



# A Face Multidisciplinar das Ciências Agrárias 3

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Hosana Aguiar Freitas de Andrade  
Nítalo André Farias Machado  
(Organizadores)



# A Face Multidisciplinar das Ciências Agrárias 3

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Hosana Aguiar Freitas de Andrade  
Nítalo André Farias Machado  
(Organizadores)

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



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

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

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

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

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
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  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### Ciências Biológicas e da Saúde

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

### Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
F138	A face multidisciplinar das ciências agrárias 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Hosana Aguiar Freitas de Andrade, Nítalo André Farias Machado. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (A Face Multidisciplinar das Ciências Agrárias; v. 3)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-887-8 DOI 10.22533/at.ed.878192312  1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária – Brasil. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da. II. Andrade, Hosana Aguiar Freitas de. III. Machado, Nítalo André. IV. Série. CDD 630
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

Nos primórdios do desenvolvimento da agricultura, os recursos naturais disponíveis propiciaram o surgimento das atividades agropecuárias, e desta forma, a necessidade de atuação dos profissionais de ciências agrárias tornou-se consolidada. Durante séculos, novos conhecimentos foram adquiridos, fundamentados teoricamente sobre as práticas agrícolas, conduzindo ao aperfeiçoamento do processo produtivo de acordo com a evolução da sociedade.

Diante do atual cenário, a obra “A Face Multidisciplinar das Ciências Agrárias” em seus volumes 3 e 4 engloba respectivamente 24 e 27 capítulos capazes de possibilitar ao leitor a experiência de ampliar o conhecimento sobre a economia e sociologia no campo, conservação pós-colheita, tecnologia de alimentos, produção vegetal, qualidade de produtos agropecuários, metodologias de ensino e extensão nas escolas, epidemiologia e cadeia produtiva da produção animal.

Em virtude da pluralidade existente desta grande área, os trabalhos apresentados abordam temas de expressiva importância as questões sociais e econômicas do Brasil. E, portanto, evidenciamos profunda gratidão pelo empenho dos autores, que em conjunto, contribuíram para o desenvolvimento e formação deste e-book.

Espera-se, agregar ao leitor, conhecimentos sobre a multidisciplinaridade das ciências agrárias, de modo a atender as crescentes demandas por alimentos primários e transformados, preservando o meio ambiente para às gerações futuras.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Hosana Aguiar Freitas de Andrade  
Nítalo André Farias Machado

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A IMPORTÂNCIA DO USO DE CADÁVERES E DE MÉTODOS COMPLEMENTARES PARA O ENSINO DA DISCIPLINA DE TÉCNICA CIRÚRGICA VETERINÁRIA	
Lídia Sampaio Batista Bruna Nobre de Andrade Jussara Sampaio Quintela Marcio Gomes de Alencar Araripe	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8781923121</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>6</b>
A PESCA NO RIO ARAPIUNS: ESTUDO DE CASO COM OS PESCADORES DA COMUNIDADE VILA BRASIL, SANTARÉM, PARÁ	
Diego Maia Zacardi Fábio José Mota Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8781923122</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>21</b>
VALORACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR DE NUTRIENTES EN OPERACIONES CONCENTRADAS DE ENGORDE BOVINO: OPORTUNIDAD O PASIVO AMBIENTAL?	
Juan Carlos Ramaglio Gabriela Hernández Noelia Ramos Andrea Alonso Silvia Andrea Mestelan	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8781923123</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>33</b>
AVALIAÇÃO DA GERMINAÇÃO DA ALFACE ( <i>LACTUCA SATIVA</i> L.) SOB DIFERENTES NÍVEIS DE TEMPERATURA	
Antonio Geovane de Moraes Andrade Rildson Melo Fontenele Glêidson Bezerra de Góes Raquel Miléo Prudêncio Antonio Rodolfo Almeida Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8781923124</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>37</b>
CARACTERIZAÇÃO DA RELAÇÃO DO MEIO BIOFÍSICO E DO HOMEM NA FAZENDA MALAIKA LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA-PA	
Giovane dos Anjos Aires Tiago de Melo Sales Felipe Viana Santa Brigida Kamila Pereira da Silva Raphael Silveira da Cunha Maryjane Diniz de Araújo Gomes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8781923125</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>50</b>
CARNE SUÍNA: COMPLEXO TENÍASE-CISTICERCOSE E HÁBITOS DE CONSUMO	
Edenilze Teles Romeiro Maria Camila Oliveira da Silva	

Ana Carolina dos Santos Costa  
Nathalia Cavalcanti dos Santos  
DOI 10.22533/at.ed.8781923126

**CAPÍTULO 7 ..... 63**

DETECÇÃO DE STAPHYLOCOCCUS METICILINA RESISTENTE (MRS) EM AMOSTRAS DE CARNE MOÍDA BOVINA

Ana Claudia Lemes Pavan  
Giovana Hashimoto Nakadomari  
Vanessa Kelly Capoa Vignoto  
Sheila Rezler Wosiacki

DOI 10.22533/at.ed.8781923127

**CAPÍTULO 8 ..... 72**

DIAGNÓSTICO LABORATORIAL ANTE MORTEN DE CINOMOSE CANINA

Giovana Hashimoto Nakadomari  
Ana Claudia Lemes Pavan  
Vanessa Kelly Capoa Vignoto  
Sheila Rezler Wosiacki

DOI 10.22533/at.ed.8781923128

**CAPÍTULO 9 ..... 78**

DIFERENTES MÉTODOS DE SOMA TÉRMICA E ESTIMATIVA DO FILOCRONO DE CENTEIO, CEVADA E TRITICALE

Murilo Brum de Moura  
Fabricio Penteado Carvalho  
Fernando Saraiva Silveira Junior  
Henrique Schaf Eggers  
Marcos Antônio Turchiello  
Mauricio Trindade Trevisol  
Ivan Carlos Maldaner  
Joel Cordeiro da Silva

DOI 10.22533/at.ed.8781923129

**CAPÍTULO 10 ..... 84**

DISTOCIA EM CADELA DA RAÇA YORKSHIRE: RELATO DE CASO

Joana Uiara Morgana Alves Ferreira  
Heitor De Mendonça Porto  
Victoria Rabelo Araujo Lelis  
Rafael Bessa Lemos  
Belise Maria Oliveira Bezerra  
Ana Karine Rocha de Melo Leite

DOI 10.22533/at.ed.87819231210

**CAPÍTULO 11 ..... 89**

EFEITOS DE REGULADORES VEGETAIS NA PRODUTIVIDADE BIOLÓGICA DE PLANTAS DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill)

Marcelo Ferraz de Campos  
Elizabeth Orika Ono

DOI 10.22533/at.ed.87819231211

**CAPÍTULO 12 ..... 102**

EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA CONTRIBUINDO PARA A CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO EM PREVENÇÃO DAS INTOXICAÇÕES EM ANIMAIS

Maria de Jesus Andréia Rabelo Accioly  
Renato Levi Silva e Silva  
Victoria Sales Matos  
Erilania Isidio Cardoso  
Lucia de Fátima Lopes dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.87819231212**

**CAPÍTULO 13 ..... 113**

FREQUÊNCIA DE CONTAMINAÇÃO EM CARCAÇAS DE SUÍNOS EM ABATEDOUROS SOB INSPEÇÃO FEDERAL EM 2017 NO BRASIL

Ênio Campos da Silva  
Deborah Marrocos Sampaio Vasconcelos  
Victória Pontes Rocha  
Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos  
Maurício Francisco Vieira Neto  
Lina Raquel Santos Araújo

**DOI 10.22533/at.ed.87819231213**

**CAPÍTULO 14 ..... 123**

INDICADORES DE DESEMPENHO NA ATIVIDADE LEITEIRA

Luiz Carlos Takao Yamaguchi  
Aryeverton Fortes de Oliveira  
Paulo do Carmo Martins

**DOI 10.22533/at.ed.87819231214**

**CAPÍTULO 15 ..... 128**

ÍNDICE DE CLOROFILA E QUALIDADE DE DICKSON EM MUDAS DE MELÃO, PRODUZIDAS EM SUBSTRATOS ALTERNATIVOS

Luciana da Silva Borges  
Luana Kesley Nascimento Casais  
Rhaiana Oliveira de Aviz  
Barbara Prates Amaral de Souza  
Letícia Bezerra Cuzzuol  
Luís de Souza Freitas  
Núbia De Fátima Alves dos Santos  
Márcio Roberto da Silva Melo  
Thaís Vitória dos Santos  
Gustavo Antonio Ruffeil Alves

**DOI 10.22533/at.ed.87819231215**

**CAPÍTULO 16 ..... 140**

INDUÇÃO DE PARTO EM SUÍNOS: USO DE PROSTAGLANDINA ASSOCIADO A OCITOCINA E SEUS ANÁLOGOS

Talita Turmina  
Carlos Alexandre Oelke  
Débora da Cruz Payão Pellegrini  
Patrícia Rossi  
Bruno Neutzling Fraga

**DOI 10.22533/at.ed.87819231216**

<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>146</b>
INFLUÊNCIA DA ORDEM DE PARTO NOS ÍNDICES REPRODUTIVOS DE MATRIZES SUÍNAS	
Rebeca de Andrade Parente	
Lucas Paz Martins	
Deborah Marrocos Sampaio Vasconcelos	
Tiago Silva Andrade	
Lina Raquel Santos Araújo	
José Nailton Bezerra Evangelista	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87819231217</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>152</b>
INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA SOBRE O ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO DE DIFERENTES CULTIVARES DE TOMATE E ALFACE	
Antonio Geovane de Moraes Andrade	
Rildson Melo Fontenele	
Glêidson Bezerra de Góes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87819231218</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>156</b>
MODELOS LINEARES MISTOS EM CLONES DE <i>EUCALYPTUS UROPHYLLA</i> NO POLO GESSEIRO DO ARARIPE-PE	
Mácio Augusto de Albuquerque	
Joseilme Fernandes Gouveia	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87819231219</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>167</b>
NOVAS FRONTEIRAS AGRÍCOLAS NA AMAZÔNIA SETENTRIONAL: A EXPANSÃO DA SOJA EM RORAIMA (BRASIL)	
Maria do Socorro B. de Lima	
Ana Paula da Silva	
Ricardo José Batista Nogueira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87819231220</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>182</b>
O POTENCIAL EROSIVO DAS CHUVAS NA BACIA MANUEL ALVES	
Virgílio Lourenço Silva Neto	
Thadeu Bispo da Silva	
Felipe Jácomo do Couto Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87819231221</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>193</b>
PERDAS QUANTITATIVAS DE GRÃOS EM FUNÇÃO DO HORÁRIO DE COLHEITA DA SOJA	
Taniele Carvalho de Oliveira	
Zulema Netto Figueiredo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87819231222</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>201</b>
PRINCIPAIS MECANISMOS DE TOLERÂNCIA AO ESTRESSE HÍDRICO EM ARROZ ( <i>ORYZA SATIVA</i> L.)	
Leandro Martins Ferreira	
Cristiana Maia de Oliveira	
Orlando Carlos Huertas Tavares	
Leilson Novaes Arruda	

Renan Pinto Braga  
Rafael Passos Rangel  
Sonia Regina de Souza  
Leandro Azevedo Santos

**DOI 10.22533/at.ed.87819231223**

**CAPÍTULO 24 ..... 214**

PRINCIPAIS NEMATÓDEOS GASTRINTESTINAIS IDENTIFICADOS EM EQUINOS NA CAMPANHA GAÚCHA

Luiane Pacheco da Silva  
Gustavo Freitas Lopes  
Marcele Ribeiro Corrêa  
Brenda Luciana Alves da Silva  
Geovana Chaves Dorneles  
Lourdes Caruccio Hirschmann  
Larissa Picada Brum  
Anelise Afonso Martins

**DOI 10.22533/at.ed.87819231224**

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 219**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 220**

## PERDAS QUANTITATIVAS DE GRÃOS EM FUNÇÃO DO HORÁRIO DE COLHEITA DA SOJA

Data de aceite: 10/12/2018

**Taniele Carvalho de Oliveira**

Universidade do Estado de Mato Grosso  
Faculdade de Ciências Agrárias e Biológicas -  
Curso de Agronomia  
Cáceres – MT

**Zulema Netto Figueiredo**

Universidade do Estado de Mato Grosso  
Faculdade de Ciências Agrárias e Biológicas -  
Curso de Agronomia  
Cáceres – MT

**RESUMO:** A soja é uma cultura de grande importância na economia brasileira, seu processo produtivo pode ser totalmente mecanizado e um dos pontos importantes dessa mecanização é a regulação a ser utilizada na colhedora em relação ao horário da colheita. Diante disso, objetivou-se com o presente trabalho avaliar as perdas quantitativas na colheita mecanizada da soja em função dos diferentes horários de colheita durante o dia. O experimento foi desenvolvido na fazenda Bom Tempo, localizada no município de Cáceres-MT, utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, sendo analisados três horários de colheita: horário 1: entre 11:00 e 12:00 horas, horário 2: entre 13:00 e 14:00 horas

e horário 3: entre 16:00 e 17:00 horas, com a colhedora operando a 5,5 km h, com quatro repetições para cada tratamento, sendo que, cada parcela possuía 50 m de comprimento por 10 m de largura. As características avaliadas foram: perdas naturais de grãos, perdas na plataforma de corte, perdas nos mecanismos internos e perda total da colhedora. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e a comparação de médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico Sisvar. Observa-se que não houve diferença significativa para as variáveis na plataforma de corte, mecanismos internos e perdas totais, em função do horário de colheita. Com isso, conclui-se que os diferentes horários de colheita não diferiram nas perdas causadas pela colhedora. E nos horários mais quentes do dia as perdas foram maiores.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Glycine Max* (L.) Merrill. Máquinas agrícolas. Perdas na colheita.

### QUANTITATIVE LOSSES OF SOYBEAN GRAINS AS FUNCTION OF THE TIME HARVESTING SCHEDULE

**ABSTRACT:** Soybean is a important crops in the Brazilian economy, its production process can be fully mechanized and one of the important

points of this mechanization is the regulation to be used in the harvester in relation to the harvest time. Thus, the objective of this study was to evaluate the quantitative losses in mechanized soybean harvesting as a function of time harvesting schedule during the day. The experiment was conducted at the farm “Bom Tempo”, located in the of Cáceres municipalities, Mato Grosso State, Brazil, The randomized blocks was used the experimental design, analyzed three harvest times schedule: 1 Time: from 11h a.m. and 12h a.m., between 1h. p.m. and 14h. p.m and between 4 h. p.m. and 5h. p.m., with the speed combine operating at 5.5 km/h with four replicates for each treatment, and each plots had 50 m long and 10 m wide. The characteristics evaluated were: natural grain losses, combine header (platform grains) losses, internal mechanisms combine losses and total harvesting losses. Data were subjected to analysis of variance by F test and comparison of means by Tukey test at 5% probability using the Sisvar statistical program. It was observed that there was no difference for the variables combine header (platform), internal mechanisms and total losses, depending on the harvesting time schedule. Thus, it conclusion of that the different harvesting time schedule did not differ in the losses caused by the combine. And at the hottest times during day the losses were higher.

**KEYWORDS:** *Glycine Max* (L.) Merril. Agricultural machinery. Harvesting losses.

## 1 | INTRODUÇÃO

A soja é uma cultura de grande importância na economia brasileira, é responsável por 57% da área cultivada do país, permanecendo como principal responsável pelo aumento de área. O estado de Mato Grosso é considerado o maior produtor de soja do país, com produtividade de 2.851 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2016).

O processo produtivo da soja pode ser totalmente mecanizado e um dos pontos importantes dessa mecanização é a regulação a ser utilizada na colhedora (CHIODEROLI et al., 2012). A etapa deve ser adequada conforme o desenvolvimento da cultura no campo, teor de água do grão, velocidade de deslocamento da colhedora, horário de colheita e a finalidade dos grãos produzidos

A colheita constitui uma importante etapa no processo produtivo da soja, deve ser iniciada tão logo a soja atinja o estágio R8, a fim de evitar perdas na qualidade do produto. Para reduzir perdas, é necessário conhecer as suas causas, sejam elas físicas ou fisiológicas (EMBRAPA, 2006).

A umidade inadequada dos grãos no momento da colheita é um dos fatores que afeta a eficiência da colheita, sendo os danos mecânicos minimizados quando essa operação é realizada com o teor de umidade entre 13 a 15% EMBRAPA (2013). De acordo com Embrapa (2011) a perda máxima aceitável durante o processo de colheita é de um saco de 60 kg ha<sup>-1</sup> (1 sc ha<sup>-1</sup>).

Marcondes et al. (2010) observaram variações no teor de água das sementes de soja durante o dia, podendo, ao final da tarde (18 h), apresentar-se inferior ao do início da colheita (10 h). Holtz e Reis (2013) avaliando as perdas físicas e fisiológicas de sementes de soja, durante a colheita, em diferentes dias e horários, observaram que o horário entre às 14 e 15 h apresentou maior perda na plataforma de corte, porém, neste horário, as perdas totais foram menores.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar as perdas quantitativas na colheita mecanizada da soja em função dos diferentes horários de colheita durante o dia.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante a colheita mecanizada da safra 2015/16 de soja, na fazenda Bom Tempo, na região de Cáceres-MT, com coordenadas geodésicas 16° 08' 22" S e 057° 29' 42" W e 118 m de altitude. O local apresenta condições climáticas caracterizadas como quente e úmido, com regime de chuva de novembro a março e regime de seca de maio a setembro (SEPLAN, 2007) o solo da propriedade é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2006).

A cultivar de soja colhida foi a Syngenta 1080 de ciclo médio, apresentando densidade populacional de 7,5 sementes por metro. Todos os tratamentos culturais foram realizados de acordo com as necessidades da cultura.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizado (DBC), sendo os tratamentos compostos por uma colhedora (Tabela 1), operando em três horários diferentes de colheita (H1: entre 11:00 e 12:00 horas, H2: entre 13:00 e 14:00 horas, e H3: entre 16:00 e 17:00 horas) com 4 repetições para cada tratamento. Cada parcela possuía 50 m de comprimento e 10 m de largura.

Modelo	Ano	Sistema de trilha	Largura/ plataforma (m)	Regulagens	Velocidade (km h)
John Deere 9750 STS	2014	Axial	9,0	Rotação do cilindro: 900 rpm	5,5

Tabela 1. Especificações da colhedora utilizada.

As avaliações durante a colheita consistiram em perdas naturais e perdas referente à colhedora conforme metodologia descrita por Mesquita e Gaudêncio, (1982) e Portella (2000), sendo utilizado uma armação retangular de acordo com a largura da plataforma de corte totalizando área de 2 m<sup>2</sup> (Figura 1), e de 1m<sup>2</sup> para

avaliação de perdas naturais.



Figura 1. Armação para a determinação das perdas de grãos de soja. Fonte: Mesquita et al. (2011).

A avaliação das perdas naturais de grãos (PNG) foram realizadas antes de iniciar a colheita na parcela, com medições em locais distintos, colocando uma armação de  $1\text{m}^2$  no sentido transversal ao plantio, coletando os grãos e as vagens caídas dentro da armação.

As perdas na plataforma de corte (PPC) foi realizada com a colhedora em funcionamento na parcela de coleta, depois de parada até jogar toda o resíduo para fora da máquina, retrocedeu a uma distância igual ao seu comprimento, sendo colocada a armação de  $2\text{m}^2$ , na frente da colhedora, onde foram coletados os grãos, inclusive os que permanecem nas vagens. Para encontrar as perdas na plataforma de corte, foi tomado este número e subtraído do resultado das perdas naturais de grãos.

Para as perdas ocasionadas pelos mecanismos internos (sistema de trilha, separação e limpeza) (PSL) a armação de  $2\text{m}^2$  foi colocada após a passagem da colhedora, onde foi feita coletado dos grãos e vagens. Para se obter o resultado subtraiu a perda de grãos em perdas naturais de grãos, bem como as da plataforma. E a perda total da colhedora (PTC) é o resultado da soma das perdas obtidas na plataforma de corte e nos mecanismos internos.

As perdas durante a colheita foram quantificadas por meio da coleta de todos os grãos sobre o solo, vagens que continham grãos e plantas que possuíam vagens com grãos, dentro da armação. Os valores da massa de grãos obtida que foram coletados na armação foram pesados e convertidos em  $\text{kg ha}^{-1}$  (Figura 2).

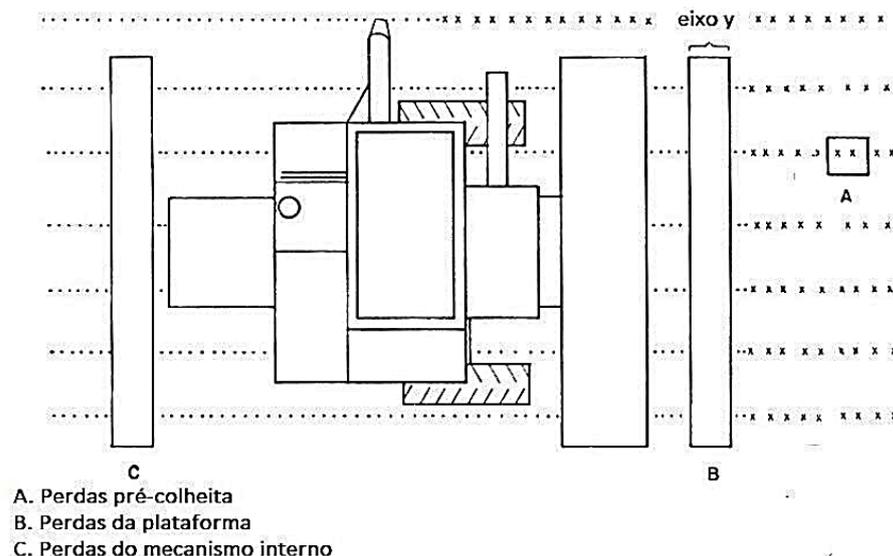


Figura 2. Metodologia descrita por Mesquita e Gaudêncio (1982) e Portella (2000) e adaptada por Oliveira et al. (2014).

A umidade dos grãos durante a colheita foi corrigida para 14%, devido as variações apresentadas (Tabela 2). Para a determinação da umidade dos grãos foi utilizado o método padrão de estufa, onde os grãos foram pesados e acondicionados em estufa por 24 horas em uma temperatura de 105° C (BRASIL, 1992).

Horário	Umidade
	----- bu (%) -----
11:00 à 12:00h (H1)	16,94
13:00 à 14:00h (H2)	14,88
16:00 à 17:00h (H3)	15,29

Tabela 2. Média para umidade (% bu) dos grãos de soja para os diferentes horários de colheita. Cáceres-MT, 2016.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e a comparação de médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 3, encontra-se a síntese da análise de variância das perdas ocasionadas pela plataforma de corte, mecanismos internos e perdas totais da colhedora, observa-se que não houve diferença significativa em relação aos diferentes horários de colheita.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS		
		PPC	PMI	PTC
Blocos	3	22162,76	348,63	26931,00
Tratamentos	2	8590,07 <sup>ns</sup>	80,87 <sup>ns</sup>	9801,82 <sup>ns</sup>
Resíduo	6	7266,37	603,89	10134,79
Média		130,61	23,05	153,66
CV (%)		65,26	106,63	65,52

Tabela 3. Síntese da análise de variância para as variáveis perdas provocadas pela plataforma de corte (PPC), mecanismos internos (PMI) e perdas totais da colhedora (PTC) em função do horário de colheita H1: 11:00 à 12:00h, H2: 13:00 à 14:00h, e H3: 16:00 à 17:00h. Cáceres-MT, 2016.

<sup>ns</sup>: não significativo

A ausência de diferença significativa se deve, principalmente, ao coeficiente de variação muito elevado apresentado na Tabela 3. Os coeficientes de variação CV (%) apresentaram valores elevados para todas as características avaliadas com amplitude de 65,26% a 106,63%.

Segundo Vieira (2006) experimentos conduzidos a campo devem apresentar CV em torno de 30%, esses resultados podem ser justificados devido a variação ambiental e umidade dos grãos durante os horários da colheita. Entretanto os valores obtidos estão dentro do limite encontrado em trabalho realizado por outros autores como, Magalhães et al. (2009), Compagnon et al. (2012) e Holtz e Reis (2013).

As perdas naturais de grãos foram inexpressivas, não havendo significância, indicando que a cultivar utilizada adaptou-se ao clima e solo da região. Em trabalho realizado por Oliveira et al. (2014) avaliando perdas quantitativas na colheita mecanizada de soja também não obteve perdas naturais de grãos.

A figura 1 representa graficamente as perdas de grãos em relação aos diferentes horários de colheita. Observa-se que no horário de 13:00 à 14:00 horas as perdas foram menores para as características de perda da plataforma de corte, mecanismos internos e perdas totais da colhedora. Esses valores podem ser justificados pela umidade ideal dos grãos.

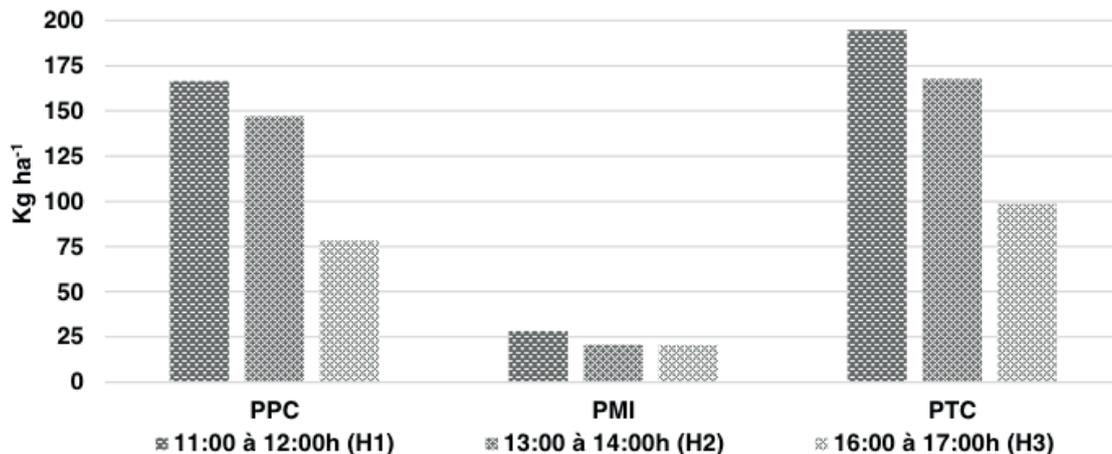


Gráfico 1. Média geral das perdas na colheita mecanizada de soja na plataforma de corte (PPC), mecanismos internos (PMI) e perdas totais da colhedora (PTC), em função do horário de colheita H1: 11:00 à 12:00h, H2: 13:00 à 14:00h, e H3: 16:00 à 17:00h. Cáceres-MT, 2016.

Segundo Holtz e Reis (2013) existe uma dinâmica das perdas na colheita de soja sob a influência da umidade e temperatura do ar, que é refletida na umidade da palha, reportando a condição de que quanto menor a umidade da palha, maior a perda de grãos nos mecanismos de corte e alimentação, e que quanto maior a umidade, maiores as perdas de grãos na trilha.

#### 4 | CONCLUSÃO

Os diferentes horários de colheita não diferiram nas perdas causadas pela colhedora. Nos horários mais quentes do dia as perdas foram maiores.

#### REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.
- CHIODEROLI, C. A.; SILVA, R. P.; NORONHA, R. H. F.; CASSIA, M. T.; SANTOS, E. P. Perdas de grãos e distribuição de palha na colheita mecanizada de soja. **Bragantia**, v. 71, n. 1, p.112-121, 2012.
- COMPAGNON, A. M.; SILVA, R. P.; CASSIA, M. T.; GRAAT, D.; VOLTARELLI, M. A. Comparação entre métodos de perdas na colheita mecanizada de soja. **Scientia Agropecuária**, n. 3, p.215-223, 2012.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Monitoramento agrícola - Safra 2015/16**. v. 1, n. 3. Brasília: Conab, 2013.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306p.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil – 2007**. Londrina: Embrapa Soja, 2006. 225p. (Sistemas de Produção 11)

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa - CNPSo, 2011. 261p. (Sistemas de Produção / Embrapa Soja, n.15).

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265 p. (Sistemas de Produção, 16).

HOLTZ, V.; REIS, E.F. Perdas na colheita mecanizada de soja: uma análise quantitativa e qualitativa. **Revista Ceres**, v. 60, n. 3, p. 347-353, 2013.

MARCONDES, M. C; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, I. C. B. Qualidade de sementes de soja em função do horário de colheita e do sistema de trilha de fluxo radial e axial. **Engenharia Agrícola**, v. 30, p. 315-321, 2010.

MESQUITA, C. M.; COSTA, N. P. (In memorian); MANTOVANI, E. C.; ANDRADE, J. G. M.; NETO, J. B. F.; SILVA, J. G.; FONSECA, J. R.; SOBRINHO, J. B. G. **Monitoramento das perdas de grãos na colheita de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 14p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

MESQUITA, C. M.; GAUDÊNCIO, C. A. **Medidor de perdas na colheita de soja e trigo**. Londrina: EMBRAPA/Soja, 1982. p.1-8. (Comunicado técnico, 15).

OLIVEIRA, T. C.; FIGUEIREDO, Z. N.; FAVARE, H. G.; TROUI, J. G.; SILVA, R. P. Perdas quantitativas na colheita mecanizada de milho safrinha na região norte de Mato Grosso. **Agrarian Academy**, v.1, n. 2, p. 141-149, 2014.

OLIVEIRA, T. C.; FIGUEIREDO, Z. N.; NEVES, L. G; FAVARE, H. G; PACHECO, A. P. Quantitative losses on the mechanized harvesting of soy in the region of Cáceres, Mato Grosso. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 7, p. 91-96, 2014.

PORTELLA, J. A. **Colheita de grãos mecanizada: implementos, manutenção e regulagem**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. 190 p.

SEPLAN. **Mato Grosso: solos e paisagens**. Cuiabá - MT. Seplan - MT. p.272, 2007.

VIEIRA, S. **Análise de Variância (ANOVA)**. São Paulo: Editora Atlas, 1 ed., 2006. 47 p.

## PRINCIPAIS MECANISMOS DE TOLERÂNCIA AO ESTRESSE HÍDRICO EM ARROZ (*ORYZA SATIVA* L.)

Data de aceite: 10/12/2018

Data de submissão: 22/10/2019

### **Leandro Martins Ferreira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul. Naviraí, MS.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6997544328294455>

### **Cristiana Maia de Oliveira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul. Naviraí, MS.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3773606265310924>

### **Orlando Carlos Huertas Tavares**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Agronomia. Seropédica, RJ.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6517289620714369>

### **Leilson Novaes Arruda**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Agronomia. Seropédica, RJ.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6088215544085967>

### **Renan Pinto Braga**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Agronomia. Seropédica, RJ.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5205853825951525>

### **Rafael Passos Rangel**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Agronomia. Seropédica, RJ.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1954107925475285>

### **Sonia Regina de Souza**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Agronomia. Seropédica, RJ.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3312117357555510>

### **Leandro Azevedo Santos**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Agronomia. Seropédica, RJ.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4704465400011358>

**RESUMO:** O aumento constante da população mundial e a mudança climática global tem modificado a forma de se fazer agricultura e cada vez mais é necessário alcançar altas produtividades em áreas antes consideradas marginais. Para lidar com essa mudança, é necessário gerar conhecimento e produzir plantas melhoradas para ambientes sujeitos ao estresse hídrico. O estresse hídrico é um dos principais estresses ambientais e tem afetado seriamente o crescimento e produtividade das principais culturas agrícolas. O arroz é uma cultura extremamente sensível ao estresse hídrico e demanda grande quantidade de água para produzir. Desse modo, o desenvolvimento de técnicas que viabilizem um aumento de produção aliado a redução do consumo de água são essenciais para a sustentabilidade da agricultura mundial. Esta revisão teve como objetivo elencar e discutir as principais frentes de pesquisa adotadas por grupos de pesquisa ao redor do mundo que visam ao aumento da

tolerância ao estresse hídrico na cultura do arroz.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aquaporinas; Espécies Reativas de Oxigênio; Sistema radicular; Solutos compatíveis

## MAIN MECHANISMS OF WATER STRESS TOLERANCE IN RICE (*ORYZA SATIVA* L.)

**ABSTRACT:** The constant world population increase and the global climate change has modified the way agriculture is being done. Nowadays, is necessary to achieve high productivity in areas previously considered marginal. Generate knowledge and produce improved plants is necessary for environments subject to water stress. Water stress is one of the main abiotic stresses and has seriously affected the growth and productivity of major crops. Rice is a crop extremely sensitive to water stress and demands a large amount of water to produce. For this reason, the development of techniques that enable increased production coupled with reduced water consumption are essential for the sustainability of world agriculture. This review was dedicated to list and discuss the main research fronts adopted by research groups around the world aiming to improve the drought tolerance in rice.

**KEYWORDS:** Aquaporins; Oxigen-reactive species; Root system; Compatible Solutes

### 1 | INTRODUÇÃO

Durante a revolução verde, pesquisadores e melhoristas focaram na melhoria da produtividade provendo ambientes ideais: solos pobres receberam grandes aplicações de fertilizantes NPK, terras secas foram irrigadas e um manejo intensivo de pragas e ervas invasoras foi estabelecido de modo que cultivos altamente produtivos desenvolvidos nessas condições foram capazes de prosperar. No entanto, a iminente escassez de água está mudando esse panorama (PENNISI, 2008).

O arroz é mais sensível ao estresse hídrico do que muitas outras culturas agrícolas e as bases fisiológicas envolvidas na sensibilidade ao estresse hídrico ainda não são bem entendidas (TARDIEU; TUBEROSA, 2010). Muitas características morfológicas e fisiológicas para a resistência a seca em arroz foram usadas como marcadores seletivos para o melhoramento, no entanto os mecanismos exatos de resistência à seca ainda não estão bem esclarecidos (FUKAI; COOPER, 1995). Diversos grupos de pesquisa têm focado em estratégias de seleção de linhagens que possuam raízes mais finas e em profundidade (UGA et al., 2012), capacidade de regulação estomática (KONDO et al., 2010), acúmulo de osmólitos compatíveis (PAUL et al., 2010), expressão e atividade de aquaporinas (NADA; ABOGADALLAH,

2014), metabolismo de carbono e nitrogênio (REGUERA et al., 2013), entre outras numa tentativa de desenvolver variedades de arroz mais tolerantes ao déficit hídrico.

Atualmente sabe-se que genes induzidos durante o estresse hídrico atuam não somente na proteção das células ao estresse, mas também na regulação de genes para a detecção de sinal, percepção e transdução da resposta ao estresse (KREPS et al., 2002). De acordo com SHINOZAKI E SHINOZAKI (2007), os produtos desses genes podem ser classificados em dois grupos, o primeiro inclui proteínas que atuam em resposta ao estresse, tais como chaperonas, proteínas abundantes embriogênicas tardias (LEA), enzimas detoxificadoras de espécies reativas de oxigênio, enzimas-chave da biossíntese de osmólitos, canais de água e várias proteases. No entanto, alguns trabalhos têm mostrado que a superexpressão desses genes nem sempre aumenta a tolerância ao estresse e ainda limita o crescimento das plantas em ambientes sem estresse. O segundo grupo é composto por proteínas regulatórias, envolvidas na transdução de sinal e expressão de genes induzidos pelo estresse, como fatores de transcrição, proteínas quinases, fosfatases, enzimas envolvidas no metabolismo de fosfolípidos e de ABA. Esse segundo grupo tem se mostrado mais promissor no desenvolvimento de plantas tolerantes a estresses.

Diante desse quadro, foi realizada uma breve revisão de alguns tópicos considerados importantes para o melhoramento da cultura do arroz em ambientes sujeitos ao estresse hídrico, são eles: manutenção do metabolismo de carbono (C) e nitrogênio (N), expressão e atividade de aquaporinas, crescimento radicular, acúmulo de osmólitos compatíveis e regulação da abertura e fechamento estomático.

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O estresse hídrico e o metabolismo de Carbono e Nitrogênio

A absorção e assimilação de nutrientes podem ser diretamente afetadas pelo estresse hídrico. No entanto, plantas com maior tolerância ao dessecamento apresentam uma resposta diferencial na expressão e atividade de proteínas envolvidas na absorção e assimilação, como observado para o nitrogênio. O N é um dos elementos mais limitantes ao crescimento das plantas, portanto tem-se buscado identificar mecanismos que beneficiem as plantas em ambientes sujeitos a estresses abióticos para que sua absorção e uso não sejam prejudicados.

Durante prolongado estresse por seca, a diminuição da disponibilidade de água na planta afeta o transporte de nutrientes via xilema, menor absorção de N e redução na disponibilidade de CO<sub>2</sub> para fotossíntese, devido ao fechamento estomático e, conseqüentemente, distúrbios no metabolismo de C e N. Diante disso, plantas que conseguem manter este metabolismo primário sobre estresse hídrico

são essenciais para o desenvolvimento de cultivares tolerante (XU; ZHOU, 2006; SINGH; GHOSH, 2013).

Trabalhos atuais observaram que a alta atividade da GS sobre deficiência hídrica pode ser responsável pela manutenção do crescimento e produtividade das plantas mesmo em condições limitantes. As isoformas de GS são diferencialmente reguladas em resposta ao status de N da planta assim como sinais ambientais (OLIVEIRA; CORUZZI, 1999).

Em arroz, foram identificados três genes que codificam para a glutamina sintetase citossólica (GS1): *OsGS1.1*, *OsGS1.2* e *OsGS1.3*. A *OsGS1.1* apresentou expressão em todos os órgãos testados, já *OsGS1.2* e *OsGS1.3* foram expressos principalmente em raízes e espiguetas, respectivamente (TABUCHI et al., 2005). Em tecidos verdes com alta taxa fotossintética, a isoforma GS2 encontra-se em maior proporção, além de ser responsável pela maior porcentagem da atividade total da GS, principalmente no limbo foliar.

Plantas de arroz da cultivar Kinuhikari foram transformadas utilizando um promotor forte (35S) visando o aumento de expressão da proteína *OsGS2*. Em uma das linhagens transformadas (G39-2) obteve-se um aumento de 1,5 vezes mais GS2 do que em plantas controle (WT). Também foi observado aumento da capacidade fotorrespiratória nessas plantas e manutenção de aproximadamente 90% de atividade do fotossistema II após duas semanas de estresse osmótico quando comparado a WT. Esse trabalho mostrou que a maior atividade da GS2 está diretamente relacionada a uma maior tolerância da planta ao estresse salino (HOSHIDA et al., 2000).

SINGH E GHOSH (2013) relataram uma resposta diferencial na atividade e expressão das isoformas de GS na parte aérea e raiz entre plantas da cultivar Khitish (tolerante ao estresse hídrico) e IR 64 (suscetível ao estresse hídrico). A manutenção de alta atividade de *OsGS2* em folhas e a superexpressão de *OsGS1.1* podem contribuir para melhoria da tolerância ao estresse hídrico em arroz, visto que essas proteínas estão envolvidas na manutenção da capacidade fotossintética, fotorrespiratória e remobilização de N para os grãos.

Atualmente alguns trabalhos têm focado no estudo do metabolismo de C e N em plantas sob estresse hídrico (REGUERA et al., 2013; PELEG et al., 2011). Em geral, plantas sob déficit hídrico apresentam redução na etapa de carboxilação da fotossíntese e menor assimilação de CO<sub>2</sub>. A menor produção de esqueletos de carbono prejudica a assimilação de N e a produção de aminoácidos, comprometendo assim o crescimento e produção das plantas nesses ambientes.

Trabalhos recentes mostram que a exposição das plantas a condições limitantes de água promove a síntese de ácido abscísico (ABA) e expressão de genes dependentes de ABA, desencadeando o fechamento estomático e a diminuição da

perda de água (YAMAGUCHI-SHINOZAKI e SHINOZAKI, 2006). No entanto tem-se observado que outras classes de hormônios podem apresentar efeito antagônico ao provocado pelo ABA.

Plantas de arroz transformadas expressando o gene da isopenteniltransferase (IPT), que participa de uma etapa limitante na síntese de citocininas sob controle de um promotor induzido por estresse e senescência ( $P_{SARK}$ ), mostraram melhora na produtividade e qualidade do grão sob estresse hídrico (PELEG et al., 2011). Além disso, REGUERA et al. (2013), submeteram essas plantas ao estresse hídrico deixando de irrigar na pré-antese e retornando a irrigação quando as plantas mostravam sinais de enrolamento foliar. Três dias após a suspensão da irrigação foi observado maior atividade da sacarose fosfato sintase (SFS), nitrato redutase (NR) e nitrito redutase (NiR) nas plantas de arroz transformadas expressando o gene IPT. A maior atividade dessas enzimas contribuiu para a melhor regulação do metabolismo de C e N suprindo a demanda dos órgãos drenos sob estresse.

## 2.2 A importância das aquaporinas para o aumento da tolerância ao estresse hídrico

As aquaporinas são proteínas capazes de facilitar o fluxo de água e de pequenas substâncias apolares através da membrana biológica (BIENERT; CHAUMONT, 2010). Em arroz, o fluxo radial de água realizado entre as camadas de células da raiz envolve a passagem pela epiderme, exoderme, córtex e endoderme. Sabe-se que este fluxo apresenta forte resistência hidráulica devido a deposição de suberina na endoderme. Alguns trabalhos mostram que a maior atividade de aquaporinas na raiz pode beneficiar a planta em condições de estresse hídrico, uma vez que estas proteínas facilitam o fluxo de água pelas regiões mais suberizadas.

O aumento de expressão de uma aquaporina, conhecida como RWC3, em plantas de arroz da cultivar Zhonghua 11, melhorou o status hídrico das plantas sob déficit hídrico, sugerindo que esta proteína desempenhou um papel no escape da seca em arroz, principalmente pelo fato de ser mais expressa nas raízes, beneficiando o fluxo radial de água (LIAN et al., 2004).

Trabalho realizado por NADA E ABOGADALLAH (2014), estudando 4 genótipos de arroz, sendo duas cultivares japônicas (Giza 178 e Sakha 101) e duas cultivares indicas (IR 64 e PSL2) observaram que a maior expressão das aquaporinas nas folhas e a redução da expressão de *OsPIP2.1*; *OsPIP2.2* e *OsPIP2.4* em raízes foi responsável pela baixa absorção e transporte de água para a parte aérea quando a irrigação foi interrompida por três dias. Além disso, este trabalho mostra que a remoção das pontas das raízes melhorou o status hídrico da planta, devido a remoção de barreiras para o fluxo radial de água.

Também já foi observado que o aumento de expressão de uma aquaporina (*TaAQP7*) aumentou a tolerância ao estresse hídrico em plantas de tabaco pela manutenção de um melhor status hídrico, reduzindo o acúmulo de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) e dano a membrana via aumento da atividade e expressão da superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT), quando comparado a WT. A maior atividade dessas enzimas foi consequência do menor dano causado a membrana celular que teve a sua maquinaria protegida da desidratação (ZHOU et al., 2012).

O resultado encontrado por esses autores é de fundamental importância, pois ressalta que a expressão diferenciada de alguns grupos de aquaporinas pode influenciar no status hídrico da planta afetando a condutância estomática, fotossíntese, dano a membrana e atividade de enzimas antioxidantes quando submetidas ao déficit hídrico. Dessa forma, a atuação das aquaporinas na planta pode ser utilizada como um biomarcador de genótipos tolerantes ao estresse hídrico. Por outro lado, o aumento de expressão de aquaporinas em condição de estresse hídrico nem sempre é responsável por uma resposta adaptativa da planta, uma vez que muitos fatores podem influenciar na atividade dessas proteínas, como o nutriente  $Ca^{+2}$ , pH (GERBEAU et al. 2002), fosforilação de sítios de ativação da proteína (JOHANSSON et al. 1998) e fitohormônios (ZHOU et al., 2012).

### **2.3 A Importância do sistema radicular em ambientes sujeitos ao déficit hídrico**

O reconhecimento da importância das raízes para a tolerância à seca, e a diversidade na arquitetura radicular do arroz, tem sido base sólida para a pesquisa de tolerância à seca no Instituto Internacional de Pesquisa do Arroz (IRRI) (HENRY, 2013). No ano 2000, o IRRI iniciou um programa de melhoramento para seleção de características radiculares relacionadas a produtividade sob condições de estresse hídrico. Após a identificação de diversos Loci para Característica Quantitativa (QTLs) para produtividade sob condições de estresse hídrico, foram identificados genes relacionados a características de morfologia e arquitetura radicular.

Um sistema radicular profundo permite o escape das plantas em condições de estresse hídrico por meio da absorção de água das camadas mais profundas do solo (YOSHIDA & HASEGAWA, 1982). Um estudo realizado por UGA et al. (2013), identificaram um QTL envolvido no ângulo de crescimento e comprimento em profundidade das raízes de arroz. A alta expressão deste gene, conhecido como Deeper Rooting (DRO1), em arroz é negativamente regulado por auxina e está envolvido no alongamento celular nas pontas das raízes causando o crescimento assimétrico e dobragem para baixo das raízes em resposta à gravidade, aumentando o ângulo de crescimento da raiz e, conseqüentemente, no aprofundamento do sistema radicular.

Plantas de arroz com maior expressão do DRO1 mostraram maior capacidade de escape da seca quando comparado com a IR64. Sob seca severa, danos fisiológicos como murchamento das folhas e atraso no florescimento foram mais proeminentes na IR64 do que em plantas Dro1-NIL. A seca moderada reduziu o peso de grãos por planta na IR64, enquanto plantas Dro1-NIL praticamente mantiveram o peso. Sob seca severa, a porcentagem de grãos cheios em IR64 praticamente zerou, enquanto em plantas Dro1-NIL foi observado um valor 30% maior.

Outra frente de pesquisa, desenvolveu plantas de tabaco com maior sistema radicular por meio de engenharia genética. WERNER et al. (2010), mostraram que a redução específica de citocinina em raízes de tabaco por meio do aumento de expressão de uma citocinina oxidase (CKX) promove incremento no alongamento de raízes primárias, número de ramificações e peso de raízes, sem alterar o crescimento normal das plantas. Estes autores verificaram também que plantas de *Arabidopsis* contendo essa construção gênica, que permite a expressão da citocinina oxidase exclusivamente na raiz, possuem maior taxa de sobrevivência do que plantas WT quando submetidas a estresse severo por seca.

Estes resultados ressaltam a importância de conseguirmos desenvolver plantas com raízes mais finas e em profundidade, visto que um maior sistema radicular pode aumentar a capacidade de absorção de água e reduzir as perdas de produtividade em ambientes sujeitos ao déficit hídrico. No entanto, o estudo do crescimento e desenvolvimento radicular foi ignorado durante muito tempo e só nas últimas décadas têm se dado a devida importância a esse órgão que pode influenciar diretamente na produtividade das plantas (HERDER et al., 2010).

Dentro desse contexto, já foi observado que o crescimento de raízes em profundidade pode atuar como uma alternativa de linha de defesa contra o estresse hídrico por algumas variedades de arroz. Trabalho realizado por JI et al. (2011), mostraram que a variedade de arroz IRAT 109, tolerante ao estresse hídrico, quando submetida a condição de déficit hídrico por 20 dias apresentou maior comprimento radicular e massa seca de raízes em profundidade quando comparado a variedade Zhenshan 97B, sensível ao estresse hídrico.

Atualmente diversos trabalhos têm buscado caracterizar genes envolvidos no desenvolvimento do sistema radicular, como: formação de raízes adventícias, alongamento radicular, desenvolvimento de raízes laterais e pelos radiculares (WU & CHENG, 2014). Este conhecimento permitirá o melhoramento das culturas e a obtenção de plantas-elite para ambientes sujeitos a estresses.

## **2.4 Acúmulo de solutos compatíveis em condição de estresse hídrico**

Outra maneira de lidar com o estresse hídrico é através da capacidade que algumas plantas possuem de acumular em suas células solutos compatíveis, tais

como: prolina, glicina-betaína e sais, de modo a reduzir a energia livre da água e, conseqüentemente, o potencial osmótico a fim de manter a turgescência celular em condições de estresse hídrico.

O arroz não é capaz de acumular glicina-betaína (GB), um importante composto envolvido na tolerância a estresses abióticos em espinafre, milho e cevada. No entanto, trabalho realizado por SHIRASAWA et al. (2006), mostraram que a transformação de plantas de arroz com um gene envolvido na síntese de GB de espinafre aumentou a massa seca das plantas transformadas em condição de estresse salino e por temperatura, no entanto não foi observado incremento em produtividade. Portanto, ainda são necessários estudos para caracterizar essas plantas com maior expressão de GB em condição de déficit hídrico.

Plantas de arroz da cv. Pathumthani (PT1), sensível ao estresse hídrico, foram cultivadas em casa de vegetação até o início da fase reprodutiva quando foram pré-tratadas com 0 e 100 mM de glicina-betaína por dois dias via pulverização e submetidas a diferentes regimes de déficit hídrico. Plantas pré-tratadas com GB mostraram maior altura da planta, comprimento de panícula, peso de panícula, porcentagem de fertilidade e peso de cem grãos quando comparado ao controle, principalmente quando submetidas ao estresse hídrico. A aplicação exógena de GB aumentou a concentração de prolina nas folhas, conteúdo de clorofilas totais, estabilizou carotenoides e manteve maior eficiência fotossintética da planta quando submetida ao déficit hídrico (CHA-UM et al., 2013).

A prolina é um dos osmólitos mais comumente acumulados pelas plantas em resposta a diversos estresses, podendo desempenhar funções no ajustamento osmótico, estabilização da estrutura celular e redução do dano ao aparato fotossintético. A importância da prolina em aumentar a tolerância a estresses abióticos têm sido recentemente estudada por meio da transformação genética de arroz. Plantas de arroz transformadas expressando o gene P5CS, envolvido na síntese de prolina, mostrou maior acúmulo de transcritos de mRNA de P5CS, conteúdo de prolina e maior tolerância a seca e estresse salino (SU; WU, 2004).

A trealose é um dissacarídeo não reduzido encontrado em muitos organismos e trata-se de um componente essencial nos mecanismos que coordenam o metabolismo vegetal com o crescimento e desenvolvimento das plantas (PAUL et al., 2010). Trabalho mais recente realizado por LI et al. (2011), observaram que o aumento de expressão do gene que codifica para trealose-6-fosfato sintase (*OsTPS1*) em arroz aumenta a tolerância das plantas ao estresse salino, frio, PEG e seca.

O papel e mecanismo de ação da prolina e trealose como osmoprotetores também pode ser estudado aplicando-os de forma exógena nas plantas, sem a necessidade de obtenção de plantas transformadas. Trabalho realizado por

NOUNJAN et al. (2012), verificaram que plantas de arroz quando submetidas a diferentes concentrações de prolina e trealose em solução hidropônica por 6 dias apresentaram maior habilidade de se recuperar após o estresse devido ao papel osmoprotetivo exercido por essas substâncias e a sua capacidade de modular a atividade de enzimas antioxidantes, como a superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), peroxidase (POX) e ascorbato peroxidase (APX).

## 2.5 A regulação da abertura e fechamento estomático e o seu papel no aumento da tolerância ao estresse hídrico

Atualmente diversos trabalhos têm focado no estudo da regulação da abertura e fechamento estomático com o objetivo de melhorar a eficiência de uso de água (EUA). Sabe-se que a abertura dos estômatos, necessária para a entrada de CO<sub>2</sub>, é indispensável para o crescimento, desenvolvimento e produtividade das plantas, no entanto causa simultaneamente perda de água via transpiração. O tamanho do poro estomático, assim como a quantidade de estômatos (densidade) influenciam na transpiração, absorção de CO<sub>2</sub> e EUA, contudo sabe-se que o controle dessa característica é complexo e envolve fatores genéticos e ambientais.

Quando as plantas estão sob estresse hídrico ocorre uma redução do potencial hídrico das plantas que pode desencadear no fechamento estomático e, conseqüente redução das trocas gasosas. A diminuição da assimilação de CO<sub>2</sub>, em geral, leva a uma redução de biomassa e produtividade em ambientes sujeitos a estresse hídrico. Métodos utilizados para induzir o fechamento estomático reduzem a abertura estomática aumentando a EUA, no entanto esta redução frequentemente tem resultado em perda de biomassa e/ou produtividade (YOO et al., 2009).

Em *Arabidopsis* foi identificado um fator de transcrição (*GTL1*) que regula negativamente a EUA através do controle da densidade estomática. Neste trabalho, foi observado que plantas silenciando esse fator de transcrição apresentavam menor densidade de estômatos na parte abaxial da folha o que contribuiu para uma menor taxa de transpiração sem alteração de biomassa e assimilação de CO<sub>2</sub>, contribuindo assim para uma maior EUA e tolerância a seca em condições de déficit hídrico (YOO et al., 2010).

Em arroz também já foi identificado um fator de transcrição (DST) que apresenta resultados similares aos observados por Yoo e colaboradores. Plantas de arroz silenciando o DST apresentaram menor abertura estomática e número de estômatos, o que permitiu menor perda de água. Além disso, não houve decréscimo na produção (HUANG et al., 2009). Quando as plantas foram submetidas a tratamento com PEG, NaCl e seca foi observado que as plantas mutantes apresentam uma maior capacidade de recuperação quando transferida para condições normais de

crescimento.

Trabalho realizado por YU et al. (2013), identificaram um fator de transcrição de *Arabidopsis*, denominado *Enhanced drought tolerance1/HOMEODOMAIN GLABROUS11 (AtEDT1/HDG11)* que quando superexpresso em arroz aumentou a tolerância a seca e produtividade das plantas transformadas, devido a redução na densidade estomática, maior EUA, maior taxa fotossintética, comprimento e massa de raízes quando essas plantas foram submetidas ao tratamento sem irrigação por 5 a 10 dias. É interessante destacar que neste trabalho a modificação de apenas um fator de transcrição resultou na regulação de diferentes genes envolvidos com a tolerância a seca e produtividade da planta melhorando o desempenho da planta como um todo quando submetida ao estresse hídrico.

Trabalho realizado por KONDO et al. (2010), identificaram um peptídeo, denominado STOMAGEN que codifica para proteínas secretoras em *Arabidopsis* que regula positivamente a densidade de estômatos. Baseado na estrutura desta proteína, os pesquisadores desenvolveram uma molécula sintética que quando colocada em solução a planta reconhece e sinaliza para um aumento na densidade de estômatos, estratégia essa interessante para aumentar a captação de CO<sub>2</sub> e, conseqüentemente, a produtividade. No entanto, ainda são necessários estudos para verificar o efeito desse aumento de estômatos em condições de estresse abiótico, como a seca.

O aumento da expressão do STOMAGEN em *Arabidopsis* foi responsável pelo aumento da taxa fotossintética em aproximadamente 30% comparado a WT. No entanto, essas plantas apresentam maior taxa transpiratória, menor EUA e nenhuma alteração na biomassa produzida (TANAKA et al., 2013). Apesar de neste trabalho não ter sido mostrado um ganho de produtividade pelas plantas transformadas, abre-se uma janela de possibilidades para se trabalhar e aprimorar a densidade de estômatos ideal sem que haja perda de produtividade e decréscimo na EUA.

### 3 | CONCLUSÃO

Atualmente, diversos genes envolvidos no controle da tolerância ao estresse hídrico têm sido descobertos e caracterizados. Muitos destes poderão ser utilizados em programas de melhoramento visando o aumento da tolerância a seca em arroz e outras culturas agrícolas de importância social e econômica. A identificação de genes-chave tem sido objeto de intenso trabalho realizado pelos principais centros de pesquisa em arroz no mundo, como o IRRI e a EMBRAPA no Brasil. Para que este melhoramento seja bem-sucedido os cientistas estão voltados para as cultivares selvagens que são um “depósito” de genes raros, de fundamental importância para a obtenção de cultivares melhoradas para ambientes sujeitos a estresses.

## REFERÊNCIAS

- BIENERT, G. P.; CHAUMONT, F. **Plant Aquaporins: Roles in Water Homeostasis, Nutrition, and Signaling Processes**. In: GEISLER, M.; VENEMA, K. *Transporters and Pumps in Plant Signaling*. New York. Ed. Springer, 2010, p. 3-36.
- CHA-UM, S.; SAMPHUMPHUANG, T.; KIRDMANEE, C. Glycinebetaine alleviates water deficit stress in indica rice using proline accumulation, photosynthetic efficiencies, growth performances and yield attributes. **Australian Journal of Crop Science**, v. 7, n. 2, p. 213-218, 2013.
- FUKAI, S.; COOPER, M. Development of drought-resistant cultivars using physiomorphological traits in rice. **Field Crops Research**, v. 40, n. 2, p. 67-86, 1995.
- GERBEAU, P., AMODEO, G., HENZLER, T., SANTONI, V., RIPOCHE, P., & MAUREL, C. The water permeability of Arabidopsis plasma membrane is regulated by divalent cations and pH. **The Plant Journal**, v. 30, n. 1, p. 71-81, 2002.
- HENRY, A. IRRI's drought stress research in rice with emphasis on roots: accomplishments over the last 50 years. **Plant Root**, v. 7, p. 5-19, 2013.
- HERDER, G. D., VAN ISTERDAEL, G., BEECKMAN, T., & DE SMET, I. The roots of a new green revolution. **Trends in plant science**, v. 15, n. 11, p. 600-607, 2010.
- HOSHIDA, H.; TANAKA, Y.; HIBINO, T.; HAYASHI, Y.; TANAKA, A.; TAKABE, T.; TAKABE, T. Enhanced tolerance to salt stress in transgenic rice that overexpresses chloroplast glutamine synthetase. **Plant molecular biology**, v. 43, n. 1, p. 103-111, 2000.
- HUANG, X. Y., CHAO, D. Y., GAO, J. P., ZHU, M. Z., SHI, M., & LIN, H. X. A previously unknown zinc finger protein, DST, regulates drought and salt tolerance in rice via stomatal aperture control. **Genes & Development**, v. 23, n. 15, p. 1805-1817, 2009.
- JI, K., WANG, Y., SUN, W., LOU, Q., MEI, H., SHEN, S., & CHEN, H. Drought-responsive mechanisms in rice genotypes with contrasting drought tolerance during reproductive stage. **Journal of plant physiology**, v. 169, n. 4, p. 336-344, 2012.
- JOHANSSON, I., KARLSSON, M., SHUKLA, V. K., CHRISPEELS, M. J., LARSSON, C., & KJELLBOM, P. Water transport activity of the plasma membrane aquaporin PM28A is regulated by phosphorylation. **The Plant Cell Online**, v. 10, n. 3, p. 451-459, 1998.
- KONDO, T., KAJITA, R., MIYAZAKI, A., HOKOYAMA, M., NAKAMURA-MIURA, T., MIZUNO, S & SAKAGAMI, Y. (2010). Stomatal density is controlled by a mesophyll-derived signaling molecule. **Plant and cell physiology**, v. 51, n. 1, p. 1-8, 2010.
- KREPS, J. A., WU, Y., CHANG, H. S., ZHU, T., WANG, X., & HARPER, J. F. Transcriptome changes for Arabidopsis in response to salt, osmotic, and cold stress. **Plant Physiology**, v. 130, n. 4, p. 2129-2141, 2002.
- LI, H. W., ZANG, B. S., DENG, X. W., & WANG, X. P. Overexpression of the trehalose-6-phosphate synthase gene *OstTPS1* enhances abiotic stress tolerance in rice. **Planta**, v. 234, n. 5, p. 1007-1018, 2011.
- LIAN, H. L.; YU, X.; YE, Q.; DING, X. S.; KITAGAWA, Y.; KWAK, S. S.; SU, W.; TANG, Z. C. The role of aquaporin RWC3 in drought avoidance in rice. **Plant and Cell Physiology**, v. 45, n. 4, p. 481-489, 2004.
- NADA, R. M., & ABOGADALLAH, G. M. Aquaporins are major determinants of water use efficiency of rice plants in the field. **Plant Science**, v. 227, p. 165-180, 2014.

- NOUNJAN, N., NGHIA, P. T., & THEERAKULPISUT, P. Exogenous proline and trehalose promote recovery of rice seedlings from salt-stress and differentially modulate antioxidant enzymes and expression of related genes. **Journal of plant physiology**, v. 169, n. 6, p. 596-604, 2012.
- OLIVEIRA, I. C.; CORUZZI, G. M. Carbon and amino acids reciprocally modulate the expression of glutamine synthetase in Arabidopsis. **Plant physiology**, v. 121, n. 1, p. 301-310, 1999.
- PAUL, M. J., JHURREEA, D., ZHANG, Y., PRIMAVESI, L. F., DELATTE, T., SCHLUEPMANN, H., & WINGLER, A. Upregulation of biosynthetic processes associated with growth by trehalose 6-phosphate. **Plant signaling & behavior**, v. 5, n. 4, p. 386, 2010.
- PELEG, Z.; REGUERA, M.; TUMIMBANG, E.; WALIA, H.; & BLUMWALD, E. Cytokinin-mediated source/sink modifications improve drought tolerance and increase grain yield in rice under water-stress. **Plant Biotechnology Journal**, v. 9, n. 7, p. 747-758, 2011.
- PENNISI, E. The blue revolution, drop by drop, gene by gene. **Science**, v. 320, 2008.
- REGUERA, M.; PELEG, Z.; ABDEL-TAWAB, Y.M.; TUMIMBANG, E. B.; DELATORRE, C. A.; BLUMWALD, E. Stress-Induced Cytokinin Synthesis Increases Drought Tolerance through the Coordinated Regulation of Carbon and Nitrogen Assimilation in Rice. **Plant Physiology**, v. 163, n. 4, p. 1609-1622, 2013.
- SHINOZAKI, K., & YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. Gene networks involved in drought stress response and tolerance. **Journal of experimental botany**, v. 58, n. 2, p. 221-227, 2007.
- SHIRASAWA, K., TAKABE, T., TAKABE, T., & KISHITANI, S. Accumulation of glycinebetaine in rice plants that overexpress choline monooxygenase from spinach and evaluation of their tolerance to abiotic stress. **Annals of botany**, v. 98, n. 3, p. 565-571, 2006.
- SINGH, K. K., & GHOSH, S. Regulation of glutamine synthetase isoforms in two differentially drought-tolerant rice (*Oryza sativa* L.) cultivars under water deficit conditions. **Plant cell reports**, v. 32, n. 2, p. 183-193, 2013.
- SU, J., & WU, R. Stress-inducible synthesis of proline in transgenic rice confers faster growth under stress conditions than that with constitutive synthesis. **Plant Science**, v. 166, n. 4, p. 941-948, 2004.
- TABUCHI, M.; SUGIYAMA, K.; ISHIYAMA, K.; INOUE, E.; SATO, T.; TAKAHASHI, H.; YAMAYA, T. Severe reduction in growth rate and grain filling of rice mutants lacking OsGS1;1, a cytosolic glutamine synthetase1;1. **The Plant Journal**, v.42, p.641-651, 2005.
- TANAKA, Y., SUGANO, S. S., SHIMADA, T., & HARA-NISHIMURA, I. Enhancement of leaf photosynthetic capacity through increased stomatal density in Arabidopsis. **New Phytologist**, v. 198, n. 3, p. 757-764, 2013.
- TARDIEU, F.; TUBEROSA, R. Dissection and modelling of abiotic stress tolerance in plants. **Current opinion in plant biology**, v. 13, n. 2, p. 206-212, 2010.
- UGA, Y.; SUGIMOTO, K.; OGAWA, S.; RANE, J.; ISHITANI, M.; HARA, N.; KITOMI, Y.; INUKAI, Y.; ONO, K.; KANNO, N.; INOUE, H.; TAKEHISA, H.; MOTOYAMA, R.; NAGAMURA, Y.; WU, J.; MATSUMOTO, T.; TAKAI, T.; OKUNO, K.; YANO, M. Control of root system architecture by DEEPER ROOTING 1 increases rice yield under drought conditions. **Nature genetics**, v. 45, n. 9, p. 1097-1102, 2013.
- WERNER, T., NEHNEVAJOVA, E., KÖLLMER, I., NOVÁK, O., STRNAD, M., KRÄMER, U., & SCHMÜLLING, T. Root-specific reduction of cytokinin causes enhanced root growth, drought tolerance, and leaf mineral enrichment in Arabidopsis and tobacco. **The Plant Cell Online**, v. 22, n. 12, p. 3905-3920, 2010.

WU, W.; CHENG, S. Root genetic research, an opportunity and challenge to rice improvement. **Field Crops Research**, v. 165, p. 111-124, 2014.

XU, Z. Z.; ZHOU, G. S. Combined effects of water stress and high temperature on photosynthesis, nitrogen metabolism and lipid peroxidation of a perennial grass *Leymus chinensis*. **Planta**, v. 224, n. 5, p. 1080-1090, 2006.

YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K., & SHINOZAKI, K. Transcriptional regulatory networks in cellular responses and tolerance to dehydration and cold stresses. **Annu. Rev. Plant Biol.**, v. 57, p. 781-803, 2006.

YOO, C. Y., PENCE, H. E., HASEGAWA, P. M., & MICKELBART, M. V. Regulation of transpiration to improve crop water use. **Critical Reviews in Plant Science**, v. 28, n. 6, p. 410-431, 2009.

YOO, C. Y., PENCE, H. E., JIN, J. B., MIURA, K., GOSNEY, M. J., HASEGAWA, P. M., & MICKELBART, M. V. The Arabidopsis GTL1 transcription factor regulates water use efficiency and drought tolerance by modulating stomatal density via transrepression of SDD1. **The Plant Cell Online**, v. 22, n. 12, p. 4128-4141, 2010.

YOSHIDA, S.; BHATTACHARJEE, D. P.; CABUSLAY, G. S. Relationship between plant type and root growth in rice. **Soil science and plant nutrition**, v. 28, n. 4, p. 473-482, 1982.

YU, L., CHEN, X., WANG, Z., WANG, S., WANG, Y., ZHU, Q., ... & XIANG, C. Arabidopsis Enhanced Drought Tolerance1/HOMEODOMAIN GLABROUS11 confers drought tolerance in transgenic rice without yield penalty. **Plant physiology**, v. 162, n. 3, p. 1378-1391, 2013.

ZHOU, S., HU, W.; DENG, X.; MA, Z.; CHEN, L.; HUANG, C.; WANG, C.; WANG, J.; HE, Y.; YANG, G.; HE, G. Overexpression of the wheat aquaporin gene, TaAQP7, enhances drought tolerance in transgenic tobacco. **PloS one**, v. 7, n. 12, p. e52439, 2012.

## PRINCIPAIS NEMATÓDEOS GASTRINTESTINAIS IDENTIFICADOS EM EQUINOS NA CAMPANHA GAÚCHA

Data de aceite: 10/12/2018

### **Luiane Pacheco da Silva**

Universidade Federal do Pampa  
Dom Pedrito – Rio Grande do Sul

### **Gustavo Freitas Lopes**

Universidade Federal do Pampa  
Dom Pedrito – Rio Grande do Sul

### **Marcele Ribeiro Corrêa**

Universidade Federal do Pampa  
Dom Pedrito – Rio Grande do Sul

### **Brenda Luciana Alves da Silva**

Universidade Federal do Pampa  
Dom Pedrito – Rio Grande do Sul

### **Geovana Chaves Dorneles**

Universidade Federal do Pampa  
Dom Pedrito – Rio Grande do Sul

### **Lourdes Caruccio Hirschmann**

Universidade Federal do Pampa  
Dom Pedrito – Rio Grande do Sul

### **Larissa Picada Brum**

Universidade Federal do Pampa  
Dom Pedrito – Rio Grande do Sul

### **Anelise Afonso Martins**

Universidade Federal do Pampa  
Dom Pedrito – Rio Grande do Sul

**RESUMO:** O objetivo foi identificar os principais parasitas gastrointestinais em equinos na

Região da Campanha Gaúcha, devido à crescente preocupação com o controle desses parasitos, uma vez que causam sérios danos a saúde animal e prejuízos a produção. Foram coletadas 181 amostras de fezes diretamente da ampola retal de eqüinos, sendo 85% dos municípios de Dom Pedrito e 15% de Bagé, 73,48% das amostras eram provenientes de machos e 26,51% de fêmeas, entre um e seis anos de idade. Para os testes coprológicos de quantificação de ovos e identificação dos parasitas foi realizado respectivamente a contagem de ovos por grama de fezes (OPG) e coprocultura. Do total de amostras analisadas, 83,97% estavam com OPG acima do nível preconizado ( $> 300$ ). Em 76% das amostras, observou-se infecção mista composta por *Strongylus* spp., pequenos estrôngilus pertencentes a família *Cyathostominae*, *Trichostrongylus* sp., *Parascaris* spp., *Oxyuris* sp., mas com maior proporção de *Strongylus* spp. (58%). A parasitose gastrointestinal na região estudada é um problema para a criação de cavalos, uma vez que a maioria dos animais avaliados apresentou OPG acima do recomendado demonstrando a necessidade de controle mais efetivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Coprocultura, OPG, Parasitose

## MAIN GASTRINTESTINAL NEMATODES IDENTIFIED IN EQUINE IN THE GAÚCHA CAMPAIGN

**ABSTRACT:** The objective was to identify the main gastrointestinal parasites in horses in the Campaign Gaucha Region, due to the growing concern with the control of these parasites, since they cause serious damage to animal health and production losses. 181 fecal samples were collected directly from the equine rectal ampoule, being 85% from Dom Pedrito and 15% from Bagé, 73.48% from males and 26.51% from 1 to 6 years old. For coprological egg quantification and parasite identification tests, egg count per gram of feces and coproculture were performed respectively. Of the total samples analyzed, 83.97% had OPG above the recommended level (> 300). In 76% of the samples, it was observed mixed infection composed by *Strongylus spp.*, cyathostomes, *Trichostrongylus sp.*, *Parascaris spp*, *Oxyuris sp*, but with a higher proportion of *Strongylus spp.* (58%). Gastrointestinal parasitosis in the studied region is a problem for horse breeding, since most of the evaluated animals presented OPG above the recommended, demonstrating the need for more effective control.

### 1 | INTRODUÇÃO

A sanidade animal é um dos fatores de suma importância em qualquer sistema de produção, pois, implica diretamente no desenvolvimento dos animais e nos custos de produção. Considerando a saúde animal, na equinocultura o parasitismo gastrointestinal, ocupa lugar de destaque devido aos prejuízos ocasionados pela infecção parasitária, ocasionando retardo de crescimento, predisposições a infecções secundárias, cólicas e diarreias severas, podendo em situações extremas levar o animal a óbito (FRANCISCO et al., 2009; RIGÃO et al., 2017).

O conhecimento dos parasitas e forma de controle dos mesmos é fundamental, uma vez que, resultam em melhor desempenho dos animais com conseqüente exposição de suas características zootécnicas. A forma de controle adotado pela maioria dos produtores é composta exclusivamente pelo uso de anti-helmínticos, devido a sua praticidade e possível eficiência. No entanto, com o uso indiscriminado desses fármacos, sem a prévia realização de exames parasitológicos com intuito de verificar a necessidade do uso e eficácia do mesmo, tem possibilitado o aumento da resistência parasitaria aos grupos químicos disponíveis no mercado ocasionado falhas terapêuticas (BOSCO et al., 2018; MOLENTO, 2005).

O ambiente onde os animais pastoreiam funcionam como reservatório e fonte de infecção de larvas gastrintestinais infectantes (L<sub>3</sub>) aos animais, com isso, quanto maior a lotação animal no ambiente, maior o desafio em que os equinos são submetidos (AAEP, 2013).

Outro fator contribuinte para o desenvolvimento da enfermidade está relacionado com as condições climáticas, como temperatura e umidade, onde durante o período seco, os ovos dos parasitas depositados no ambiente, terão poucas possibilidades de evoluir e sobreviver, porém, quando depositados em período chuvoso se desenvolvem, aumentando a contaminação ambiental, prejudicando principalmente os animais jovens por serem mais suscetíveis pela imaturidade do sistema imunológico (QUADROS et. al, 2014).

Com isso, o trabalho objetiva verificar a ocorrência de parasitose e identificar os principais parasitas gastrintestinais presentes em equinos no município de Dom Pedrito e região.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Parasitologia da Universidade Federal do Pampa, Campus Dom Pedrito, durante o período de abril de 2018 a setembro de 2019. Foram recebidas 181 amostras de fezes coletadas direto da ampola retal de equinos machos e fêmeas com idade entre um a seis anos, provenientes da cidade de Dom Pedrito e região/RS. As mesmas foram armazenadas e identificadas individualmente e encaminhadas em caixa isotérmica para análise parasitológica.

Nas amostras recebidas foram realizados exames de quantificação de ovos por grama de fezes (OPG), técnica de Gordon e Whitlock (1939) e coprocultura, segundo Roberts e O'Sullivan (1950) e para identificação dos parasitas presentes utilizou-se chave dicotômica.

Para realização da técnica de OPG utilizou-se 4 g de fezes, maceradas junto a 56 ml de solução hipersaturada de cloreto de sódio (NaCl). Após foi realizada filtração e preenchimento das câmeras de McMaster, para posterior leitura e contagem em microscópio óptico com objetiva 10x. Na coprocultura, misturou-se um *pool* de fezes, fornecendo condições de temperatura e umidade ideais para que os ovos eclodissem em um período de aproximadamente 12 dias. Após esse período realizou-se a recuperação das larvas eclodidas e identificação das mesmas.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 181 amostras de equinos recebidas foi observado que 73,48% (133/181) eram de fêmeas e 26,51% (48/181) de machos. Quando divididos em categorias 40,33% (73/181) eram jovens entre 1 a 3 anos e 59,66% (108/181) adultos, com mais de 3 anos. Quanto ao município, 85% das amostras eram de Dom Pedrito e 15% de Bagé/RS.

Foi verificado que 83,97% (152/181) das amostras estavam com OPG

acima do recomendado (>300), os valores variaram entre 394 a 2460, com isso, recomendando-se o tratamento anti-helmíntico. Houve diferença na média entre fêmeas (734,7 OPG) e machos (473 OPG), assim como, diferença de ocorrência no mesmo sexo quando comparada as idades dos animais, onde, as fêmeas com menos de três anos, apresentaram a média de 1572 OPG, enquanto, com idade superior, a média foi de 638,2 OPG. Nos machos, a diferença foi menor comparando as idades: 763,5 OPG menores de três anos e 716 OPG maiores de três anos.

Ao comparar animais adultos aos jovens, independente do sexo, verificou-se a susceptibilidade de acordo com a idade, uma vez que, nos equinos adultos o OPG foi de 574,4, enquanto, os equinos com menos de três anos apresentaram o OPG de 894,1. De acordo com Francisco et al. (2009) em estudo realizado na Espanha, considerando a raça, idade e sexo dos equinos, identificaram que as fêmeas foram significativamente mais parasitadas, assim como, verificaram correlação negativa entre a idade dos animais e grau de parasitismo, demonstrando a sensibilidade dessas categorias à parasitose gastrointestinal.

Quanto à identificação dos parasitas: em 76% das amostras avaliadas foi verificada infecção mista por *Strongylus spp.*, *Ciatostomíneos*, *Trichostrongylus sp.*, *Parascaris spp.*, *Oxyuris sp.*, mas com uma maior proporção de *Strongylus spp.* (58%) quando comparado aos demais. Em 14% das amostras, foram identificados a presença somente de *Oxyuris sp.*, em 10% das amostras, foram identificadas somente *Parascaris spp.* Os equinos estão entre as espécies animais mais susceptíveis a parasitoses e podem estar contaminados com várias espécies de parasitas ao mesmo tempo (REHBEIN et al., 2013; FERREIRA, 2019).

Comparando as categorias, foi possível observar que nos animais com idade entre um e três anos o gênero parasitário de maior ocorrência foi *Parascaris spp.* (57%), *Oxyuris sp.* (31%), *Strongylus spp.* (12%). A parascariose é uma doença que acomete principalmente potros, ocasionando sérios problemas a sua saúde, podendo levar o animal a óbito. Além disso, grande número de ovos são eliminados nas fezes, permanecendo na pastagem por um longo período, possibilitando a contaminação de outros equinos (REINEMEYER, 2009).

Já nos animais com mais de três anos, foi observado que 60% dos parasitas eram do gênero *Strongylus sp.*, 29% eram *Ciatostomíneos* e 14% foram identificados como *Oxyuris sp.* Os *Strongylus spp.* são parasitas hematófagos de grande importância na equinocultura, pois, podem causar hemorragias intestinais, anemia, ulcerações e cólica (REINEMEYER, 2009).

Com isso, o monitoramento dos animais e a realização de exames complementares como OPG e Coprocultura são de suma importância para controlar incidência desses parasitas e com isso proporcionar um melhor e efetivo controle sanitário nos rebanhos equinos.

## 4 | CONCLUSÃO

Conclui-se que a parasitose gastrintestinal na região estudada é um problema para equinocultura, pois a maioria dos animais avaliados apresentavam OPG acima do recomendado, necessitando de vermifugação e controle parasitário mais efetivo. Da mesma forma, animais entre um e três anos, assim como, fêmeas foram mais suscetíveis a verminose, pois apresentaram maior quantidade de ovos nas fezes no período estudado. Os parasitas de maior ocorrência foram *Strongylus spp.*, *Ciatostomíneos*, *Trichostrongylus sp.*, *Parascaris spp*, *Oxyuris sp*, variando em quantidade conforme a categoria animal.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS. (2013). AAEP. **Parasite control guidelines**. Acedido a 07 de Maio de 2019. Disponível em: <https://aaep.org/sites/default/files/Guidelines/AAEPParasiteControlGuidelinesf>

BOSCO, A., MAURELLI, M. P., IANNIELLO, D., MORGOGLIONE, M. E., AMADESI, A., COLES, G. C. (2018). **The recovery of added nematode eggs from horse and sheep faeces by three methods**. BMC Veterinary Research, 14:7.

FERREIRA, R. M. C. **Avaliação do parasitismo gastrintestinal de equinos estabulados através das técnicas de McMaster e Mini-FLOTAC**. Dissertação de mestrado. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias Faculdade de Medicina Veterinária, Lisboa. 2019.

FRANCISCO, I. **Intrinsic factors influencing the infection by helminth parasites in horses under an oceanic climate Area (NW Spain)**. JournalofParasitologyResearch, Berlin, v. 2009, p. 1-5, 2009.

MOLENTO, M. B. **Resistência parasitária em helmintos de equídeos e propostas de manejo**. *Ciência Rural*,v.35, n.6, nov-dez, 2005.

QUADROS, R. M., MARQUES, S. M. T., LISBOA, B. R., BUNN, S., SILVA, M. O. **Helmintos intestinais em cavalos de raça da região serrana catarinense**.*VeterináriaemFoco*, v.12, n.1, jul./dez. 2014.

REHBEIN, S., MARTIN, V., RENATE, W. **Prevalence, intensity and seasonality of gastrointestinal parasites in abattoir horses in Germany**.*ParasitologyResearch*, Berlin, v. 112, n. 1, p. 407-413, 2013.

REINEMEYER, C. R. **Diagnosisandcontrolof anthelmintic-resistantParascaris equorum**. *Parasites & Vectors*, London, v. 2, n. 2, p. 1-8, 2009.

RIGÃO, G., BARRETO, N. M., ROSA, L. D. **Ocorrência de parasitas em equinos de trabalho e lazer na cidade de Cruz Alta, Rio Grande do Sul, Brasil**.In: Universidade de Cruz Alta. 2017.

## SOBRE OS ORGANIZADORES

**RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS:** Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco - UPE (2009), Mestre em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2012), com bolsa do CNPq. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - UFPI (2016), com bolsa da CAPES. Atualmente é professora adjunta do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, propagação vegetal, manejo de culturas, nutrição mineral de plantas, adubação, atuando principalmente com fruticultura e floricultura. E-mail para contato: [raissasalustriano@yahoo.com.br](mailto:raissasalustriano@yahoo.com.br); [raissa.matos@ufma.br](mailto:raissa.matos@ufma.br) Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0720581765268326>

**HOSANAAGUIARFREITASDEANDRADE:** Graduada em Agronomia (2018) pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Atualmente é mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Ceará (PPGCS/UFC) como bolsista CAPES. Possui experiência na área de fertilidade do solo, adubação e nutrição de plantas, com ênfase em aproveitamento de resíduos na agricultura, manejo de culturas, propagação vegetal, fisiologia de plantas cultivadas e emissão de gases do efeito estufa. E-mail para contato: [hosana\\_f.andrade@hotmail.com](mailto:hosana_f.andrade@hotmail.com). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5602619125695519>

**NITALO ANDRÉ FARIAS MACHADO:** Possui graduação em Agronomia (2015) e mestrado em Ciência Animal (2018) pela Universidade Federal do Maranhão. Atualmente é aluno regular do doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Possui experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Ambiente e Bioclimatologia, atuando principalmente nos seguintes temas: biometeorologia, bem-estar animal, biotelemetria, morfometria computacional, modelagem computacional, transporte de animais, zootecnia de precisão, valorização de resíduos, análise de dados e experimentação agrícola. E-mail para contato: [nitalo-farias@hotmail.com](mailto:nitalo-farias@hotmail.com). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3622313041986385>

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abatedouros 55, 113, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 121, 122  
Alface 33, 34, 35, 36, 135, 138, 139, 152, 153, 154, 155  
Alimentação 7, 17, 42, 46, 50, 52, 53, 54, 80, 106, 107, 153, 199  
Amazônia setentrional 167, 170, 172  
Aquaporinas 202, 203, 205, 206  
Araripe 1, 156, 158  
Arroz 96, 101, 128, 131, 133, 134, 135, 136, 137, 179, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210

### B

Bacia Manuel Alves 182, 185  
Biofilme 63, 64, 65, 67, 69  
Biorreguladores 89, 101  
*blaZ* 63, 64, 65, 67, 68  
Brasil 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 34, 36, 48, 51, 52, 53, 54, 55, 60, 61, 62, 66, 67, 69, 70, 71, 104, 105, 109, 111, 112, 113, 114, 117, 121, 129, 139, 150, 155, 158, 167, 168, 171, 172, 176, 179, 180, 190, 197, 199, 200, 210, 218

### C

Cadela 84, 85, 86, 87  
Carbetocina 140, 141, 142, 143, 144, 145  
Carcças de suínos 113, 115, 122  
Carne moída bovina 63, 65, 71  
Carne suína 50, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 65, 113, 114, 121  
Centeio 78, 79, 80, 82, 83  
Cevada 78, 80, 81, 82, 83, 208  
Chuvvas 45, 182, 183, 184, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192  
Cirurgia Veterinária 1  
Clones 156, 157, 158, 164, 165  
Cloprostenol 140, 141, 143, 144, 145  
Colheita da soja 193  
Comunidade Vila Brasil 6, 11  
Conservação 13, 41, 43, 47, 48, 173, 182, 183, 189, 190  
Contaminação 50, 58, 63, 64, 69, 113, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 216, 217  
Coprocultura 214, 216, 217  
Crescimento 44, 66, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 101, 128, 130, 134, 137, 138, 139, 147, 149, 154, 157, 165, 167, 169, 171, 172, 173, 174, 201, 203, 204, 206, 207, 208, 209, 210, 215  
*Cucumis melo L.* 128, 129, 139  
Culturas anuais 37, 38

## D

Desenvolvimento vegetal 79, 90  
Destino de carcaças 113  
Disco-difusão 63, 65, 66, 68  
Distocia 84, 85, 86, 87, 88  
Doença 50, 55, 58, 59, 62, 72, 73, 74, 75, 76, 217

## E

Economia circular de nutrientes 22  
Energia cinética 182, 183  
Engorda de bovinos 22  
Ensino 1, 2, 3, 4, 5, 10, 12, 56, 102, 103, 145  
Equinos 214, 216, 217, 218  
Espécies Reativas de Oxigênio 202, 203  
Estresse hídrico 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210  
*Eucalyptus urophylla* 156, 158, 164, 165  
Extensão universitária 102, 103  
Extrativismo 6

## F

Fator R 182, 183, 184  
Filocrono 78, 79, 80, 81, 82, 83  
Fronteira agrícola 38, 39, 47, 167, 168, 169, 170, 172

## G

Gastrintestinais 60, 214, 215, 216  
Germinação 33, 34, 35, 36, 129, 132, 152, 153, 154, 155  
*Glycine max (L.) Merrill* 89, 91, 100

## H

Hábitos de consumo 50  
Hematologia 84  
Hordeum vulgare 79, 80, 83  
Hormônios 90, 101, 140, 141, 205  
Hortaliça 33, 152, 153

## I

Índice de clorofila 128, 130, 131, 132, 136, 137  
Índice de velocidade de germinação 152, 153, 154  
Índices reprodutivos 140, 144, 146, 148, 150  
Indução de parto 140

Inspeção federal 58, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 122  
Inspeção post-mortem 54, 113  
Intoxicação 68, 102, 103, 104, 105, 107, 109, 110, 111, 112  
Intoxicações em animais 102, 103, 111  
IVG 152, 153, 154

## L

*Lactuca sativa* L. 33, 34, 153  
Leitegada 146, 147, 148, 149  
Leiteira 123, 124, 125, 126, 127

## M

Máquinas agrícolas 46, 169, 178, 193  
Matéria seca 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 133, 135  
Matrizes suínas 144, 146, 150  
mecA 63, 64, 65, 67, 69, 70  
Medicina Veterinária 1, 2, 3, 5, 61, 63, 72, 77, 83, 84, 102, 112, 122, 218  
Meio biofísico 37, 38, 40, 41, 47, 48  
Melão 128, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 139  
Métodos 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 34, 48, 50, 60, 65, 66, 69, 70, 71, 74, 75, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 91, 138, 153, 158, 184, 190, 195, 199, 209, 216  
Microbiologia de alimentos 113  
Modelos lineares mistos 156, 157, 158, 165  
Modelos volumétricos 156  
Mudas 101, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 154  
Multíparas 146

## N

Nematódeos 214  
Novas fronteiras agrícolas 167, 168

## O

Ocitocina 140, 141, 142, 143, 144  
OPG 214, 215, 216, 217, 218  
*Oryza sativa* L. 201, 202, 212

## P

Pará 6, 7, 8, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 37, 38, 39, 40, 42, 48, 70, 109, 128  
Parasito 50, 52, 59  
Parasitose 54, 59, 214, 216, 217, 218  
Passivo ambiental 22  
Perda de solo 182, 183, 191

Perdas na colheita 193, 199, 200  
Pesca 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20  
Pescaria de pequena escala 6  
Polo gesseiro 156, 158  
Pólo Gesseiro do Araripe 156, 158  
Porcas 140, 141, 143, 145  
Porco 50, 51, 52, 57, 58, 59  
Potencial erosivo 182, 189, 191  
Prevenção 59, 60, 74, 102, 103, 104, 111  
Primíparas 84, 146, 148  
Produção 7, 11, 13, 18, 37, 39, 41, 42, 44, 45, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 60, 61, 63, 65, 67, 68, 69, 80, 89, 92, 93, 94, 95, 99, 100, 114, 123, 124, 125, 126, 128, 129, 130, 131, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 147, 152, 165, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 176, 178, 179, 180, 183, 199, 200, 201, 204, 209, 214, 215  
Produtividade biológica 89  
Prostaglandina 140, 144, 145

## Q

Qualidade de Dickson 128, 131, 132, 135, 137

## R

Raça Yorkshire 84, 85  
Reguladores vegetais 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101  
Resíduo de soja 128, 129, 131, 133, 134, 135, 136, 137  
Ribeirinhos 6, 7, 8  
Rio arapiuns 6  
Roraima 167, 168, 169, 170, 172, 173, 174, 175, 176, 178, 180

## S

Santarém 6, 7, 8, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 176, 180  
Saúde pública 50, 51, 55, 59, 60, 63, 65, 111  
Secale cereale 79, 80  
Sementes 33, 34, 35, 36, 41, 47, 91, 92, 100, 132, 152, 153, 154, 155, 174, 175, 176, 177, 178, 195, 199, 200  
Sistema radicular 92, 202, 206, 207  
Soja 21, 37, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 49, 83, 89, 91, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 128, 129, 131, 133, 134, 135, 136, 137, 167, 168, 169, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200  
Solutos compatíveis 202, 207  
Soma térmica 78, 79, 80, 81, 82, 83  
*Staphylococcus metilina* 63, 69  
Substratos alternativos 128, 129, 130, 131, 134, 135, 136, 137, 138, 139

Suínos 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 140, 142, 144, 145, 147, 150

## T

Tailândia 37, 39, 40, 46, 47, 48

Temperatura 33, 34, 35, 36, 67, 68, 75, 78, 79, 80, 81, 85, 128, 131, 132, 137, 152, 153, 154, 158, 197, 199, 208, 216

Teníase-cisticercose 50, 52, 55, 59, 60, 61

Tomate 152, 153, 154, 155, 183

Triticale 78, 79, 80, 81, 82, 83

Tritico secale 79, 80

## U

Ultrassonografia 84, 85

Uso de cadáveres 1, 2, 3, 4

