudanças podem acarretar em declínio da função intestinal com redução nas atividades enzimática e absorptiva, resultando em diarreia e baixo desempenho nos leitões desmamados. Assim, é extremamente importante aumentar o consumo de alimento nos animais desmamados para que a ocorrência de diarreia seja reduzida e o ganho de peso aumentado (Lima et al., 2009).

O epitélio exerce ainda uma defesa fisiológica importante na secreção de fluido e mucina, juntamente com IgA secretória, para dentro do lúmen, tendo como função básica a neutralização de substâncias nocivas ao epitélio e a saúde do indivíduo (Soderholm, 2001). Caracteriza-se ainda, por uma população celular dinâmica e continuada. Assim as células epiteliais encontradas nas criptas são imaturas e tornam-se cada vez mais diferenciadas à medida que se deslocam no sentido apical da vilosidade.

Por isso a importância de se estudar fatores que favoreçam o crescimento e a manutenção das células do sistema digestório, como também avaliar a integridade física da mucosa diante de alimentos que possibilitem e apresentem uma importância funcional para o desenvolvimento e manutenção da saúde intestinal nos animais durante o período pós-desmame.

## Imunonutrição

A saúde animal é um ponto crítico no sistema de produção. Alguns nutrientes imunomoduladores podem fortalecer a imunidade de animais saudáveis e melhorar as respostas imunológicas de animais doentes. Imunomoduladores são substâncias que atuam no sistema imune conferindo aumento da resposta orgânica contra determinados microrganismos (Santos et al., 2015).

A resposta imune é dependente de replicação celular e da síntese de compostos proteicos ativos, e isso requer uma alta demanda energética. Desta forma, é fortemente afetada pelo status nutricional do animal, que determina a habilidade metabólica celular e a eficiência com que a célula reaja aos estímulos, iniciando e dando continuidade ao sistema de proteção do organismo.

A nutrição, portanto, exerce influência na modulação do sistema imune e na melhoria da resistência dos animais à infecção, já que nutrientes são necessários para a multiplicação celular durante a resposta imune, principalmente de células (fagócitos e linfócitos) e a síntese de quatro moléculas efetoras (anticorpos, sistema complemento, óxido nítrico e lisozimas) ou de moléculas relacionadas à comunicação das células (citocinas e mediadores inflamatórios) que compõem o sistema imunológico (Volman et al., 2008).

Segundo Calder (2003), o potencial para modular a atividade do sistema imunológico através da intervenção de nutrientes específicos é denominado imunonutrição. E este conceito pode ser aplicado a qualquer situação em que uma fonte de nutrientes é utilizada para estimular ou modificar as respostas imunológicas de um indivíduo.

Vários nutrientes têm sido estudados para avaliar a sua relação com o sistema imunológico dos animais, entre eles, aminoácidos, ácidos graxos, vitaminas A, D, E, piridoxina, cianocobalamina, ácido fólico, Fe, Zn, Cu, Mg e Se, para os quais já se estabeleceram a estreita relação existente entre seu status orgânico e o funcionamento do sistema imune.

Diminuição de anticorpos humorais, da superfície de mucosas, da imunidade celular, da capacidade de fagocitose por algumas células, da produção de complemento, do número total de linfócitos, do equilíbrio dos subtipos de linfócitos T e dos mecanismos inespecíficos de defesa são consequências de deficiências nutricionais (Brunetto et al., 2007), já que em animais que apresentam alguma patologia ou desordem nutricional, mesmo que subclínica, ocorre também a diminuição da função imune. No entanto, outros fatores não nutricionais também podem estar causando a imunossupressão. Com isso, a utilização de nutrientes específicos que tem ação comprovada sobre o sistema imunológico e tem sido utilizado para modular a resposta do indivíduo ao agente estressor.

Na produção de suínos, principalmente na fase de pós desmame, os estressores de origem física são os principais causadores de depressão do sistema imune de leitões. Dentre estes agentes se destacam: a mudança de ambiente e do tipo de alimento utilizado logo após o desmame, separação da matriz, mistura de leitegadas, fatores esses que favorecem disputas hierárquicas. Quanto à nutrição, um dos maiores problemas do desmame de leitões decorre do baixo consumo de alimento ou anorexia transitória, especialmente na primeira semana, resultante da deficiência de energia que, por sua vez, pode levar à redução do crescimento (Graña, 2007). A maioria dos microrganismos patogênicos que infectam o animal encontram defesas inespecíficas persistentes. A inespecificidade de defesa do hospedeiro constitui a imunidade inata, por ser inerente ao organismo e pela capacidade de resposta não mudar ou adaptar-se de uma infecção para outra (Colditz, 2002; Wood, 2006). A primeira estratégia de defesa do organismo são as barreiras físicas à invasão, seguido por uma cascata de reações pró-inflamatórias e uma resposta celular e humoral que resultará no controle da infecção ou a multiplicação do patógeno e agravamento do estado clínico do animal.

A integridade das mucosas, como também a ativação de células do sistema imunológico é dependente de energia (Wood, 2006), com foi dito anteriormente, e outros nutrientes podem auxiliar nesse processo de recrutamento e comunicação entre células de defesa. Por isso, há a necessidade de se conhecer quais os nutrientes que possuem ação moduladora no sistema imune e como ocorre a sua ação.

### **Fibra dietética**

A fibra é considerada um conjunto de agregados químicos dentre os quais Neumann (2002) destaca a celulose, hemicelulose, lignina, proteína, e compostos minoritários. Ainda para este autor, o método para obtenção da fibra deve estar de acordo com os princípios biológicos ou com sua utilidade empírica.

De acordo com Bertechini (2006), foi um pesquisador francês chamado Van Soest em 1967, que desenvolveu um método de fracionamento dos constituintes de acordo com a solubilidade dos compostos em meios com pH variável, nos quais foram determinados a FDN (Fibra em Detergente Neutro) e a FDA (Fibra em Detergente Ácido).

Os nutricionistas ainda não chegaram a um consenso sobre a definição exata das fibras, bem como sobre sua concentração para otimizar o consumo de energia, embora ela seja usada há mais de um século. Todavia, de acordo com a literatura, a fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) é o método químico que apresenta melhor correspondência com o tipo de fibra a ser usada na dieta de ruminantes, e a fibra dietética na nutrição de não ruminantes, embora a FDN também tenha sido

utilizada para este fim (Neumann, 2002; Retore, 2009).

Um conceito relativamente recente é o da fibra dietética que segundo Hetland et al. (2004) são os polissacarídeos não amiláceos (PNA's) e lignina. De acordo com Choct (2001), os PNA's são divididos em três grandes grupos: a celulose, os polissacarídeos não celulósicos (arabinoxilanas, beta-glucanas, mananas, galactanas, xiloglucanas e fructanas) e os polissacarídeos pectínicos (ácidos poligalacturônicos).

De modo geral, a inserção da fibra na alimentação animal, pode ocasionar alterações em funções fisiológicas, como a taxa de excreção endógena, trânsito do alimento pelo trato gastrointestinal, e alterações no bolo alimentar e digesta, tais como a capacidade de hidratação, o volume, o pH, ou ainda, alterações nas populações e na atividade da microbiota intestinal (Refstie et al., 1999; Van Soest, 1994; Annison & Choct, 1994; Wenk, 2001). Em leitões recém-desmamados é possível observar alguns benefícios da utilização de PNA's na dieta, mesmo apresentando baixo aproveitamento dos polissacarídeos um deles é o estímulo ao desenvolvimento do trato digestório (Longland et al., 1994), associado a melhoria no estado de saúde dos animais (Aumaitre, 1969). Tais benefícios podem ser atribuídos ao fato da fibra dietética atuar como substrato para a fermentação microbiana no interior do intestino, produzindo ácidos graxos de cadeia curta que agem como moduladores da microbiota patogênica (Wenk, 2001). Além disso, a fibra dietética possui propriedades físico-químicas, que podem acelerar a passagem da digesta e reduzir a atividade bacteriana (Smits & Annison, 1996).

A fibra alimentar pode ser dividida em dois grandes grupos: a fibra insolúvel e a fibra solúvel (Retore, 2009). Entretanto, deve-se destacar que o termo fibra refere-se a uma grande quantidade de substâncias, incluindo as purificadas, as semi-purificadas ou aquelas derivadas da parede celular das plantas (Guillon & Champ, 2000).

### **Fibra solúvel**

Fazendo um apanhado da opinião de diversos autores, Retore (2009) afirmou que a fibra solúvel é composta por PNA's hidrossolúveis estruturais, como as beta-glucanas, arabinoxilanas e pectinas, além de outras substâncias, como as gomas e as mucilagens. A fibra solúvel, geralmente, apresenta-se mais ramificada e com grande quantidade de grupos hidrofílicos na sua estrutura o que lhes confere maior capacidade de hidratação que a fibra insolúvel (Annison & Choct, 1994; Stephen & Cummings, 1979).

Há numerosos trabalhos que associam a maior viscosidade da digesta com o alto teor de fibra solúvel, colaborando para um trânsito mais lento desta. Essa maior viscosidade, dificulta a ação de enzimas e sais biliares no bolo alimentar,

ocasionando redução na digestão de nutrientes. Por outro lado, a fração solúvel da fibra também está relacionada ao aumento na produção de massa bacteriana, e aumento da produção de AGCC, os quais podem ser absorvidos e utilizados metabolicamente para a energia de manutenção ou influenciar outros processos metabólicos e fisiológicos que se refletirão sobre o desempenho animal ou sobre a saúde (Bedford & Classen, 1992; Refstie et al., 1999; Guillon & Champ, 2000).

### **Fibra insolúvel**

A fibra insolúvel é formada pelos componentes insolúveis da parede celular vegetal, tais como a celulose, hemiceluloses insolúveis, lignina, taninos e compostos minoritários. O aumento nos teores de fibra insolúvel na dieta pode provocar diminuição no tempo de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal, e a diluição da energia da dieta, levando os animais a compensarem no consumo para atingir os níveis energéticos exigidos para o crescimento, desenvolvimento e produção. A matriz insolúvel da parede celular é resistente ainda à ação dos microrganismos no intestino delgado. Desta forma, mantém-se a capacidade de hidratação e a atuação como barreira física que pode limitar o acesso das enzimas digestivas, diminuindo a digestão e absorção dos nutrientes (Warner, 1981; Warpechowski, 1996; Vanderroof, 1998).

Larbier e Leclerq (1994) constataram que o aumento da fibra insolúvel na dieta, aumenta a excreção endógena de nitrogênio e a massa bacteriana nas fezes. Isso levou os autores a deduzirem que o excesso no consumo de fibra insolúvel causa aumento na quantidade de substratos endógenos e exógenos, disponíveis à fermentação bacteriana na região ceco cólica, e é nesta região onde as populações bacterianas exercem maior atividade do que as presentes no restante do trato digestivo dos não ruminantes, pois são mais diversificadas.

Os ácidos graxos voláteis, produzidos a partir da fermentação dos microrganismos do TGI, podem ser absorvidos e utilizados nos enterócitos como fonte de energia. Também podem influenciar a absorção e a deposição de gordura, o metabolismo do colesterol e a proliferação das células epiteliais (Ferreira, 1994; Kritchevsky, 1997; Sakata, 1987).

### **Aspectos funcionais da fibra dietética**

A fibra pode ser benéfica devido a certos efeitos fisiológicos, como aumentos das taxas de secreções gástricas e intestinais, do turnover dos enterócitos e estímulo à motilidade intestinal (Whitney et al., 2006). A saúde intestinal é fator essencial para o bom aproveitamento dos nutrientes da dieta e, nesse sentido, o conhecimento da composição e quantidade de AGCC produzidos no trato digestório, é de fundamental importância para o entendimento das alterações digestivas e microbiológicas. Além

disso, os AGCC podem influenciar as estruturas e funções do intestino de maneira positiva e também a produção de muco. Assim, a inclusão de fibra dietética pode reduzir a incidência e duração de diarreias infecciosas e favorecer a reidratação de leitões recém desmamados (Montagne et al., 2003).

Neste sentido, Cummings (1981) relata que a fermentação da fibra dietética causada pelas bactérias no ceco, resulta em produção de AGCC, predominantemente acetato, propionato e butirato, assim como lactato e succinato. Além de água e vários gases, dependendo do tipo de carboidrato a ser degradado. Estes AGCC são utilizados de diferentes formas pelo organismo. Acetato é carregado para o fígado e atua como fonte de energia para os músculos. Propionato é convertido em glicose no fígado, além de inibir certos enteropatógenos, como as Salmonelas. Butirato é a maior fonte de energia para as atividades metabólicas, estimulando o crescimento das células epiteliais dos intestinos delgado e grosso (Roediger, 1982).

Os AGCC podem inibir o crescimento de muitos patógenos, visto que a maioria prefere ambientes neutros ou ligeiramente alcalinos para seu desenvolvimento (Gibson e Wang, 1994), havendo correlação negativa entre pH e desenvolvimento de *Escherichia coli* e *Clostridium perfringens* (Wang e Gibson, 1993). No intestino grosso, os AGCC estimulam as reabsorções de água e sódio, diminuindo o risco de diarreia (Roediger e Moore, 1981).

A fibra dietética atua na melhoria da saúde intestinal por três mecanismos, o primeiro aumenta a secreção de saliva, suco gástrico, suco pancreático e de bile, que contêm enzimas bactericidas e peptídeos antibacterianos. Segundo, altera a função secretória do epitélio interferindo na aderência bacteriana. E terceiro, estimula a motilidade intestinal e a taxa de turnover de enterócitos (Whitney et al. 2006).

O mecanismo de atuação da fibra dietética sobre o sistema imune não está bem estabelecido e inúmeras hipóteses têm sido propostas e discutidas. Uma delas é que a fibra não é hidrolisada e nem absorvida na parte superior do trato gastrointestinal, tornando-se substrato para uma ou um número limitado de bactérias benéficas que irão colonizar o trato, alterando a microbiota (Schley e Field, 2002). Estudos demonstraram que alguns tipos de fibra dietética aumentam o número de linfócitos e leucócitos no sangue e das imunoglobulinas (IgA) no tecido linfóide associado ao intestino (Schley e Field 2002).

Várias estratégias para utilizar a fibra dietética dos alimentos, seja ela de natureza solúvel ou insolúvel, na tentativa de manipular a microbiota intestinal, e reduzir a colonização por patógenos vêm sendo estudadas. Neste sentido, Schiavon et al. (2004) avaliaram a inclusão de 12% de polpa de beterraba como fonte de fibra solúvel em dietas sem antibióticos sobre o desempenho e a saúde de leitões desmamados aos 21 dias. Esses autores verificaram que a inclusão desta fonte de fibra melhorou o desenvolvimento do trato digestório, causando mudanças benéficas

na microbiota e melhoria no estado de saúde dos leitões.

A inclusão de carboidratos fermentáveis como amido, polpa de beterraba, farelo de trigo, casca de soja, casca de cevada entre outros nas dietas, tem sido uma estratégia efetiva para controlar a proteólise microbiana (Shi & Noblet, 1993; Piva et al. 1996; Awati et al. 2006). O excesso de fermentação de proteína no intestino grosso resulta em aumento na concentração de amônia no colón, predispondo o leitão à diarreia no pós-desmame (Dong et al. 1996). Neste contexto, Awati et al. (2006) avaliaram a inclusão de carboidratos fermentáveis nas dietas de leitões desmamados e observaram redução na fermentação da proteína ao longo do trato gastrointestinal, diminuindo a concentração de amônia nas fezes.

A fibra insolúvel não interfere significativamente na viscosidade intestinal (Smits e Annison, 1996) e atua na regulação do consumo com melhoria na digestibilidade de alguns nutrientes quando em pequenas quantidades (Hetland et al., 2004). Além disso, possui propriedades físico-químicas, que podem acelerar a passagem da digesta e reduzir a atividade bacteriana (Smits e Annison, 1996). Han et al. (2005) testando quatro níveis (0; 0,3; 0,6 e 0,9%) de inclusão de uma fonte purificada de fibra insolúvel (Vitacel®) concluíram que a inclusão de 0,3% melhorou a digestibilidade dos nutrientes e da energia e o desempenho de leitões recém desmamados.

Pelos diferentes modos de atuação dos componentes da fibra, alguns trabalhos têm sido realizados com diferentes ingredientes fibrosos, sendo eles subprodutos ou fontes purificadas. Freire et al. (2000), avaliando quatro fontes de fibra (farelo de trigo, polpa de beterraba, casca de soja e farelo de alfafa) sobre a digestibilidade, produção de AGCC e o tempo de trânsito em leitões desmamados, concluíram que o farelo de alfafa demonstrou ser o mais efetivo na regulação do trânsito digestivo.

Neste sentido, Högberg e Lindberg (2004) avaliando dietas para leitões logo após o desmame baseadas em cereais e seus subprodutos verificaram que as dietas com altos níveis de PNA's proporcionaram incrementos no ganho de peso, porém reduziram a digestibilidade da matéria orgânica e dos constituintes da fibra. Esses autores também observaram que dietas com altos níveis de PNA's aumentam a produção de ácidos orgânicos totais no estômago e íleo, e as proporções dos ácidos propiônico e butírico no íleo com alteração do ambiente intestinal em relação ao pH, e à população microbiana total.

Hedemann et al. (2006), verificaram que leitões desmamados que receberam a dieta contendo pectina purificada reduziram o consumo e apresentaram menores alturas de vilosidades e profundidades de cripta comparado ao grupo alimentado com casca de cevada. Estes mesmos autores observaram ainda que o maior nível de fibra insolúvel resultou em melhoria na morfologia intestinal e aumento da

atividade enzimática dos animais.

Resultados obtidos por Pascoal et al. (2012), ao avaliar diferentes fontes de fibra em dietas para leitões no período pós desmame verificaram que não houve efeito da inclusão das mesmas sobre o desempenho. Entretanto, a inclusão de celulose teve efeito benéfico no controle da diarreia, observando-se menor ocorrência nos animais alimentados com dieta contendo celulose, com piores resultados observados quando houve a inclusão da casca de soja e polpa cítrica nas dietas.

O efeito benéfico da adição de fontes fibrosas na dieta de leitões, buscando um aspecto funcional vai depender do tipo e da quantidade de fibra na dieta, visto que o suíno é um não ruminante de ceco simples, mais não se deve descartar o potencial uso deste nutriente visando melhorias na saúde intestinal e no seu desempenho produtivo.

### **Aminoácidos funcionais**

Os aminoácidos desempenham um importante papel para a manutenção da homeostase e o estado nutricional do corpo. Os aminoácidos que regulam vias metabólicas principais de células essenciais para sobrevivência, crescimento e reprodução dos animais foram recentemente propostos como aminoácidos funcionais (Wu, 2009) e engloba arginina, glutamina, treonina, triptofano, ácido glutâmico e leucina que são conhecidos como melhoradores da eficiência de utilização de proteínas na dieta de não ruminantes (Wang et al., 2008).

**Glutamina:** A glutamina é um dos aminoácidos mais importantes e mais abundante no organismo (Li et al., 2010) estando intimamente relacionado com a promoção da proliferação de células, como as células da mucosa intestinal, linfócitos e fibroblastos. É um importante substrato energético e de produção de nucleotídeos para enterócitos, hepatócitos, macrófagos, linfócitos e tecido linfóide associado ao intestino. Embora não seja considerado um aminoácido essencial. Durante uma situação de estresse prolongado, a produção tecidual deste, pode não atender as demandas sistêmicas e a glutamina se torna condicionalmente essencial (Fukatsu et al., 2011).

**Arginina:** AL-arginina é um aminoácido básico, além de ser o maior carregador de nitrogênio em humanos e animais, é um dos aminoácidos mais versáteis nas células, servindo como precursor para síntese não apenas de proteína, mas também de óxido nítrico, ureia, poliaminas, prolina, glutamato, creatina e agmatina (Morris, 1998). Dentre as funções da arginina, destaca-se, a participação na secreção de insulina pelas células  $\beta$  do pâncreas e do hormônio de crescimento (GH), além de atuar como modulador imunológico devido ao seu papel como um substrato para o sistema imune (Wu et al., 2009).

**Ácido glutâmico:** O ácido glutâmico é classificado como um aminoácido não essencial, porém, possui papel funcional, especialmente na mucosa intestinal, pois é o maior contribuinte para a produção de energia, atuando como precursor para o biossintese da glutatona e dos aminoácidos prolina e alanina, além de ser substrato no metabolismo intermediário (Reeds et al., 2000).

**Treonina:** A treonina é importante devido às suas diversas funções no sistema imune e digestório. Além de atuar na manutenção da saúde dos suínos, em especial dos leitões jovens. A treonina está diretamente envolvida na produção de mucina nas células caliciformes do intestino dos animais que protege e/ou aumenta a imunidade em leitões contra bactérias patogênicas, impedindo que elas consigam se aderir a mucosa intestinal (Pinheiro et al., 2014).

**Triptofano:** O L-triptofano, aminoácido essencial hidrofóbico polar, é precursor de compostos bioativos e limitantes para a síntese de proteínas (Pereira, 2007). Este aminoácido também é capaz de reduzir o estresse e a sensibilidade dos animais, pode determinar aumento no consumo de ração, melhorando a integridade gastrintestinal, estimulando a produção de enzimas digestórias e o desempenho geral de crescimento (Koopmans et al., 2006). A degradação do triptofano acontece em várias células do sistema imunológico que possuem a enzimaIDO, incluindo células apresentadoras de antígenos como macrófagos e células dendríticas, fibroblastos e trofoblastos da placenta, além de favorecer a produção de serotonina que desempenha papel fundamental na regulação de processos comportamentais e fisiológicos dos animais, tais como regulação de temperatura e apetite (Zhang et al., 2007).

**Leucina:** Estudos demonstram que a leucina tem um papel na sinalização da rapamicina nas células do intestino delgado de mamíferos estimulando a síntese proteica deste tecido e reduzindo a proteólise (Rhoads e Wu, 2009), o que pode ser interessante na preservação do epitélio intestinal de leitões neonatos, visto que nesta fase a uma grande alteração neste tipo de tecido. E a suplementação de L-leucina em dietas com baixa proteína podem auxiliar no crescimento e desenvolvimento dos tecidos corporais, melhorando assim o desempenho dos leitões (Zhang et al. 2013).

Vários estudos têm demonstrado a ação funcional destes aminoácidos quando suplementados na dieta de leitões neonatos ou desmamados, trazendo benefícios diretos à integridade da mucosa intestinal e ao sistema imune com consequente melhoria do desempenho produtivo. Na tabela 1 pode-se observar tais efeitos:

Aminoácido	Ação funcional	Referências
Treonina	Produção de mucina, aumento da secreção de IgA, aumento do número de células caliciformes e melhoramento das estruturas morfológicas intestinais.	Trevisi et al. (2016); Greaves (2015); Pinheiro et al. (2014); Ruth & Field (2013).
Arginina	Modulador do sistema imunológico, participação no metabolismo energético com participação na secreção de insulina pelas células do pâncreas e hormônio do crescimento.	Silva et al. (2015); Han et al. (2009); Liu et al. (2008); Wu et al. (2007).
Glutamina e ácido glutâmico	Substrato para as células do sistema digestório, favorece a multiplicação de enterócitos e reparação epitelial e é importante substrato energético para células do sistema imune.	Silva et al. (2015); Tucci et al. (2014); Li et al. (2010); Wu et al. (2009).
Triptofano	Favorece a produção de serotonina, favorece a integridade da mucosa intestinal e serve de substrato para células (principalmente as células apresentadoras de antígenos) do sistema imune que possuem a enzima IDO.	Greaves (2015); Tucci et al. (2014); Liu et al. (2013); Messori et al. (2013).

Tabela 1. Efeitos funcionais da suplementação aminoacídica em leitões.

O uso de aminoácidos visando atendimento nutricional é uma realidade na produção de suínos, porém ainda pouco explorado quando se trata de aspectos funcional, e o limites de suplementação ainda precisam ser melhor esclarecidos.

## Ácidos graxos

Os ácidos graxos são compostos que vem sendo pesquisados amplamente nas últimas décadas, e através destas pesquisas pode-se concluir que existe uma forte relação entre os ácidos graxos e as respostas inflamatórias tanto em humanos como em animais através da influência destes ácidos no complexo de lipídeos, lipoproteínas, metabólitos e a concentração de hormônios que influenciam processos inflamatórios (Calder, 2010).

Dentre os ácidos graxos podemos destacar alguns especialmente relevantes na nutrição e que desempenham papéis fundamentais nos processos metabólicos que afetam diretamente a saúde, como por exemplo, o ácido linolênico e o linoleico, designados comumente como ômega 3 e ômega 6, respectivamente. Os ácidos graxos podem ser classificados como essenciais e não essenciais, destes, os essenciais merecem especial atenção, pois não são sintetizados endogenamente e necessitam estar na dieta para poder suprir as necessidades do organismo. São considerados essenciais os ácidos linoleico, araquidônico, linolênico, eicosapentaenoico e docosaenoico. É importante ressaltar que o araquidônico pode ser sintetizado a partir do linoleico e o eicosapentaenoico e o docosaenoico

podem ser sintetizados a partir do linolênico (Verussa, 2015).

Nos suínos, os ácidos graxos podem ser sintetizados a partir do acetil-Co-A, obtendo o ácido palmítico (C16: 0), que pode ser alongado até ácido esteárico (C18: 0). A enzima  $\Delta$ 9-dessaturase pode adicionar uma dupla ligação entre os carbonos 9 e 10, resultando na conversão do ácido esteárico em ácido oleico (C18: 1  $\Delta$ -9). Esses animais não possuem a enzima  $\Delta$ -12 dessaturase para inserção de dupla ligação no carbono 12 e produzir o ácido linoleico (C18: 2  $\Delta$ -9,12) nem a enzima  $\Delta$ -15-dessaturase e, portanto, não podem converter o ácido linoleico em ácido  $\alpha$ -linolênico (C18: 3  $\Delta$ -9,12,15) (Mitchaonthai et al, 2008).

**Ômega 3:** De acordo com algumas pesquisas a suplementação com ômega 3 na dieta pode ter um impacto positivo na saúde de animais e seres humanos em diferentes casos de doenças de cunho inflamatório. (Serhan, 2008; Levy, 2010; Devchand, et al. 2005; Arita, 2005; Bueno Jr, 2009).

Entre os principais mecanismos que podem explicar os efeitos benéficos dos Ômega 3 está a competição com o ômega 6 pelo substrato que previne a conversão do ácido araquidônico em eicosanoides pró-inflamatórios como as prostaglandinas, leucotrienos e lipoxinas (Barbalho et al., 2011), exercendo um efeito inibidor da proliferação de células cancerígenas.

Alguns dos benefícios oriundos do consumo de Ômega 3 são a deformação dos eritrócitos e a diminuição da viscosidade do sangue, ocasionando uma melhor circulação e maior oxigenação dos tecidos (Mendonça, 2010). Além disso, reduz os níveis de colesterol e triglicerídeos no sangue, auxilia na redução da pressão arterial e também está ligado a menores índices de doença cardiovascular, câncer, artrite, depressão, mal de Alzheimer, entre outros (Moraes & Colla, 2006). Embora tenham uma estrutura semelhante, desempenham funções fisiológicas e metabólicas muito diferentes. Segundo Zambom et al (2004) o EPA está relacionado principalmente com a saúde cardiovascular no indivíduo adulto e o DHA é considerado fundamental para o desenvolvimento do cérebro e do sistema visual, associando-o à saúde materno-infantil.

**Ômega 6:** O ômega 6, assim como o ômega 3 apresenta algumas características importantes advindas do seu consumo e talvez a maior delas seja a sua conversão no interior do organismo em ácido araquidônico, um importante ácido graxo essencial. O ácido araquidônico é precursor da síntese de eicosanoides como o tromboxanos, leucotrienos e prostaglandinas (Garofolo & Petrilli, 2006; James et al., 2000; Kelley, 2001), cujas as ações como importantes mediadores bioquímicos envolvidos na infecção, inflamação, lesão tecidual, modulação do sistema imune, e agregação plaquetária, estão intimamente ligadas a ocorrências de metástases tumorais.

Algumas das características da atuação dos eicosanoides no organismo

são indução de febre, vasodilatação, aumento da permeabilidade vascular e potencialização da dor. Por outro lado, as prostaglandinas também inibem a produção do fator de necrose tumoral- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ), assumindo papel anti-inflamatório. Os tromboxanos também provêm do metabolismo dos eicosanoides, dentre eles, o TXA2 é o principal subproduto do ácido araquidônico, promovendo agregação plaquetária, adesão leucocitária e contração da musculatura lisa.

**Ácido Linoleico Conjugado (CLA):** O ácido linoleico conjugado (CLA) tem ganhado grande importância e despertado bastante interesse dos pesquisadores, sendo reconhecido como um componente nutricional de grande importância para a saúde. Segundo Verussa (2015), a diferença entre o ácido linoleico conjugado e o ácido linoleico, está nas duplas ligações que podem estar em diferentes posições e alguns deles estão na forma trans. Apesar de existir variadas combinações de isômeros, apenas dois deles despertam interesse em especial, são eles, o isômero trans-10 e cis-12 que afeta diretamente o metabolismo lipídico, atuando como o responsável pela inibição da secreção da gordura do leite e redução da gordura da carcaça e o isômero cis-9 e trans-11 que está relacionado à modulação da resposta imune (Andretta et al, 2009). A formação do CLA pode ocorrer no rumem pela biohidrogenação incompleta de ácidos graxos polinsaturados da dieta, e pode ocorrer também de forma endógena através da dessaturação do ácido graxo C18:1 trans-11 por uma enzima presente na glândula mamária e tecido adiposo chamada estearoil-CoA-dessaturase ou Delta-9 dessaturase (Verussa, 2015). Existem ainda os produtos comerciais que são obtidas através da isomerização alcalina de óleos ricos em ácido linoleico.

A literatura apresenta uma série de benefícios que o CLA pode trazer a saúde de quem o consome, porém chama bastante atenção devido à extensão de sua importância que é a atividade anticarcinogênica nas três fases da carcinogênese (iniciação, promoção e progressão) (Voorrips, et al., 2002). Esta característica tem sido apresentada por diversos autores em seus estudos, principalmente em casos de neoplasia mamária (Voorrips, et al., 2002; Cunningham, et al., 1997; IP, et al., 1994; Shultz, et al., 1992). Além disso, alguns autores o relacionam como moduladores dos marcadores do sistema imune e a formação de eicosanóides, agindo diretamente no metabolismo lipídico e na expressão gênica (Belury, 2002).

Em suínos, os processos de ingestão e digestão não promovem alterações estruturais dos ácidos graxos, influenciando diretamente o perfil de ácidos graxos da carne destes animais. Por outro lado, uma vez que recebem dietas pobres em lipídios naturalmente serão sintetizados e depositados ácidos graxos saturados na carne, diminuindo o valor nutricional da carne suína para a alimentação humana (Verussa, 2015). Corino et al, (2009) observaram que leitões desmamados que receberam 0,5% de CLA na dieta obtiveram maior peso corporal e maior produção de

imunoglobulina. Segundo Moraes (2011) a possível causa do aumento na produção de imunoglobulina seria a interferência do CLA na produção das interleucinas que atuam como coadjuvantes na produção de imunoglobulinas.

Diante deste contexto, é fácil presumir que a suplementação com CLA em dietas para suínos, poderia elevar os teores de ácido linoleico conjugado na carne suína destinada a alimentação humana, transformando-a em um alimento com propriedades funcionais importantíssimas a saúde de seus consumidores. Vale ressaltar ainda a importância do CLA na melhoria do desempenho dos animais, como observado por Surek et al (2011), que avaliaram o efeito da adição de CLA sobre o desempenho zootécnico e características de carcaça de suínos na fase de terminação e observaram que os animais alimentados com dietas contendo CLA apresentaram um ganho de peso de cerca de 69 gramas por dia a mais que nos animais alimentados sem o CLA, assim como também observaram um aumento no rendimento de carne magra e redução na espessura de toucinho. É importante frisar que novas pesquisas devem ser realizadas no intuito de desvendar cada vez mais a importância deste componente na alimentação animal e, por conseguinte na humana, através da produção de alimentos cada vez mais saudáveis e que contribuam para o bem-estar de uma demanda que cresce a passos largos.

## Vitaminas e minerais

Como dito anteriormente, a deficiência de algum nutriente faz com que o organismo funcione de forma diferente e busque outras rotas do metabolismo para sintetizar energia e assim estabelecer a homeostase do organismo.

As vitaminas são compostos orgânicos indispensáveis ao desenvolvimento e à manutenção da vida, requeridos em pequenas quantidades e não sintetizados pelo organismo. As vitaminas estão envolvidas com a absorção e o metabolismo de nutrientes. Muitas vitaminas atuam como agentes catalizadores das reações do metabolismo de carboidratos, proteínas e gorduras. Outras exercem funções em nível de membranas e afetam a absorção dos nutrientes (Zardo, 1999). Já os minerais são de extrema importância para manutenção de diversas atividades metabólicas de manutenção dos animais e desempenham junto com as vitaminas um importante papel de mediador de algumas reações químicas de transporte de membrana celular e metabolismo, quando adicionados ou suplementados na dieta dos suínos podem potencializar algumas reações de intenso benefício para o desenvolvimento dos animais. Veja alguns minerais e algumas vitaminas e suas principais funções metabólicas quando adicionados à dieta de leitões:

**Vitamina A:** Desempenha papel essencial nas infecções e na manutenção da integridade da superfície das mucosas. A deficiência de vitamina A está associada ao aumento da susceptibilidade a infecções. A deficiência acarreta redução do tamanho

do timo e do baço, menor atividade de células natural killer, redução da produção de interferon e da resposta de hipersensibilidade cutânea tardia, menor atividade de macrófagos e redução da proliferação linfócitos. Sendo assim, desempenha importante papel quando adicionados a dieta de leitões, pois atua fortalecendo o sistema imunológico dos animais.

**Vitamina E:** Aumenta a resposta imunológica. A deficiência resulta em redução do poder bactericida de leucócitos e linfócitos, menor produção de imunoglobulinas, redução da resposta imune mediada por células, menor produção e funcionamento de citocinas. A suplementação com doses supra fisiológicas de vitamina E aumentam o poder de fagocitose e a resposta imune humoral e celular. A vitamina E ainda participa na formação dos glóbulos vermelhos, age como antioxidante e protege as membranas celulares. Além de atuar na prevenção de danos de radicais livres e produtos de peroxidação lipídica, auxilia a manutenção da integridade estrutural das células, incluindo células imunes. Em animais a deficiência de vitamina E promoveu supressão da função de células B, produção de imunoglobulinas, resposta de linfócitos T, função e produção de citocinas e linfocinas. A suplementação com vitamina E aumentou a resposta imune celular uma vez que reduziu a síntese de prostaglandinas, estimulou a atividade de células T e aumentou a função dos macrófagos (Hannas, 2010).

**Vitamina C:** Contribui na manutenção das barreiras naturais contra as infecções aumentando a produção de interferon, potencializando a imunidade. Fortifica a atividade imunológica dos leucócitos, aumenta a produção das células de defesa e a resistência do organismo.

**Zinco:** É o segundo elemento traço mais abundante nos mamíferos e aves. Sendo componente de mais de 300 enzimas. A carência acarreta um déficit no sistema imunológico e afeta fundamentalmente os órgãos que constituem o sistema imune dos animais. A deficiência de zinco resulta em extensivo dano aos linfócitos T, com atrofia do timo, alteração da síntese de linfócitos, resultando em marcada imunossupressão. Implica também em alterações epidérmicas associadas à maior penetração de agentes (Surai, 2005). Além dessas funções, o Zinco quando adicionado a dieta, atua na estrutura de proteínas e membranas celulares e também está envolvido na expressão dos genes, na síntese de hormônios e transmissão dos impulsos nervosos.

**Selênio:** O selênio é essencial para a eficiente e efetiva ação do sistema imune em humanos e animais. A bioquímica celular do selênio é um sistema complexo que envolve a expressão de diversas proteínas contendo selênio, a maioria delas já caracterizadas. Sugere-se que os efeitos antioxidantes do selênio sejam mediados pela glutathione peroxidase que remove os lipídeos hidroperoxidados tóxicos e os peróxidos de hidrogênio. O selênio age como antioxidante no espaço extracelular,

citosol da célula e em associação com a membrana celular (Arthur et al. 2003). Linfócitos deficientes em selênio são menos capazes de proliferar frente a mitogeno e nos macrófagos a síntese de leucotrienos B4 essencial para a quimiotaxia dos neutrófilos fica prejudicada. O sistema humoral também é afetado pela deficiência de selênio, como exemplo títulos de IgM, IgG e IGA decresceram em ratos e IgG e IgM decresceram em humanos com deficiência de selênio (Hannas, 2010).

**Cromo:** O cromo atua melhorando o desempenho zootécnico dos animais atuando no metabolismo da insulina e glicose, aumentando sua taxa de captação pelos tecidos e disponibilizando mais glicose para as células realizarem suas atividades metabólicas. Tem relação com o sistema imune, pois quando suplementado na dieta exerce efeito na proliferação de linfócitos e aumento na produção de anticorpos (Van Heugten & Spears, 1997).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relação dos fatores dietéticos com o desempenho e atuação do sistema imune em leitões recém-desmamados tem sido alvo de incessantes pesquisas tornando-os bastante conhecidos pela literatura, porém os mecanismos de ação e a total extensão de sua influência não se encontram totalmente esclarecidos.

Diante deste contexto, a utilização de nutrientes funcionais na dieta surge como um importante instrumento na prevenção e controle de alguns problemas relacionados a saúde, sugerindo mecanismos de ação anticarcinogênicos, antioxidantes, anti-inflamatórios, anti-hormonais, antiangiogênicos, dentre outros. Podendo ser uma alternativa ao uso de antibióticos como promotores de crescimento na dieta de suínos mantendo o desempenho produtivo, principalmente na fase de creche.

## REFERÊNCIAS

Abbas, A. K.; Lichtman, A. H.; Pillai, S. **Imunologia celular e molecular**. 6.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

Adams, C. A. 2007. Feed components: nutrients and nutraceuticals in nutrition-based health. In: **nutrition –Based Health – Nutraceuticals and nutrients, health maintenance and disease avoidance in animals**. Nottingham University Press, 169p. 2007.

Andretta, I. Lovatto, P.A. Hauschild, L. et al. Relação do ácido linoleico conjugado com a qualidade de carcaça em suínos: uma meta-análise. In: III Seminário Sistemas de Produção Agropecuária. Dois Vizinhos, Paraná. **Anais ...** Paraná, 2009.

Annisson, G. & Choct, M. Plant polysaccharides – their physicochemical properties and nutritional roles in monogastric animals. In: **ALLTECH ANNUAL SYMPOSIUM**, V.10, 1994, Nottingham, University Press, p.51-56, 1994.

Arita, M. et al. Stereochemical assignment, antiinflammatory properties, and receptor for the omega-3 lipid mediator resolvin E1. **Journal Expedition Medicine**; 201:713-22. 2005.

Arthur, J. R. Mckenzie, R. C. & beckett, G.J. Selenium in the imune system. **The Journal of Nutrition**. 133:1457-1459. 2003

Aumaitre, L. A. Adptation and efficiency of the digestive process in the gut of the young piglet: Consequences for the formulation of a weaning diet. In: Special Issue, Swine Nutrition Session. **Journal of Animal Science** 13: 227-242. 2000.

Aumaitre, L. A. Valeur alimentaire du manioc et de différentes céréales dans les régimes de sevrage précoce du porcelet: utilization digestive de l'aliment et effet sur la croissance des animaux. **Animal Zootechnique** 18: 385-398. 1969.

Awati, A.; Williams, B. A.; Bosch, M. W. et al. Effect of inclusion of fermentable carbohydrates in the diet on fermentation end-product profile in feces of weanling piglets. **Journal of Animal Science**. 84.:2133–2140. 2006.

Barbalho, S. M. et al. Papel dos ácidos graxos ômega 3 na resolução dos processos inflamatórios. **Medicina (Ribeirão Preto)** 44: 234-40. 2011.

Bedford, M.R. & Classen, H.L. An in vitro assay for prediction of broiler intestinal viscosity and growth when fed rye-based diets in the presence of exogenous enzymes. **Poultry Science**. 72: 137-143. 1992.

Belury, M. A. Inhibition of carcinogenesis by conjugated linoleic acid: potential mechanisms of action. **Journal Nutrition** 132: 2995-2998. 2002.

Bertechini, A. G. Metabolismo de proteínas. In: **Nutrição de monogástricos**. 1 edição. Lavras: UFLA, 101- 127, 2006.

Bidlack, W. R. & Wang, W. Planejamento de alimentos funcionais. In: SHILS, M.E. et al. **Tratado de nutrição moderna na saúde e na doença**. 9a ed. Rio de Janeiro: Manole; p. 1959-70. 1999.

Borges, V.C. Alimentos funcionais: prebióticos, probióticos, fitoquímicos e simbióticos. In: Waitzberg, D.L. **Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica**. 3a ed. São Paulo: Atheneu; p. 1495-509. 2000.

Brunetto, M. A. et al. Imunonutrição: O papel da dieta no reestabelecimento das defesas naturais. **Acta Scientarum** 35: 230-232. 2007.

Calder, P. Omega-3 fatty acids and nflammatory processe. Nutrients 2010 long chain fatty acids influence inflammation. 2010. Disponível:<<http://www.gustrength.com/health:omega-3-fatty-acids-andinflammation>>. Acesso em 02 de out. 2016.

Calder, P. C. Long-chain n-3 fatty acids and inflammation: potential application in surgical and trauma patients. **Brazilian Journal Medicine Biology Research**. 36: 433. 2003.

Choct, M. Carbohydrate and fibre digestion in monogastric animals. *ASA Technical Bulletin*, AN34, 2001.

Colditz, I. Z. Effect of of the immune system on metabolism: implication for production and disease resistance in Livestock. **Livestock Production Science**. 75: 257-268. 2002.

Corino, C.G.; Pastorelli, F.; Rosi, V. et al. Effect of dietary conjugated linoleic acid supplementation in sows on performance and immunoglobulin concentration in piglets. **Journal of Animal Science** 87: 2299-2305. 2009.

Cummings, J. H. Short-chain fatty acids in the human colon. **Gut** 22:763-779. 1981.

Cunningham, D. C.; Harrison L. Y.; Shultz, T.D. Proliferative responses of normal human mammary and MCF-7 breast cancer cells to linoleic acid, conjugated linoleic acid and eicosanid synthesis inhibitors in culture. **Anticancer Research**. 17:197-203. 1997.

Devchand, P. R.. et al. A synthetic eicosanoid LX-mimetic unravels host-donor interactions in allogeneic BMT-induced GvHD to reveal an early protective role for host neutrophils. **Faseb J**; 19: 203-210. 2005.

Dong, G. Z.; Zhou, A. G.; Yang, F. et al. Effect of dietary protein levels on the bacterial breakdown of protein in the large intestine and diarrhea in early weaned pigs. **Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica**. 27:293-302. 1996.

Ferreira, R. A. O desenvolvimento do sistema imune de leitões e suas correlações com suas práticas de manejo. **Boletim Agropecuário** 39: 1-39. 2003.

Ferreira, W.M. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não-ruminantes. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá. Simpósio internacional de produção de não-ruminantes – **Anais...** Maringá: EDUEM, 1994. p.85-113. 1994.

Freire, J. P. B.; Guerreiro, A. J. G.; Cunha, L. F. et al. Effect of dietary fiber source on total tract digestibility, caecum volatile fatty acids and digestive transit time in the weaned piglet. **Animal Feed Science and Technology**. 87:71-83. 2000.

Fukatsu, K. et al. Nutrition and gut immunity. **Surgical Clinics of North America** 91: 755-770. 2011.

Garofolo, A. & Petrilli, A.S. Balanço entre ácidos graxos ômega-3 e 6 na resposta inflamatória em pacientes com câncer e caquexia. **Revista Nutrucional** 19: 611-621.2006.

Graña, G. L. Plasma sanguíneo em substituição ao leite desnatado em dietas sem antibiótico para leitões desmamados aos 21 dias de idade. 2007. 40f. **Dissertação** (Mestrado)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

Greaves, S. Growth and immunity of weaner piglets supplemented with dietary tryptophan, threonine and glutamine. 102p. (**Dissertação**). University of Pretoria, Pretória, África de Sul. 2015.

Gibson, G. R.; Wang, X. Regulatory effects of bifidobacteria on the growth of other colonic bacteria. **Journal of Applied Bacteriology**. 77:412–420. 1994.

Guillon, F.; Champ, M. Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. **Food Res. Int., Ontario** 33: 233-245. 2000.

Han, Y. K.; Han K. Y.; Lee, J. H. Effects of insoluble dietary fiber supplementation on the performance and digestibility of weaning pigs. **Journal of Animal Science and Technology**. 47:565-572. 2005.

Han, J. et al. Dietary L-arginine supplementation alleviates immunosuppression induced by cyclophosphamide in weaned. **Amino acids**, 37: 643-651. 2009.

Hannas, M. I. Imunonutrição em suínos: fundamentos, conceito e imunonutrientes. In: Congresso Latino Americano de nutrição animal, 2010, São Pedro. **Anais...IV Clana**, São Pedro, p. 135-148. 2010.

Hedemann, M. S.; Eskildsen, M.; Laerke, H. N.; et al. Intestinal morphology and enzymatic activity in newly weaned pigs fed contrasting fiber concentrations and fiber properties. **Journal of Animal Science**. 84:1375-1386. 2006.

Hetland, H.; Choct, M.; Svihus, B. Role of insoluble no-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal** 60: 415-422. 2004.

Högberg, A.; Lindberg, J. E. Influence of cereal non-starch polysaccharides and enzyme supplementation on digestion site and gut environment in weaned piglets. **Animal Feed Science and Technology** 116:113-12. 2004.

IP, C. et al. Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. **Cancer Res**. 54:1212-5. 1994.

James, M. J. et al. Dietary polyunsaturated fatty acids and inflammatory mediator production. **Animal Journal Clinical Nutricion**. 71: 343-8. 2000.

Kritchewsky, D. Cereal fiber and lipidemia. **Cereal Foods World** 42: 81-85. 1997.

Lalles, J. et al. Gut function and dysfunction in young pigs: physiology. **Animal Research**. 53: 301-316. 2004.

Lalles, J. et al. Gut function and dysfunction in young pigs: physiology. **Animal Research**. 53: 301-316. 2007.

Larbier, M.; Leclerq, B. Nutrition and feeding of poultry. Loughborough: Nottingham University Press, 305p. 1994.

Levy, B.D. Resolvins and protectins: natural pharmacophores for resolution biology. **Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids** 82: 327-332. 2010.

- Li, Y. et al. Protective effect of glutamine-enriched early enteral nutrition on intestinal mucosal barrier injury after liver transplantation in rats. **The American Journal of Surgery**. 199: 35-42. 2010.
- Liu, Y. et al. Dietary arginine supplementation alleviates intestinal mucosal disruption induced by *Escherichia coli* lipopolysaccharide in weaned pigs. **British Journal of Nutrition**, 100: 552-560. 2008.
- Liu, H. et al. Supplemental dietary tryptophan modifies behavior, concentrations of salivary cortisol, plasma epinephrine, norepinephrine and hypothalamic 5-hydroxytryptamine in weaning piglets. **Livestock Science**. 151: 213-218. 2013.
- Lima, G. J. M. M. et al. As diarreias nutricionais na suinocultura. **Acta Scientiae Veterinariae**. 37: 17-30. 2009.
- Lobo, V.; Patil, A.; Phatak, A.; Chandra, N. Free radicals, antioxidants and functional foods: impact on human health. **Pharmacognosy Reviews**, 4(8): 118–126. 2010.
- Longland, A. C.; Carruthers, J.; Low, A. G. The ability of piglets 4 to 8 weeks old to digest and perform on diets containing two contrasting sources of non-starch polysaccharide. **Animal Production** 58: 405-410. 1994.
- Mendonça, S. N. T. G. Nutrição. Curitiba: Livro Técnico, p. 84-96. 2010.
- Mitchaothai, J.; Everts, H.; Yuangklang, C. Meat quality, digestibility and deposition of fatty acids in growing-fnishing pigs fed restricted, iso-energetic amounts of diets containing either beef tallow or sunflower oil. **Association of animal production societies** 21: 1015–1026. 2008.
- Montagne, L.; Pluske, J. R.; Hampson, D. J. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology** 108:95-117. 2003.
- Montagne, L. et al. Main intestinal markers associated with the changes in gut architecture and function in piglets after weaning. **British Journal of Nutrition, Cambridge**. 97: 45-57. 2007.
- Moraes, F. P.; Colla, L. M. Functional Foods and Nutraceuticals: Definition, Legislation and Health Benefits. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences** 3: 99-112. 2006.
- Moraes, M. L. Efeito do ácido linoleico conjugado no desempenho e na resposta imune de leitões recém-desmamados. 170f, **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. 2011.
- Neumann, M. Avaliação, composição, digestibilidade e aspectos metabólicos da fibra. 2002. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/fibra.pdf>>. Acesso em: 25 de Set. 2016.
- Pascoal, L.A.F. Thomaz, M.C. Watanbe, P. H. et al. Fiber sources in diets for newly weaned piglets. **Revista Brasileira de Zootecnia** 41:636-642. 2012.

- Pereira et al. Performance and intestinal morphology effects when NuPro partially replaced plasma in piglets diet. 26th International Symposium Science and Technology in the Feed Industry. (poster). 2007.
- Piva, A.; Panciroli, A.; Meola, E.; Formigoni, A. Lactitol enhances short-chain fatty acid and gas production by swine cecal microflora to a greater extent when fermenting low rather than high fiber diets. **Journal of Nutrition** 126:280-289. 1996.
- Pinheiro, R. W. et al. Níveis de treonina em dietas para leitões (6 a 16 kg) submetidos a diferentes graus de ativação do sistema imune. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. 15:259-269. 2014.
- Reeds, P. J. et al. Intestinal glutamate metabolism. **The Journal of nutrition**. 130: 978-982. 2000.
- Refstie, S.; Svihus, B.; SheareR, K. D.; et al. Nutrient digestibility in atlantic salmon and broiler chickens related to viscosity and non-starch polisaccharide content in different soyabean products. **Animal Feed Science and Technology** 79: 331-345. 1999.
- Retore, M. Caracterização da fibra de co-produtos agroindustriais e sua avaliação nutricional para coelhos em crescimento. **Dissertação** de Mestrado em Zootecnia. Rio Grande do Sul: Santa Maria, 2009.
- Retore, M. et al. Fontes de fibra de coprodutos agroindustriais protéicos para coelhos em crescimento. **Ciência. Rural**. 40: 963-969. 2010.
- Roediger, W. E. W. Utilization of nutrients by isolated epithelial cells of the rat colon. **Gastroenterology**, v.83, p.424-429. 1982.
- Roediger, W. E. W.; Moore, A. Effect of short chain fatty acids on sodium absorption in isolated human colon perturbed through the vascular bed. **Digestion Disease Science**, v.26, p.100-106. 1981.
- Rhoads JM, Wu G. Glutamine, arginine, and leucine signaling in the intestine. **Amino Acids** 37:111–122. 2009.
- Ruth, M. R. & Field, C. J. The immune modifying effects of amino acids on gut-associated lymphoid tissue. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, 4: 27-32. 2013.
- Sakata, T. Stimulatory effect of short-chain fatty acids on epithelial cell proliferation in the rat intestine: a possible explanation for trophic effects of fermentable fibre, gut microbes and luminal trophic factors. **British Journal Nutrition**. 58: 95-103. 1987.
- Santo, V. L. et al. Imunonutrição em aves e suínos: Fundamentos e imunonutrientes. **Nutritime**, 12: 4411-4425. 2015.
- Serhan, C.N.; Chiang, N. Endogenous pro-resolving and antiinflammatory lipid mediators: a new pharmacologic genus. **British Journal Pharmacology**. 153: 200-215. 2008.

Silva, D. R. P. Adição de L-glutamina + ácido glutâmico e L-arginina na dieta de leitões recém desmamados. 2015. 44p. (Dissertação). Universidade Federal da Paraíba, Areia, Brasil.

Schiavon, S.; Tagliapietra, F.; Bailoni, L. et al. Effects of sugar beet pulp on growth and health status of weaned piglets. **Italian Journal of Animal Science** 3:337-351. 2004.

Schley, P. D.; Field, C. J. The immune-enhancing effects of dietary fibres and prebiotics. **British Journal of Nutrition** 87:221–230. 2002.

Shultz, T. D, et al. Inhibitory effect of conjugated dienoic derivatives of linoleic acid and beta-carotene on the in vitro growth of human cancer cells. **Cancer Lett.** 63:125-133. 1992.

Smits, C. H. M.; Annison, G. Non-starch plant polysaccharides in broiler nutrition – towards a physiologically valid approach to their determination. **World's Poultry Science Journal** 52: 203-221. 1996.

Söderholm, J. D.; Perdue, M. H. Stress and intestinal barrier function. **American Journal of Physiology – Gastrointestinal and Liver Physiology.** 280: 7-13. 2001.

Stephen, A. M; Cummings, J.H. Water-holding by dietary fibre in vitro and its relationship to faecal output in man. **Gut.** 20: 722-729. 1979.

Surai, P. F. Minerals and anti-oxidants. Re-defining mineral nutrition. **Nottingham University Press.** P-147-178, 295p.2005.

Surek, D.; Maiorka, A.; Oliveira, S.G. et al. Ácido linoléico conjugado, na nutrição de suínos, sobre desempenho zootécnico, características de carcaça e rendimento de cortes. **Ciência Rural.** 41: 2190-2195. 2011.

Trevisi, P. et al. Effect of added dietary threonine on growth performance, health, immunity and gastrointestinal function of weaning pigs with differing genetic susceptibility to *Escherichia coli* infection and challenged with *E. coli* K88ac. **Animal Physiology and Animal Nutrition**, 99: 511-520. 2015.

Tucci, F. M. et al. Efeitos da adição de efeitos tróficos na dieta de leitões desmamados sobre a expressão de enzima ornitina descarboxilase, os conteúdos de proteína e DNA e o desempenho. **Ciência Animal Brasileira**, 15: 377-383. 2014.

Van Heugten E. & Spears J.W.. Immune response and growth of stress weaning pigs fed diets supplemented with organic or inorganic forms of chromium. **Journal of Animal Science.** 75: 409-416. 1997.

Van Soest, P. J. Nutritional Ecology of the Ruminant, 2 ed. Cornell University Press, Ithaca, NY, 476p. 1994.

Verussa, G. H. Uso de lipídios na nutrição de suínos. **Nutritime Revista Eletrônica, on-line** 12: 4288-4301. 2015.

Volman, J. J. Ramakers, J. D. Plat, J. Dietary modulation of immune function by b-glucans. **Physiology & Behaviour.** 94: 276-284. 2008.

- Voorrips, L.E. et al. Intake of conjugated linoleic acid, fat and other fatty acids in relation to postmenopausal breast cancer: The Netherlands cohort study on diet and cancer. **Animal Journal Clinical Nutrition**. 76: 873-882. 2002.
- Wang, X.; Gibson, G. R. Effects of the in-vitro fermentation of oligofructose and inulin by bacteria growing in the human large-intestine. **Journal Applied Bacteriology**, 75:373-380. 1993.
- Wang, J. et al. Gene expression is altered in piglet small intestine by weaning and dietary glutamine supplementation. **Journal Nutrition**. 138:1025-1032. 2008.
- Warner, A.C.I. Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. Nutr. Abstr. Rev. (Series 'B'). **Farnham Royal**. 51: 789-975. 1981.
- Warpechowski, M.B. Efeito da fibra insolúvel da dieta sobre a passagem no trato gastrointestinal de aves intactas, cecectomizadas e fistuladas no íleo terminal. 125p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1996.
- Wenk, C. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. **Animal Feed Science and Technology**. 90: 21-33. 2001.
- Whitney, M. H. Shurson, G. C.; Guedes, R. C. Effects of dietary inclusion of distillers dried grains with soluble, soybean hulls, or a polyclonal antibody product on the ability of growing pigs to resist a *Lawsonia intracellularis* challenge. **Journal of Animal Science**. 84:1880-1889. 2006.
- Wu, G. et al. Important roles for the arginine family of amino acids in swine nutrition and production. **Livestock Science**, 112: 8- 22. 2007.
- Wu, G. Amino acids: Metabolism, functions, and nutrition. **Amino Acids** 37: 1–17. 2009.
- Zambom, M. A.; Santos, G. T.; Modesto, E. C. Importância das Gorduras Poli-insaturadas da Saúde Humana. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**. 547: 553-557. 2004.
- Zhang S, Qiao S, Ren M et al. Supplementation with branchedchain amino acids to a low-protein diet regulates intestinal expression of amino acid and peptide transporters in weanling pigs. **Amino Acids**. 45:1191–1205. 2013.
- Zoller, C. Ômega 3. Infoescola Navegando e Aprendendo. 2020. Disponível em: <html: <https://www.infoescola.com/nutricao/omega-3/>> <https://www.infoescola.com/nutricao/omega-3/>. Acesso em 20 de jun. 2020.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

- Adubação fosfatada 39, 40, 41, 43, 45, 47, 48
- Alelopatia 32, 33, 37
- Amazônia 16, 39, 40, 45, 48, 49, 50, 85, 173, 178, 179, 180, 187, 188, 196, 227, 229, 231
- Áreas degradadas 7, 9, 195, 201, 206, 217, 219, 220, 221, 224, 225, 226, 227
- Atmosfera modificada 98, 99, 100, 102
- Atributos biológicos 12, 15
- Atributos químicos 7, 8, 9, 13, 15, 16, 18
- Aviário 159, 164, 165
- Avicultura de postura 160

### B

- Biomassa 12, 13, 18, 24, 94, 188, 220, 221
- Bovinocultura 217, 224
- Bovinos 104, 105, 114, 166, 217, 218, 220, 223, 224, 225, 226
- Buva 31, 32, 33, 34, 36, 37, 79, 81

### C

- Campo nativo 104, 105, 116
- Carvão vegetal 11, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194
- Compensado 181
- Compostagem 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28
- Conservação 8, 9, 14, 98, 102, 196, 197, 207, 222
- Construção de madeira 167
- Controle microbiano 86, 89, 90
- Cultivares 39, 41, 42, 43, 45, 46, 48, 58, 66, 68, 100, 220

### D

- Densidade básica 174, 175, 176, 177, 179, 180, 192

### E

- Educação ambiental 210, 214, 229, 230, 231, 232, 237, 238, 239
- Energia 56, 61, 64, 118, 122, 124, 125, 126, 128, 132, 180, 187, 188, 189, 193, 240
- Ensino superior 167, 170

Estresse salino 51, 53, 57, 58  
Estresse térmico 160, 166  
Estruturas 10, 33, 64, 90, 120, 125, 129, 167, 169, 170, 171, 172, 179  
Extratos aquosos 31, 34, 35, 94

## F

Ferrugem asiática 67, 69, 71, 72, 73, 74, 83  
Fisiologia 37, 38, 51, 58, 117, 166  
Fisiologia da germinação 51  
Forrageiras 39, 43, 45, 46, 48, 49, 106, 108, 218  
Fósforo 25, 39, 40, 41, 43, 49, 50  
Fungos entomopatogênicos 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94

## G

Ganho de peso 104, 106, 109, 113, 114, 115, 120, 126, 132, 143, 161, 224  
Germinação de sementes 21, 25, 31, 33, 35, 54, 55, 57, 58

## H

Herbicidas 33, 75, 76, 77, 78, 79, 81, 82, 83, 92  
Horta 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239  
Horta orgânica 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 229, 234, 237

## I

Índices bioclimáticos 160, 161, 162

## L

Líquido pirolenhoso 188, 190, 191, 192, 193

## M

Manejo de pragas 29, 86, 88, 94  
Material de construção 167  
Matéria seca 23, 48, 104, 105, 106, 109, 110, 111, 112, 113, 115  
Metabolismo 31, 38, 41, 117, 118, 119, 124, 128, 129, 131, 132, 134, 135  
Morfologia 60, 126, 158

## N

Nutrição 14, 20, 22, 26, 27, 30, 49, 50, 90, 92, 117, 118, 121, 122, 129, 135, 136, 137, 138, 140, 143, 218, 240  
Nutrientes funcionais 117, 118, 134

## O

Olericultura 51, 58, 66

## P

Pirólise 188, 189, 190, 192, 193

Plantas daninhas 24, 30, 31, 33, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 218

Plantas indesejáveis 104

Plantio direto 75, 76, 220

Pós-colheita 98, 99

Pós-emergência 75, 76, 78

Potencial forrageiro 104, 106, 107, 115

Potencial osmótico 51, 52, 55, 56

Preservação 128, 195, 206, 207, 227, 231, 232, 235, 236

Produtividade 12, 14, 15, 28, 29, 30, 32, 36, 48, 53, 60, 61, 67, 68, 70, 72, 73, 77, 159, 161, 182, 185, 186, 217, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 227

Propriedades físicas 14, 173, 174, 175, 179

Proteção de plantas 86, 92, 93, 94

## Q

Qualidade 4, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 25, 28, 29, 39, 40, 47, 51, 52, 53, 54, 57, 58, 61, 65, 66, 67, 68, 98, 99, 102, 104, 105, 159, 160, 161, 163, 165, 166, 171, 174, 178, 181, 182, 183, 185, 193, 194, 213, 217, 218, 220, 222, 224, 225, 226, 237

Qualidade de sementes 28, 51, 58

Questão agrária 1, 5, 6

## R

Resiliência 1

Resistência genética 67, 68, 69, 73

Retratibilidade 173, 174, 182

## S

Secagem 62, 66, 178, 179, 181, 182, 183, 184, 185, 186

Sistemas de manejo 7, 15, 16, 17, 18, 226

Soja 21, 24, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 62, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 106, 126, 127, 162

Sombreamento 11, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 66

Sustentabilidade 1, 2, 9, 11, 12, 14, 20, 21, 22, 24, 27, 30, 32, 50, 82, 213, 218, 222,

224, 228, 229, 230, 231, 235, 236, 238, 239

## T

Tela 60, 61, 65, 161

Terra 1, 2, 4, 9, 21, 23, 25, 26, 48, 172, 201

**DESENVOLVIMENTO SOCIAL E SUSTENTÁVEL**

**DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

[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**

**DESENVOLVIMENTO SOCIAL E SUSTENTÁVEL**

**DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

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

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

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

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

 **Atena**  
Editora

**Ano 2020**