

# Ciências Agrárias: Campo Promissor em Pesquisa 5

**Jorge González Aguilera  
Alan Mario Zuffo  
(Organizadores)**

**Jorge González Aguilera**  
**Alan Mario Zuffo**  
(Organizadores)

**Ciências Agrárias: Campo Promissor  
em Pesquisa**  
**5**

**Atena Editora**  
**2019**

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Geraldo Alves  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

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**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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 Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
C569	Ciências agrárias [recurso eletrônico] : campo promissor em pesquisa 5 / Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Ciências Agrárias. Campo Promissor em Pesquisa; v. 5)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-419-1 DOI 10.22533/at.ed.191192006  1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária – Brasil. I. Aguilera, Jorge González. II. Zuffo, Alan Mario. III. 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

A obra “*Ciências Agrárias: Campo Promissor em Pesquisa*” aborda uma publicação da Atena Editora, apresenta seu volume 5, em seus 22 capítulos, conhecimentos aplicados as Ciências Agrárias e do Solo.

A produção de alimentos nos dias de hoje enfrenta vários desafios e a quebra de paradigmas é uma necessidade constante. A produção sustentável de alimentos vem a ser um apelo da sociedade e do meio acadêmico, na procura de métodos, protocolos e pesquisas que contribuam no uso eficiente dos recursos naturais disponíveis e a diminuição de produtos químicos que podem gerar danos ao homem e animais.

Este volume traz uma variedade de artigos alinhados com a produção de conhecimento na área das Ciências Agrárias e do Solo, ao tratar de temas como fertilidade e qualidade do solo, conservação de forragem, retenção de água no solo, biologia do solo, entre outros. São abordados temas inovadores relacionados com a cultura da canola, milho, feijão, melão, soja, entre outros cultivos. Os resultados destas pesquisas vêm a contribuir no aumento da disponibilidade de conhecimentos úteis a sociedade.

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

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área da Agronomia e do Solo, assim, contribuir na procura de novas pesquisas e tecnologias que possam solucionar os problemas que enfrentamos no dia a dia.

Jorge González Aguilera  
Alan Mario Zuffo

## SUMÁRIO

### CAPÍTULO 1 ..... 1

#### ADAPTAÇÃO DA CANOLA EM CONDIÇÃO DE SAFRINHA NO PLANALTO SERRANO DE SANTA CATARINA

*Thaís Lemos Turek*  
*Luiz Henrique Michelin*  
*Jonathan Vacari*  
*Robson Drun*  
*Volni Mazzuco*  
*Ana Flávia Wuaden*

**DOI 10.22533/at.ed.1911920061**

### CAPÍTULO 2 ..... 14

#### APLICAÇÃO DO DIAGNÓSTICO RÁPIDO DA ESTRUTURA DO SOLO (DRES) NO PROJETO DE ASSENTAMENTO NOSSA SENHORA DO PERPÉTUO SOCORRO

*Thamires Oliveira Gomes*  
*Gleidson Marques Pereira*  
*Thayrine Silva Matos*  
*Jhuan Santana Silva Brito*  
*Eliane de Castro Coutinho*  
*Gleicy Karen Abdon Alves Paes*  
*Seidel Ferreira dos Santos*

**DOI 10.22533/at.ed.1911920062**

### CAPÍTULO 3 ..... 22

#### AValiação da fertilidade do Latossolo amarelo textura média sob o efeito residual de adubação em plantas de “SORRISO DE MARIA” (ASTER ROX) na região do Nordeste paraense

*Hiago Marcelo Lima da Silva*  
*Alasse Oliveira da Silva*  
*Dioclea Almeida Seabra Silva*  
*Ismael de Jesus Matos Viégas*  
*Camilly Ribeiro Fernandes*

**DOI 10.22533/at.ed.1911920063**

### CAPÍTULO 4 ..... 29

#### AValiação da fertilidade do solo em um ecótono floresta-cerrado da floresta nacional de Carajás

*Álisson Rangel Albuquerque*  
*Milena Pupo Raimam*  
*André Luís Macedo Vieira*  
*Jadiely Camila Farinha da Silva*  
*Islen Theodora Saraiva Vasconcelos Ramos*  
*Joyce Santos de Bezerra*  
*Emilly Gracielly dos Santos Brito*  
*Oswaldo Ribeiro Nogueira Neto*  
*Thais Binow Dias*  
*Tales Caldas Soares*  
*João Enrique Oliveira de Paiva*  
*Thiago Martins Santos*

**DOI 10.22533/at.ed.1911920064**

**CAPÍTULO 5 ..... 37**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO NO SETOR DE AGRICULTURA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA EM BANANEIRAS-PB**

*David Marx Antunes de Melo*  
*Ivan Sérgio da Silva Oliveira*  
*Thiago do Nascimento Coaracy*  
*Fabiana do Anjos*  
*Sara Beatriz da Costa Santos*  
*André Carlos Raimundo da Silva*  
*Alexandre Eduardo de Araújo*

**DOI 10.22533/at.ed.1911920065**

**CAPÍTULO 6 ..... 47**

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE SOLO SOB TRATAMENTO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO HERBICIDA GLIFOSATO**

*Jaíne Ames*  
*Antônio Azambuja Miragem*

**DOI 10.22533/at.ed.1911920066**

**CAPÍTULO 7 ..... 54**

**CAPSULA DE CULTIVO AUTO-SUFICIENTE, LIBRE DE CONTAMINACIÓN, INDEPENDIENTE DE LA ATMÓSFERA, CON LA UTILIZACIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO**

*Juan Manuel Silva López*  
*Flavia Cordeiro Da Silva Alamini*

**DOI 10.22533/at.ed.1911920067**

**CAPÍTULO 8 ..... 66**

**CONSERVAÇÃO DE FORRAGEM NA FORMA DE SILAGEM: UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA E PRÁTICA**

*Robson Vinício do Santos*  
*Marta Xavier de Carvalho Correia*  
*Mércia Cardoso da Costa Guimarães*  
*Paulo Márcio Barbosa de Arruda Leite*

**DOI 10.22533/at.ed.1911920068**

**CAPÍTULO 9 ..... 72**

**DINÂMICA DA RESISTÊNCIA DO SOLO EM ÁREA CULTIVADA COM MILHETO NO SEMIARIDO**

*Priscila Pascali da Costa Bandeira*  
*Jonatan Levi Ferreira de Medeiros*  
*Poliana Maria da Costa Bandeira*  
*Ana Beatriz Alves de Araújo*  
*Suedêmio de Lima Silva*  
*João Paulo Nunes da Costa*  
*Antônio Diego da Silva Teixeira*  
*Erllan Tavares Costa Leitão*  
*Elioneide Jandira de Sales Pereira*

**DOI 10.22533/at.ed.1911920069**

**CAPÍTULO 10 ..... 83**

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO DE UM LATOSSOLO VERMELHO SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO ESCARIFICADO**

*Leonardo Rodrigues Barros*

*Vladiá Correchel*

*Adriana Aparecida Ribon*

*Everton Martins Arruda*

**DOI 10.22533/at.ed.19119200610**

**CAPÍTULO 11 ..... 94**

**EFEITO DE DIFERENTES TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO NO FEIJOEIRO IRRIGADO NA REGIÃO DE ALEGRETE-RS**

*Laura Dias Ferreira*

*Ana Rita Costenaro Parizi*

*Luciane Maciel Arce*

*Chaiane Guerra da Conceição*

*Giulian Rubira Gauterio*

**DOI 10.22533/at.ed.19119200611**

**CAPÍTULO 12 ..... 103**

**EFEITOS DOS MICRORGANISMOS SOBRE O PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NO LEITE E DERIVADOS**

*Tiago da Silva Teófilo*

*Maria Vivianne Freitas Gomes de Miranda*

*Mylena Andréa Oliveira Torres*

*Taliane Maria da Silva Teófilo*

*Tatiane Severo Silva*

*Eugênia Emanuele dos Reis Lemos*

*Lúcia Mara dos Reis Lemos*

*Nayane Valente Batista*

*Vitor Lucas de Lima Melo*

**DOI 10.22533/at.ed.19119200612**

**CAPÍTULO 13 ..... 113**

**IMPACTO DE DIFERENTES USOS DO SOLO SOBRE OS ESTOQUES DE CARBONO E NITROGÊNIO EM ÁREAS DE CERRADO**

*Hamanda Candido da Silva*

*Isabella Larissa Marques Macedo*

*Thaimara Ramos de Souza*

*Ângela Bernardino Barbosa*

*Adilson Alves Costa*

**DOI 10.22533/at.ed.19119200613**

**CAPÍTULO 14 ..... 119**

**IMPACTO NO DESENVOLVIMENTO RURAL: O CASO DO MELÃO NO PROJETO LAGO DE SOBRADINHO**

*José Maria Pinto*

*Jony Eishi Yury*

*Nivaldo Duarte Costa*

*Rebert Coelho Correia*

*Marcelo Calgato*

**DOI 10.22533/at.ed.19119200614**

**CAPÍTULO 15 ..... 126**

**INDICADORES BIOLÓGICOS DE QUALIDADE DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE CAPITÃO POÇO PA**

*Maria Lucilene de Oliveira Gonçalves*  
*Júlia Karoline Rodrigues das Mercês*  
*Wesley Nogueira Coutinho*  
*Amanda Catarine Ribeiro Da Silva*  
*Jackeline Araújo Mota Siqueira*  
*Carina Melo da Silva*  
*Alberto Cruz da Silva Júnior*  
*Cássio Rafael Costa dos Santos*  
*Carolina Melo da Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.19119200615**

**CAPÍTULO 16 ..... 138**

**POTENCIAL DE NODULAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA DE BACTÉRIAS ISOLADAS DE NÓDULOS DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM SOLOS DA CAATINGA EM ALAGOAS**

*Ana Jéssica Gomes Guabiraba*  
*Jéssica Moreira da Silva Souza*  
*Jônatas Oliveira Costa*  
*José Vieira Silva*  
*Flávia Barros Prado Moura*  
*Jakson Leite*

**DOI 10.22533/at.ed.19119200616**

**CAPÍTULO 17 ..... 149**

**REAÇÃO DE PLANTAS DANINHAS A *Meloidogyne javanica***

*Ricardo Rubin Balardin*  
*Cristiano Bellé*  
*Rodrigo Ferraz Ramos*  
*Lisiane Sobucki*  
*Daiane Dalla Nora*  
*Zaida Inês Antonioli*

**DOI 10.22533/at.ed.19119200617**

**CAPÍTULO 18 ..... 158**

**SIMULAÇÃO DOS ESTOQUES DE CARBONO DO SOLO SOB PLANTIO CONVENCIONAL E DIRETO NA REGIÃO DO CERRADO DA BAHIA**

*Luciano Nascimento de Almeida*  
*Adilson Alves Costa*

**DOI 10.22533/at.ed.19119200618**

**CAPÍTULO 19 ..... 172**

**SIMULAÇÃO E CALIBRAÇÃO DO MODELO AQUACROP PARA A ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA**

*Gutemberg Porto de Araujo*  
*Marcos Antônio Vanderlei Silva*  
*Evandro Chaves de Oliveira*  
*Ramon Amaro de Sales*  
*Silas Alves Souza*

**DOI 10.22533/at.ed.19119200619**

<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>182</b>
TEMPO DE CONTATO SOLO: SOLUÇÃO E VELOCIDADE DE AGITAÇÃO NA EXTRAÇÃO DE FÓSFORO DISPONÍVEL POR MEHLICH-1	
<i>Estefenson Marques Morais</i>	
<i>Sara Letícia Paixão da Silva</i>	
<i>Naryel Santos Batista</i>	
<i>Julian Junio de Jesus Lacerda</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.19119200620</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>184</b>
USO DE POLÍMERO HIDRORETENTOR NA PRODUÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA	
<i>Pablo Ramon da Costa</i>	
<i>Sueni Medeiros do Nascimento</i>	
<i>Emerson Moreira de Aguiar</i>	
<i>Alysson Lincoln da Costa Silva Júnior</i>	
<i>Jefferson Avelino da Costa</i>	
<i>Wanderson Câmara dos Santos</i>	
<i>João Manuel Barreto da Costa</i>	
<i>Samuel Noberto Silva</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.19119200621</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>193</b>
USO DO FOGO PARA IMPLANTAÇÃO DE ROÇADOS POR AGRICULTORES FAMILIARES DE CHAPADINHA-MA	
<i>Gênesis Alves de Azevedo</i>	
<i>James Ribeiro de Azevedo</i>	
<i>Mauricio Marcon Rebelo Silva</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.19119200622</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>197</b>

## SIMULAÇÃO E CALIBRAÇÃO DO MODELO AQUACROP PARA A ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA

### **Gutemberg Porto de Araujo**

Universidade do Estado da Bahia  
Barreiras - Bahia

### **Marcos Antônio Vanderlei Silva**

Universidade do Estado da Bahia  
Barreiras - Bahia

### **Evandro Chaves de Oliveira**

Instituto Federal do Espírito Santos  
Colatina-Itapina – Espírito Santo

### **Ramon Amaro de Sales**

Universidade Federal do Espírito Santo  
Vitória - Espírito Santo

### **Silas Alves Souza**

Universidade do Estado da Bahia  
Barreiras – Bahia

**RESUMO:** Em função da grande influência dos fatores climáticos na estabilidade fenológica e produtiva, tem se buscado medidas eficientes para melhor determinar previsões, índices de produtividade futuras para as culturas agrícolas. Uma das formas de se incorporar o clima na definição dos ambientes de produção é por meio do uso de modelos agrometeorológicos. O objetivo do presente trabalho foi calibrar e simular o rendimento da biomassa e produtividade da cultura da Soja, utilizando o modelo *AquaCrop*. A pesquisa foi conduzida, na Fazenda Busato I localizada no município de São Desidério - BA, em plantio irrigado de

soja (Cultivar M8866). Durante o ciclo da soja foram realizadas avaliações e coletas para parametrização do modelo. Foram coletados dados de planta: ciclo fenológico, altura de planta, espaçamento e Matéria verde aérea e além de dados de clima: temperatura máxima, mínima e evapotranspiração; irrigação: lâmina e turno de rega; solo: fertilidade, granulometria, adubação para posteriormente ser inserido no programa. Após a alimentação do modelo com os dados obtidos do sítio experimental o programa simulou a matéria seca total em biomassa total e grãos colhidos aparti dos dados adquiridos na Fazenda Busato I. Por fim realizou-se as análises estatísticas, sendo estas a Correlação de Pearson ( $r$ ), a Raiz Quadrada do Erro Médio (RMSE), além do Índice de Concordância ( $d$ ) de Wilmott, Erro Médio Absoluto (EMA), Eficiência do método (EF) e Índice de Confiabilidade ( $c$ ). Concluiu-se que o modelo *AquaCrop* possui um “Ótimo” desempenho na estimativa do rendimento de grãos da cultura de soja M8866.

**PALAVRAS-CHAVE:** Wilmott, Produção, M8866

**ABSTRACT:** Due to the great influence of climatic factors on phenological and productive stability, efficient measures have been sought to better predict future productivity indexes for agricultural crops. One of the ways to incorporate the climate in the definition of production

environments is through the use of agrometeorological models. The objective of the present work was to calibrate and simulate the yield of the biomass and productivity of the soybean crop, using the *AquaCrop* model. The research was conducted at Fazenda Busato I located in the municipality of São Desidério - BA, in irrigated soya (Cultivar M8866). During the soybean cycle, evaluations and collections were carried out to parameterize the model. Plant data were collected: phenological cycle, plant height, spacing and aerial green matter, as well as climate data: maximum and minimum temperature and evapotranspiration; irrigation: blade and irrigation shift; soil: fertility, granulometry, fertilization to later be inserted into the program. After feeding the model with the data obtained from the experimental site, the program simulated the total dry matter in total biomass and grains harvested separately from the data acquired at Fazenda Busato I. Finally, the statistical analyzes were performed, such as Pearson's correlation  $r$ ), Mean Square Error Mean (RMSE), Wilmott Concordance Index, Mean Absolute Error (EMA), Method Efficiency (EF) and Reliability Index ( $c$ ). However, it was concluded that the *AquaCrop* model has an "Excellent" performance in estimating the grain yield of the M8866 soybean crop.

**KEYWORDS:** Wilmott, Production, M8866

## 1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos evidenciou-se o crescimento da produção de soja, em grande escala, na região Oeste da Bahia, isto por conta das altas tecnologias aplicadas, tais como pelo melhoramento genético, manejo do solo e evolução da fitopatologia, aliados ao estudo das interações destes fatores em conjunto com as variáveis agroclimáticas. E apesar da influência destas altas tecnologias, para este aumento da produção, com as condições climáticas da região, conferem estabilidade para que uma cultura expresse todo seu potencial produtivo.

Além disso, um ajuste no modelo agroclimático que quantifique a influência direta ou indireta sobre o desenvolvimento, produção máxima, e quebra no rendimento da soja, tem-se suporte técnico/científico para entender essa estabilidade.

O surgimento de modelos caracterizados como agrônômicos ou de engenharia, os quais pretendem ser funcionais para a tomada de decisões no nível dos agricultores, baseando-se na relação de teorias bem estabelecidas com relações empíricas robustas para melhor fornecimento de informações sobre as culturas (FERRONATO et al., STEDUTO et al., 2011).

A parametrização do modelo agroclimático permite, conhecer quantitativamente a influência das condições climáticas sobre o desempenho produtivo das culturas agrícolas, bem como, prever a ocorrência de quebra de rendimento final da produção da cultura agrícola.

Dentre os modelos agrometeorológicos o *AquaCrop* Versão 6.0 da FAO (STEDUTO et al. 2009) é um software que apresenta um modelo focado em simular

a resposta do rendimento de uma cultura específica ao estresse hídrico, durante todo o período de crescimento. O processo de crescimento se dá a partir da simulação do desenvolvimento do dossel (para calcular a transpiração) e da expansão das raízes (para calcular a extração de água do solo) sob as condições ambientais (clima, solo e práticas agrícolas) especificadas durante o ciclo da cultura.

Desta forma, foi criado um modelo de estimativa de produtividade essencial para melhor caracterizar e quantificar essas irregularidades enfrentadas pela região, uma vez que, trata-se de um instrumento imensamente importante para a pesquisa, planejamento e monitoramento da cultura.

Mediante o exposto o objetivo do presente trabalho foi simular e calibrar o rendimento da biomassa e produtividade da cultura da Soja (cultivar M8866), utilizando o modelo *AquaCrop*.

## 2 | LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Utilizamos dados coletados do pivô 5 em campo na Fazenda Busato I, Latitude. 12°54'14,405" Longitude. 45°30'24,698" e Altitude de 753,45 metros em relação ao nível do mar. O solo da área experimental é caracterizado como Latossolo Amarelo franco-arenoso da localidade de São Desidério-Ba (EMBRAPA, SUDENE, 2018). O município caracteriza-se como uma região de estação seca (maio a setembro) e outra chuvosa (outubro a abril), com precipitação pluviométrica média anual de 1500 ± 500 mm. Os veranicos, períodos de seca de uma a três semanas, podem ocorrer durante a estação chuvosa, especialmente nos meses de janeiro e fevereiro. A temperatura média anual apresenta amplitude de 21,3° a 27,2°C (FERNANDES et al. EMBRAPA, 2009). Foram feitas seis coletas na fazenda Busato I nos respectivos períodos 09/11/2017; 08/12/2017; 15/12/2017; 20/12/2017; 10/01/2018 e 22/01/2018, onde em cada data foram feitas as determinadas análises, estágio vegetativo, florescimento, peso verde, peso seco da cultivar M8866.



Figura 1. Detalhamento do local do estudo através do software GoogleEart.

### 3 | DESCRIÇÃO DA CULTIVAR

Foi realizado a parametrização e validação do modelo para a cultivar da Soja M8866 está apresentando as seguintes características como uma variedade com elevado potencial produtivo para a região do Oeste da Bahia, estando no grupo de maturação 8.8, resistente ao acamamento ao cancro da haste, olho de rã ampla adaptabilidade, ótima estabilidade e média exigência de fertilidade, cor da flor roxa, habito de crescimento determinado, cor do hilo preto, altura média da planta 80 cm. A variedade possui pontos determinantes como ótimo custo benefício, tecnologia intacta, excelente desenvolvimento radicular.

ESTÁGIOS FENOLÓGICO	DURAÇÃO EM DIAS
Emergência da planta	6
Perdas das Folhas	25
Florescimento	67
Máximo Fechamento Dossel	69
Senescência	95
Maturação	121
Ciclo da cultivar	122

Tabela 1. Estádios fenológicos do crescimento da Soja M8866 localizada na Fazenda Busato I no município de São Desidério-Bahia, nos períodos de análises das coletas da biomassa.

Fonte: ARAUJO (2018).

#### 4 | ANÁLISE DA PARAMETRIZAÇÃO DO MODELO

Foram realizadas parametrizações no modelo *AquaCrop* Versão 6.0 - FAO para simular o rendimento de grãos da cultivar da soja M8866, sob condições locais ambientais do oeste baiano. E para a verificação da qualidade da parametrização, utilizou-se a análise de regressão linear e índices  $R^2$ , a raiz quadrada do erro médio (RMSE), além do índice de concordância (d) de Willmott, erro médio absoluto (EMA), e eficiência do método (EF) (ZACHARIAS, HEATWOLE e COAKLEY, 1996), conforme as seguintes equações

$$r = \frac{n \sum (xi * yi) - (\sum xi)(\sum yi)}{\sqrt{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2} * \sqrt{n \sum yi^2 - (\sum yi)^2}} \quad (\text{Eq. -01})$$

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^2} \quad (\text{Eq. - 02})$$

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Oi - Ei)^2}{\sum_{i=1}^n (|Ei - \bar{O}| + |Oi - \bar{O}|)^2} \quad (\text{Eq. - 03})$$

$$\text{EMA} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Oi - Ei| \quad (\text{Eq. - 04})$$

$$\text{EF} = \frac{\sum_{i=1}^n (Oi - \bar{O})^2 - \sum_{i=1}^n (Oi - Ei)^2}{\sum_{i=1}^n (Oi - \bar{O})^2} \quad (\text{Eq. - 05})$$

Onde  $o$  é o valor obtido por meio dos valores observados,  $Ei$  o valor estimado pelo modelo padrão e  $\bar{O}$  é a média dos valores observados. Também avaliou-se o desempenho do modelo de estimativa pelo o índice de confiança “c” proposto por Camargo e Sentelhas (1997), obtido pelo produto do coeficiente de correlação (r) e o índice de concordância de Willmott (d) (Willmott, 1981):

$$c = r.d \quad (\text{Eq. - 06})$$

O critério adotado para interpretar o desempenho do modelo pelo índice “c”, para os valores de produtividade será:

Valor de “c”	Desempenho
> 0,85	Ótimo
0,76 a 0,85	Muito Bom
0,66 a 0,75	Bom
0,61 a 0,65	Mediano

0,51 a 0,60	Sofrível
0,41 a 0,50	Mal
≤ 0,40	Péssimo

Tabela 2. Critério de interpretação do desempenho do método de estimativa de produtividade, pelo índice "c".

Fonte: Camargo e Sentelhas (1997).

## 5 | BIOMASSA OBSERVADA, SIMULADA E CALIBRADA

Houve uma grande variação da Biomassa da observada com a Biomassa simulada (Gráfico 9). A Biomassa observada da parte aérea foi correspondente a 23,870 ton.ha<sup>-1</sup>, enquanto que a Biomassa simulada da foi correspondente a 13,662 ton.ha<sup>-1</sup>, havendo uma variação de 10,208 ton.ha<sup>-1</sup>. No entanto, quando a Biomassa simulada foi calibrada, em função da alteração de alguns parâmetros conservativos, com exceção no HI, obteve-se a Biomassa calibrada de 22,627 ton.ha<sup>-1</sup>, variando somente 1,243 ton.ha<sup>-1</sup> da Biomassa Observada.

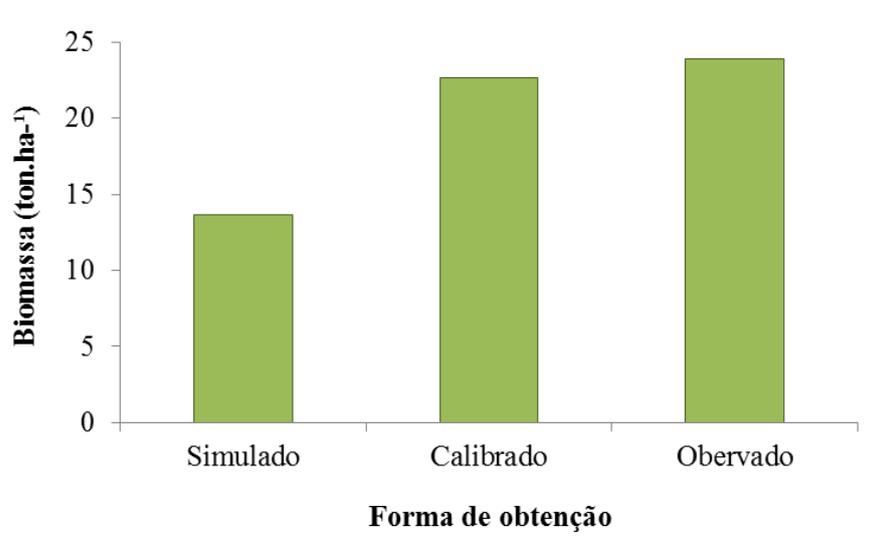


Gráfico 9. Biomassa observada, simulada e calibrada pelo modelo AquaCrop para a cultura da soja, cultivar M8866.

### 5.1 Simulação para diferentes datas de plantio em irrigado e sequeiro

Os valores de Biomassa simulado e calibrado da cultivar M6688 para diferentes datas de plantio, em condições irrigadas e de sequeiro, são apresentados na Tabela 5. Observa-se que houve pouca variação nos valores simulados quando comparado com as diferentes datas, tanto para irrigado, como para sequeiro. O maior rendimento de biomassa foi observado quando o plantio foi realizado na data 15/10/2017, sendo de 13,662 ton.ha<sup>-1</sup> para irrigado, e em 08/10/2017 em condições de sequeiro, com 13,712 ton.ha<sup>-1</sup>. Já o menor rendimento de biomassa que foi observado quando o plantio foi realizado na data 22/10/2017, para ambas as condições, sendo de 13,456 ton.ha<sup>-1</sup>

para irrigado e 13,576 ton.ha<sup>-1</sup> em sequeiro.

Em relação os valores calibrados, ajustados conforme os valores de Biomassa observados (23,870 ton.ha<sup>-1</sup>), verificou-se que em condições de sequeiro obteve-se maiores rendimentos de Biomassa, uma vez que este comportamento está relacionado com o manejo de irrigação que é utilizado ao decorrer do ciclo da cultura, que por sua vez, relaciona-se com a necessidade de se irrigar aliado com a lamina irrigada. O maior rendimento calibrado de biomassa foi observado quando o plantio foi realizado em 15/10/2017 e 22/10/2017, para ambas as condições, sendo, respectivamente, de 22,750 e 22,754 ton.ha<sup>-1</sup> para irrigado e 23,712 e 23,176 ton.ha<sup>-1</sup> em sequeiro. Já o menor rendimento de biomassa calibrada de foi observada quando o plantio foi realizado em 08/10/2017, para ambas as condições, sendo de 22,627 ton.ha<sup>-1</sup> para irrigado e 23,046 ton.ha<sup>-1</sup> em sequeiro.

Desta forma, constatou-se que as datas que apresentaram melhor calibração com maiores rendimentos foram 15/10/2017 e 22/10/2017.

Datas de plantio	SIMULADO		CALIBRADO	
	Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro
	..... ton.ha <sup>-1</sup> .....			
08/10/2017	13,662	13,712	22,627	23,046
15/10/2017	13,751	13,710	22,750	23,172
22/10/2017	13,456	13,576	22,754	23,176
29/10/2017	13,513	13,660	22,737	23,158
05/11/2017	13,512	13,613	22,726	23,147

Tabela 5. Biomassa cultura da soja simulada e calibrada para diferentes datas de plantio, por meio do Software AquaCrop.

Verificou-se que nos valores de produtividade simulados não houve grande variação quando comparado as diferentes datas, tanto para irrigado, como para sequeiro. A maior Produtividade foi observada quando o plantio foi realizado em 05/11/2017, para ambas as condições, sendo de 6,141 ton.ha<sup>-1</sup> para irrigado e 6,085 ton.ha<sup>-1</sup> em sequeiro. Já a menor produtividade foi observada quando o plantio foi realizado em 15/10/2017, para ambas as condições, sendo de 6,009 ton.ha<sup>-1</sup> para irrigado e 6,018 ton.ha<sup>-1</sup> em sequeiro (Tabela 6).

Em relação os valores calibrados em função do valor de produtividade observado (4,620 ton.ha<sup>-1</sup>), verificou-se que em condições de sequeiro obteve-se maiores produtividades, uma vez que este comportamento está relacionado com o manejo de irrigação que é utilizado ao decorrer do ciclo da cultura, que por sua vez, relaciona-se com a necessidade de se irrigar aliado com a lamina irrigada. O maior rendimento calibrado de produtividade foi observado quando o plantio foi realizado em 08/10/2017 no irrigado, sendo de 4,597 ton.ha<sup>-1</sup>, e em 29/10/2017 para as condições de sequeiro,

com valor correspondente a 4,649 ton.ha<sup>-1</sup>.

Datas de plantio	SIMULADO		CALIBRADO	
	Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro
	.....ton/ha.....			
08/10/2017	6,123	6,064	4,597	4,630
15/10/2017	6,009	6,018	4,583	4,637
22/10/2017	5,964	5,969	4,590	4,645
29/10/2017	6,080	6,096	4,593	4,649
05/11/2017	6,141	6,085	4,583	4,637

Tabela 6. Produtividade da cultura da soja simulada e calibrada para diferentes datas de plantio, por meio do Software AquaCrop.

## 5.2 Produtividade Observada, Simulada e Calibração

O Gráfico 10 apresenta os valores de produtividade da soja M8866 observados, simulados e calibrados. A produtividade média de grãos observada foi de 4.620 kg.ha<sup>-1</sup>, porém o modelo simulou, para as mesmas condições observadas em campo, que a produtividade média foi de 6.123 kg.ha<sup>-1</sup>. Quando o modelo foi calibrado em relação ao valor observado, o valor foi para 4.230 kg.ha<sup>-1</sup>, sendo que a calibração seguiu as condições que foram apresentadas na Tabela 4, alterando principalmente, o Índice de Colheita.

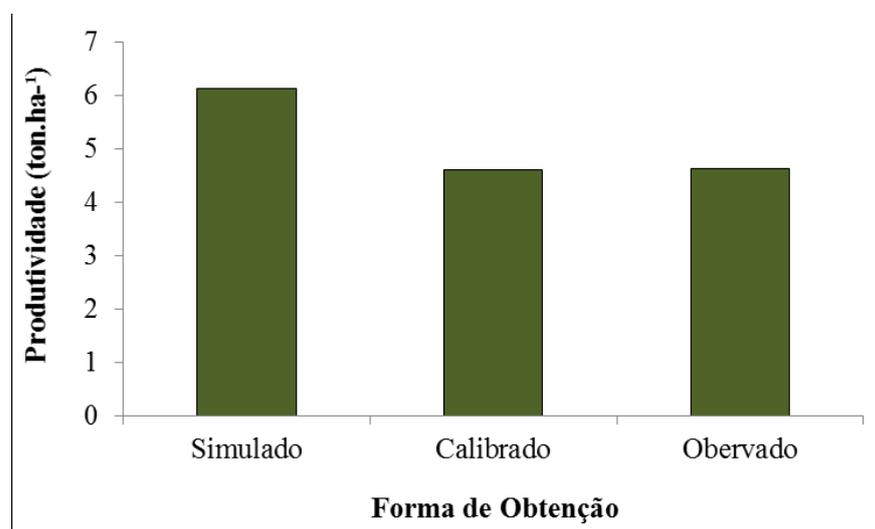


Gráfico 10. Produtividade observada, simulada e calibrada pelo modelo AquaCrop para a cultura da soja, cultivar M7739IPRO.

O modelo agrometeorológico considera os impactos do déficit hídrico tanto no aumento e redução do índice de colheita, dependendo do estágio de desenvolvimento em que ocorre o déficit hídrico e da severidade do estresse. Como a estrutura do modelo prioriza as culturas de grãos, os efeitos do estresse hídrico são avaliados antes

e durante a floração, na fase de produção do produto de interesse. Neste sentido, sabendo que a restrição hídrica é um fator fundamental na maturação da soja, modelar os seus efeitos no índice de colheita é essencial.

A soja em função do seu ciclo curto é sensível a grande influência das variações climáticas durante o estágio de desenvolvimento. Para atingir alta produção a planta precisa de temperatura e umidade do ar adequadas para permitir o máximo crescimento na fase vegetativa, seguida de restrição hídrica ou térmica para favorecer o enchimento de grãos para a colheita (INMAN-BAMBER & SMITH, 2005).

## 6 | ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A análise estatística do modelo de simulação Biomassa e Produtividade, encontram-se na Tabela 7. Para os índices de exatidão e de precisão houve uma boa correlação entre os valores simulados e os observados. Pode-se verificar, ainda, que na avaliação em termos de confiabilidade o modelo foi classificado como “Ótimo” tanto para Biomassa, como para Produtividade, com valores do índice “c” de 0,97 para Biomassa e de 0,98 para a Produtividade.

Área	EMA (km.ha <sup>-1</sup> )	RMSE (km.ha <sup>-1</sup> )	r	d	EF	c	
						Valor	Classificação
Biomassa	25000	158,11	0,99	0,9844	0,797	0,9746	Ótimo
Produtividade	30250	173,92	0,99	0,9979	0,977	0,9879	Ótimo

Tabela 7. Análise estatística para a avaliação do desempenho do modelo AquaCrop considerando o rendimento final da cultura da soja M6688. São Desidério, BA, 2018.

EMA = Erro Médio Absoluto; RMSE = Raiz do Erro Quadrático Médio; r = Coeficiente de Correlação de Pearson; d = Índice de Willmont; EF = Eficiência do Método; c = Índice de Confiabilidade.

FERRONATO et al. (2011) pesquisando sobre a qualidade e desempenho nos modelos *AquaCrop*, *CropSyst* e *WOFOST*, na simulação do crescimento da cultura do girassol em diferentes regimes hídricos no sul da Itália, encontraram resultados de estimativa de rendimento de grãos razoáveis em todos os modelos, embora resultados ligeiramente melhores foram obtidas pelo modelo *AquaCrop*. O RMSE e a concordância encontrados pelos pesquisadores com este modelo para o rendimento foi 700 kg ha<sup>-1</sup> e 96%, respectivamente, apresentando, portanto, desempenho inferior ao obtido com a cultura da soja no presente trabalho.

## 7 | CONCLUSÃO

Dentro das condições experimentais conclui-se que o modelo *AquaCrop* possui

um “Ótimo” desempenho na estimativa do rendimento de grãos da cultura de soja. O resultado do trabalho é promissor e oferecerá subsídios para validação das produtividades potenciais da soja, nas condições edafoclimáticas do oeste baiano, em termos de avaliação de riscos climáticos para o seu cultivo.

## REFERÊNCIAS

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations Reference manual. **Reference manual: AQUACROP-Version 6.0, 6.** 2018..Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-br248e.pdf>. ROME, 2018

CAMARGO, A.P.; SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.

EMBRAPA. **Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado da Bahia (Embrapa/Sudene, 1973)**. Disponível em: <http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos>. Acesso em 16 de Julho de 2018.

FERNANDES, R. C et al. **OESTE BAIANO: DA AGRICULTURA FAMILIAR À AGROINDÚSTRIA-2009**. Disponível em: <http://www.bahiaflaneur.net/blog2/wp-content/uploads/2010/08/agroindustrie.pdf>. Acesso em 16 de Julho de 2018.

FERRONATO, A. et al. . Modelo *Aquacrop* (FAO): Simulação do rendimento da cultura da soja transgênica. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 17, 2011. **Anais ...**, Guarapari-ES. Disponível em: <http://www.sbagro.org.br/bibliotecavirtual/arquivos/3580.pdf>. Acesso em 14 de Julho de 2018.

INMAN-BAMBER, N.G.; SMITH, D.M. Water relations in sugarcane and response to water deficits. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 92, p.185202, 2005.

STEDUTO, P. et al. AquaCrop-The FAO crop model to simulate yield response to water: I. Concepts and underlying principles. **Agronomy Journal**, p. 426-437.2009.

TODOROVIC, M. et al. Assesment of AquaCrop, CropSyst, and WOFOST models in the simulation of Sunflower growth under different water regimes. **Agronomy Journal**, v.101, n.3, p.509-521, 2009.

WILLMOTT, C. J. **On the validation of models**. *Physical Geography*, v.2, p.184-194, 1981.

ZACHARIAS, S.; HEATWOLE, C. D.; COAKLEY, C. W. **Robust quantitative techniques for validating pesticide transport models**. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v. 39, n. 1, p. 47-54, 1996.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

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

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

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-419-1

