



---

# Agronomia: Elo da Cadeia Produtiva 5

Diocléa Almeida Seabra Silva  
(Organizadora)

---

**Atena**  
Editora  
Ano 2019



---

# Agronomia: Elo da Cadeia Produtiva 5

Diocléa Almeida Seabra Silva  
(Organizadora)

---

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

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



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

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

### **Conselho Editorial**

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

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio 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 Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho 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  
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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
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> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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>	
A281	<p>Agronomia [recurso eletrônico] : elo da cadeia produtiva 5 / Organizadora Diocléa Almeida Seabra Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Agronomia: Elo da Cadeia Produtiva; v. 5)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-824-3 DOI 10.22533/at.ed.243190312</p> <p>1. Agricultura – Economia – Brasil. 2. Agronomia – Pesquisa – Brasil. I. Silva, Diocléa Almeida Seabra. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 630.981</p>
<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 cadeia produtiva do agronegócio tem como finalidade um conjunto de ações que são inseridas em um determinado produto até a chegada no consumidor. Muitas das vezes essas ações, que na realidade, se constituem em etapas de como trabalhar um determinado produto até que este esteja pronto para ser comercializado, levando-se em consideração as características que proporcionará o grau de satisfação dos clientes.

A satisfação se faz presente, devido o aprimoramento do produto de forma eficiente, que somente se torna possível, através de pesquisas que estejam relacionadas com a produção agropecuária a se destacar no mercado, como o preparo de solo, classes de aptidão de terras agrícolas, adubação, seleção de mudas, preparo de sementes, nutrição mineral de plantas, tratamentos culturais, plantas medicinais, alelopáticas e o uso da terra e etc. Estas pesquisas nos incentivaram na elaboração deste volume – AGRONOMIA: ELO DA CADEIA PRODUTIVA 5, VOL.5, que significa que os trabalhos aqui contextualizados seguem um roteiro diversificado de parâmetros / ações que definem com clareza o conceito de cadeia produtiva, o que na realidade retrata os acontecimentos que levam as instituições públicas e privadas como as Universidades, Embrapa, propriedades rurais e etc., serem responsáveis por novas descobertas científicas e pelo aprimoramento deste conhecimento, no sentido de melhorar os elos da cadeia produtiva do agronegócio que estão contidos nos artigos, cujos capítulos apontam pesquisas recentes cujo fundamento é aumentar a produção agrícola do Brasil.

Isso é tão verdade, que segundo <sup>1</sup>Castro; Lima; Cristo (2002) a cadeia produtiva do agronegócio parte da premissa que a produção de bens pode ser representada como um sistema, onde os atores estão interconectados por fluxo de materiais, de capital, de informação, com o objetivo de suprir um mercado consumidor final com os produtos do sistema. Isso nos levará a melhoria da competitividade do mercado em que para que todo produto seja comercializado, será necessário que antes haja pesquisas voltadas ao seu aprimoramento para a conquista do consumidor final.

Diocléa Almeida Seabra Silva

---

<sup>1</sup> CASTRO, A. M. G.; LIMA, S. M. V.; CRISTO, C. M. P. N. Cadeia produtiva: marco conceitual para apoiar a prospecção tecnológica. In: **Anais do XXII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica**. Salvador, 2002.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
DIAGNÓSTICO DA CAFEICULTURA DOS MUNICÍPIOS DE ALFENAS, CAMPESTRE, PARAGUAÇU E SERRANIA	
Nilson Pereira Gomes Eduardo Vinicius Franco da Silva Ramon Mendes de Souza Dias Wagner Borim Teixeira Edimar de Paiva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2431903121</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>15</b>
A PRODUÇÃO DE FIBRA DE MALVA ( <i>URENA LOBATOL.</i> ) NO ESTADO DO PARÁ: PERSPECTIVAS E REALIDADES BASEADAS NOS ANOS DE 1990 A 2017	
Alasse Oliveira da Silva Elane Cristina da Silva Conceição Roberta Carvalho Gomes Diocléa Almeida Seabra Silva Ismael de Jesus Matos Viégas Antonia Kilma de Melo Lima Danilo Mesquita Melo Joaquim Alves de Lima Júnior Ebson Pereira Cândido Eduardo da Silva Leal	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2431903122</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>24</b>
UTILIZAÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS: NA PERCEPÇÃO DE UMA LOCALIDADE NO SUL DO BRASIL	
Paulo Barrozo Cassol Maria Teresa Aquino de Campos Velho Alberto Manuel Quintana	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2431903123</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>36</b>
ABORDAGENS DE BIOINFORMÁTICA PARA VACINAS CONTRA O VÍRUS DA FEBRE AFTOSA NA AMÉRICA DO SUL	
Mateus Gandra Campos Giuliana Loreto Saraiva Pedro Marcus Pereira Vidigal Abelardo Silva Júnior Márcia Rogéria de Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2431903124</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>50</b>
ADUBAÇÃO NITROGENADA E MOLÍBDICA DA CULTURA DA SOJA: INFLUÊNCIA SOBRE A PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E TEORES DE NITROGÊNIO NAS FOLHAS	
Lucio Pereira Santos Clibas Vieira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2431903125</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 67**

ALLELOPATHIC EFFECTS OF AQUEOUS EXTRACTS OF *Leucaena leucocephala* (Lam) OF WIT.  
ON LETTUCE (*Lactuca sativa* L.) SEEDS

Cláudio Brito Coêlho  
Maria Eduarda Batista Vieira Fernandes  
Emmanoella Costa Guaraná Araujo  
Thiago Cardoso Silva  
Cibelle Amaral Reis  
Tarcila Rosa da Silva Lins  
Letícia Siqueira Walter  
Júlia Andresa Freitas da Silva  
Anderson Oliveira de Lima  
Iaci Dandara Santos Brasil  
Marks Melo Moura  
Ernandes Macedo da Cunha Neto  
Tarcísio Viana de Lima

**DOI 10.22533/at.ed.2431903126**

**CAPÍTULO 7 ..... 76**

ALLELOPATHIC EFFECTS OF *Corymbia torelliana* ON THE GERMINATION AND INITIAL  
DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL AND FOREST SPECIES

Lucas Araújo Moura  
Emmanoella Costa Guaraná Araujo  
Thiago Cardoso Silva  
Antonio Leonardo Sousa Modesto  
Tarcila Rosa da Silva Lins  
Letícia Siqueira Walter  
Cibelle Amaral Reis  
Iaci Dandara Santos Brasil  
Ernandes Macedo da Cunha Neto  
Jade Cristynne Franco Bezerra  
Marks Melo Moura  
Tarcísio Viana de Lima

**DOI 10.22533/at.ed.2431903127**

**CAPÍTULO 8 ..... 88**

ALTERAÇÕES NO METABOLISMO DE NITROGÊNIO E CARBONO EM PLANTAS DE ARROZ  
SUBMETIDAS A DEFICIÊNCIA DE MACRONUTRIENTES

Erinaldo Gomes Pereira  
Albiane Carvalho Dias  
Camilla Santos Reis de Andrade da Silva  
Liliandra Barreto Emídio Gomes  
Lorraine Cristina Henrique Almeida  
Natália dos Santos Ferreira  
Otavio Augusto Queiroz dos Santos  
Octávio Vioratti Telles de Moura  
Cássia Pereira Coelho Bucher  
Carlos Alberto Bucher  
Everaldo Zonta  
Manlio Silvestre Fernandes

**DOI 10.22533/at.ed.2431903128**

**CAPÍTULO 9 ..... 100**

APTIDÃO AGRÍCOLA DOS SOLOS: METODOLOGIA DE APLICAÇÃO

Karla Nayara Santos de Almeida

João Batista Lopes da Silva  
Júlio César Azevedo Nóbrega  
Rafael Felipe Ratke  
Kaíse Barbosa de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.2431903129**

**CAPÍTULO 10 ..... 113**

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES ALTURAS DAS PLANTAS NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO TOMATEIRO EM CULTIVO ORGÂNICO

Belmiro Saburo Shimada  
Gustavo Roque Goulart  
Juliano Cordeiro  
Alessandro Jefferson Sato

**DOI 10.22533/at.ed.24319031210**

**CAPÍTULO 11 ..... 124**

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO AGRONÔMICO DO TOMATEIRO ENXERTADO EM SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO SOB CULTIVO PROTEGIDO

Gilmar Batistella  
José Ricardo Peixoto

**DOI 10.22533/at.ed.24319031211**

**CAPÍTULO 12 ..... 134**

AÇÃO FITOQUÍMICA DE *ARTEMISIA ANNUA* L. EM MANEJOS PÓS-COLHEITAS

Thalita Cristina Marques Cervezan  
Adilson Sartoratto  
Aline Cristina Rabonato  
Glyn Mara Figueira  
Fernando Broetto

**DOI 10.22533/at.ed.24319031212**

**CAPÍTULO 13 ..... 147**

BEEF MARKETING AND QUALITY IN URUGUAY

Fabio Montossi  
Fiorella Cazzuli

**DOI 10.22533/at.ed.24319031213**

**CAPÍTULO 14 ..... 164**

BIOPROMOTORES E LUZ NO CRESCIMENTO DE *Brachiaria brizantha*

Monyck Jeane dos Santos Lopes  
Moacyr Bernardino Dias Filho  
Thomaz Henrique dos Reis Castro  
Gisele Barata da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.24319031214**

**CAPÍTULO 15 ..... 175**

CARBONO ORGÂNICO AFETADO POR SISTEMAS DE CULTIVO DE LONGA DURAÇÃO

Felipe Camargo de Paula Cardoso  
João de Deus Gomes dos Santos Junior  
Eiyti Kato  
Nericlenes Chaves Marcante



**CAPÍTULO 16 ..... 193**

COMPATIBILIDADE DO FERTILIZANTE NUCLEOS O-PHOS COM *Trichoderma asperellum*

Daniela Tiago da Silva Campos  
Mayco Mascarello Richardi  
Matheus de Medeiros Bagli  
Marcelo Augusto Cruz Filho  
Ligia Bronholi Pedrini  
Renato de Almeida Jr

DOI 10.22533/at.ed.24319031216

**CAPÍTULO 17 ..... 197**

CONTAMINAÇÃO MICROBIANA E PARASITÁRIA NO CULTIVO DE HORTALIÇAS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Juciene de Jesus Barreto da Silva  
Ana Lúcia Moreno Amor  
Isabella de Matos Mendes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.24319031217

**CAPÍTULO 18 ..... 218**

CRESCIMENTO DE BANANEIRAS E BARUEIROS EM CONSÓRCIO COM PLANTAS DE COBERTURA EM SISTEMA AGROFLORESTAL

Everton Martins Arruda  
Leonardo Santos Collier  
Rilner Alves Flores  
Bruna Bandeira do Nascimento  
Leonardo Rodrigues Barros  
Risely Ferraz Almeida  
Marcos Paulo dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.24319031218

**CAPÍTULO 19 ..... 230**

CRESCIMENTO DE PLANTAS DE MAMOEIRO 'THB' EM CAMPO

Karina Tiemi Hassuda dos Santos  
Renan Garcia Malikowski  
Vinicius de Souza Oliveira  
Geraldo Antônio Ferreguetti  
Gleyce Pereira Santos  
Omar Schmildt  
Marcio Paulo Czepak  
Edilson Romais Schmildt

DOI 10.22533/at.ed.24319031219

**CAPÍTULO 20 ..... 235**

CRESCIMENTO MICELIAL DE *COLLETOTRICHUM* spp. EM DIFERENTES MEIOS DE CULTURA

Elisson Felipe Rezende Cano  
Marta Sabrina Nimet  
Mayco Antonio Batistella  
Fabio Mattes Maiorki  
Felipe José Gibbert  
Márcia de Holanda Nozaki

DOI 10.22533/at.ed.24319031220

**CAPÍTULO 21 ..... 242**

DEFICIÊNCIA DE CÁLCIO E MAGNÉSIO AFETA O METABOLISMO DE NITROGÊNIO E O DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)

Erinaldo Gomes Pereira  
Albiane Carvalho Dias  
Camilla Santos Reis de Andrade da Silva  
Liliandra Barreto Emídio Gomes  
Lorraine Cristina Henrique Almeida  
Natália dos Santos Ferreira  
Otavio Augusto Queiroz dos Santos  
Octávio Vioratti Telles de Moura  
Cássia Pereira Coelho Bucher  
Carlos Alberto Bucher  
Everaldo Zonta  
Manlio Silvestre Fernandes

**DOI 10.22533/at.ed.24319031221**

**CAPÍTULO 22 ..... 255**

DIMENSIONAMENTO AMOSTRAL PARA MAMOEIRO 'ALIANÇA' EM CAMPO

Omar Schmildt  
Karina Tiemi Hassuda dos Santos  
Renan Garcia Malikouski  
Vinicius de Souza Oliveira  
Adriel Lima Nascimento  
Gleyce Pereira Santos  
Geraldo Antônio Ferreguetti  
Edilson Romais Schmildt

**DOI 10.22533/at.ed.24319031222**

**CAPÍTULO 23 ..... 261**

DINÂMICAS DE USO DA TERRA NA AGRICULTURA FAMILIAR: O CASO DA COMUNIDADE RURAL DE TATAJUBA, VISEU-PARÁ

Alasse Oliveira da Silva  
Antônio Mariano Gomes da Silva Júnior  
Liliane Marques de Sousa  
Daiane Pantoja de Souza  
Lívia Tálita da Silva Carvalho  
Henrique da Silva Barata  
Jonathan Braga da Silva  
Hiago Marcelo Lima da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.24319031223**

**CAPÍTULO 24 ..... 270**

EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE CROTALARIA EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE DE SEMEADURA EM SOLO ARENOSO

Everton Martins Arruda  
Geyson da Silva Prado  
Kevein Ruas de Oliveira  
Marcos Paulo dos Santos  
Leonardo Rodrigues Barros

**DOI 10.22533/at.ed.24319031224**

**CAPÍTULO 25 ..... 282**

FREQUÊNCIA DE NEMATOIDES NA REGIÃO CENTRO-OESTE

Rayane Gabriel Da Silva

Danieli Rayane Gabriel Da Silva Maria

Eduarda Ferreira Nantes

DOI 10.22533/at.ed.24319031225

**CAPÍTULO 26 ..... 283**

GESTÃO DE GASTOS DA PEQUENA PROPRIEDADE RURAL FAMILIAR PARA MELHORAR O SEU DESEMPENHO ECONÔMICO

Nestor Bremm

Daniela Martinelli

Lauri Aloisio Heckler

DOI 10.22533/at.ed.24319031226

**SOBRE A ORGANIZADORA..... 290**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 291**

## AÇÃO FITOQUÍMICA DE *ARTEMISIA ANNUA* L. EM MANEJOS PÓS-COLHEITAS

**Thalita Cristina Marques Cervezan**  
**Adilson Sartoratto**  
**Aline Cristina Rabonato**  
**Glyn Mara Figueira**  
**Fernando Broetto**

**RESUMO:** A malária é considerada uma doença infecciosa grave que atinge milhares de pessoas, principalmente em países tropicais e subtropicais. O controle dessa doença pode ser feito através de alguns tipos de medicamentos semissintéticos e bioativos naturais, entre eles os derivados da espécie *Artemisia annua* L.: artemisinina, diidroartemisinina, deoxiartemisinina, ácido artemisínico e arteanuina B. O presente estudo teve como objetivos avaliar o efeito de diferentes tipos de processamento pós-colheita sobre a qualidade do fármaco e seus derivados. Folhas de *A. annua* L. foram submetidas a quatro tratamentos de desidratação sendo eles: campo em pleno Sol, campo na sombra, estufa de circulação de ar a temperatura de 28°C +/-2 e câmara de crescimento 15°C +/-2, por 29 dias. Foram realizadas as análises de teor de umidade, flavonoides, avaliação do teor de artemisinina, diidroartemisinina, deoxiartemisinina, ácido

artemisínico e arteanuina B. Cada tratamento apresentou influência distinta sobre o acúmulo de bioativos estudados. Entretanto, quando a biomassa foi processada em estufa com temperatura controlada, houve maior estabilidade para a maioria dos princípios ativos avaliados, com exceção da artemisinina.

**PALAVRAS-CHAVE:** artemisinina, compostos bioativos, metabólitos secundários, plantas medicinais, secagem.

**ABSTRACT:** Malaria is considered a serious infectious disease that affects thousands of people, occurring in tropical and subtropical countries. Disease control can be done through some types of semi-synthetic and bioactive natural drugs, including them the derivatives of the species *Artemisia annua* L.: artemisinin, dihydroartemisinin, deoxiartemisinin, artemisinic acid and arteanuin B. The leaves of *A. annua* L. were submitted to 4 post-harvest treatments: Leaves of *A. annua* L. were submitted to 4 post-harvest treatments: field in full sun, field shaded, air circulation oven dry at 28 °C +/-2 and grown chamber 15 °C +/-2 for 29 days. The analysis of moisture content, flavonoids, evaluation of the artemisinin, dihydroartemisinin, deoxiartemisinin, artemisinic acid and arteanuin B contents were carried out. Were analyzed treatment had a different influence on the bioactives under study, however, the oven dry

demonstrated to have greater stability in most of the active principles with the exception of artemisinin.

**KEYWORDS:** artemisinin, bioactive, secondary metabolites, medicinal plants, drying.

## 1 | INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, o *Plasmodium* vem adquirindo resistência a drogas comerciais usadas para o tratamento da malária. Em busca por tratamentos alternativos, descobriu-se que a espécie medicinal identificada por *Artemisia annua* L. apresenta um composto químico com atividade antimalárica. Testes farmacológicos confirmaram a ação fitoterápica da artemisinina e ainda, ressalta a ação rápida e eficaz sobre as formas de malária resistente (RODRIGUES et al, 2006). No entanto, o uso regular da artemisinina contribuiu para a formação de novas cepas resistentes a doença. Desde modo, tem-se utilizado outros compostos derivados da síntese de artemisinina, os quais, também apresentam a mesma ação antimalárica, quando combinados. A fim de melhorar a produção da molécula e seus derivados, torna-se imprescindível manter a qualidade desses compostos no período pós-colheita para evitar o desencadeamento de reações de oxidação, hidrólise, ataques de microorganismos, etc., (MESHNICK et al, 1996). Este trabalho teve como objetivo estudar parte do metabolismo de *A. annua* L. em relação à preservação de seus componentes fitoterápicos, nos procedimentos de pós-colheita. O material vegetal foi submetido a diferentes métodos de secagens, no qual avaliou a preservação no teor da artemisinina, diidroartemisinina, deoxiartemisinina, ácido artemisínico, arteanuina B e flavonoides.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A cultivar utilizada foi a variação de *Artemis*, adaptada para o clima subtropical. Os principais genótipos selecionados foram os híbridos CPQBA 5 x 2/39 e o CPQBA 3M x POP. A espécie em estudo, *Artemisia annua* L., foi cultivada no campo experimental do Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas (CPQBA), da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). O campo é localizado em Paulínia, SP, na latitude sul 22°48 min, na longitude oeste 47°0 min e altitude 669. O plantio foi realizado em solo latossolo vermelho escuro argiloso e adubação-verde realizada com mucuna.

A matéria fresca da *A. annua* L. foi coletada no início de março, antes do florescimento, devido ao período em que a concentração de artemisinina é maior. As plantas foram cortadas inteiras, aleatoriamente, com auxílio de facção, apresentando alturas médias de 1,8 metros de comprimento. Ao todo, foram colhidas 96 plantas, sendo separadas em quatro tratamentos de secagem e desidratação: Campo sol pleno (CSP); Campo sombra (CSM); Estufa de circulação de ar (EST) a 28°C ± 2°C;

Câmara de crescimento (Câmara) a  $15^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Cada tratamento continha quatro repetições. No campo, as plantas inteiras foram acondicionadas em formas de cabanas contendo oito plantas por parcela sendo fixadas com amarras e sobrepostas em sombrite preto 50% luz (com dimensões 1,0 m x 1,0 m). O sombrite foi utilizado para minimizar possíveis perdas de material foliar ao decorrer dos dias de secagem.

As plantas submetidas aos tratamentos de secagem e desidratação em Estufa e em Câmara de Crescimento foram devidamente desmembradas em partes menores. O material vegetal continha apenas galhos mais finos e folhas, adensadas em sacos de sombrite preto 50%, sendo, posteriormente acondicionadas em seus âmbitos de tratamentos. Os materiais submetidos aos tratamentos mantiveram-se fixos em seus respectivos ambientes de secagem e desidratação, durante todo o período de avaliações. Vale ressaltar que, as plantas secas na sombra e em sol pleno tiveram influências climáticas relativamente consideráveis, uma vez que, ficaram expostos há alguns fatores ambientais. Portanto, os tratamentos de secagem fixados no campo experimental, principalmente as plantas secas em pleno sol, tiveram influência constante de umidade, temperaturas, vento, entre outros. Por serem ambientes com fatores ambientais variáveis, a área de estudo teve acompanhamento meteorológico em decorrer do período de 29 dias. As medições foram realizadas pela CEPAGRI, Unicamp.

Os experimentos de secagem e desidratação foram instalados no dia 12 de março e, conseqüentemente, iniciado o primeiro ponto de coleta vegetal para as análises de teor de água. Esse primeiro ponto de coleta, identificado como tempo zero, foi usado como material de referência padrão comparativa entre todos os tratamentos. As avaliações experimentais foram feitas uma vez por semana, durante 29 dias, no qual tiveram recolhidas mais quatro amostragens das folhas, sendo realizadas nos períodos de 5<sup>o</sup>, 12<sup>o</sup>, 19<sup>o</sup> e 29<sup>o</sup> dias de secagem e desidratação. Deste modo, foram totalizados cinco pontos de coletas, sendo o primeiro no tempo zero e os demais nas quatro semanas de acompanhamento.

As amostragens recém-coletadas foram feitas em triplicatas, sendo coletadas uniformemente, por toda a parte do vegetal. Os materiais coletados foram postos em sacos de polietileno (10 cm x 20 cm) e imediatamente transportados para o processamento em laboratório. As amostragens de cada tratamento foram devidamente moídas em moinho analítico modelo A11 Basic, com rotação do motor equivalente a 28.000 rpm, o qual foi indicado por possuir a câmara fechada hermeticamente, com perda de material praticamente zero. Após a redução granulométrica, as amostras foram submetidas à análise do teor de água (item 2.1), as quais foram realizadas no Departamento de Agrotecnologia, localizado no Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas (CPQBA, Unicamp) em Campinas, São Paulo, Brasil.

## 2.1 Determinação do teor de água

Cerca de 1 g de todas as amostras obtidas nos 5 pontos de colheitas, foram pesadas em balança digital analítica em triplicada e colocadas em cadinhos de alumínio. A massa seca foi determinada colocando os cadinhos em estufa com circulação forçada a 105°C por 24 horas (Arvouet-Grand et al, 1994). Após este período os cadinhos foram retirados e colocados em dessecador. Depois de arrefecidas à temperatura ambiente em dessecador, foram submetidas à nova pesagem e quantificados os teores de água em percentagem de perda por dessecação, sendo:

$$P\% = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100 \quad (1)$$

Onde:  $P_1$  representa o peso do cadinho contendo a amostra úmida,  $P_2$  é o peso do cadinho contendo a amostra seca,  $P_1$  é o peso da amostra fresca e  $P$  é o percentual de água.

## 2.2 Extração dos metabólitos das folhas

A quantificação dos principais bioativos foi realizada no Departamento de Bioquímica e Biotecnologia localizado no Instituto Politécnico de Worcester (WPI) em Massachusetts, Estados Unidos. Todo o transporte das amostras foi feito pela DHL Express, onde permaneceram refrigeradas a  $-20^\circ\text{C} \pm 5$ , com gelo seco e em caixas de poliestireno expandido (isopor). Durante o percurso, houve o monitoramento das amostras, com o auxílio de termômetro, e periodicamente, realizada a manutenção do gelo para evitar o aumento da temperatura e degradação do material vegetal. O tempo de trajeto para os Estados Unidos foi de aproximadamente 48 horas. No desembarco, os materiais apresentaram a temperatura final de 12 graus com  $\pm 5^\circ\text{C}$  de variação. Todas as amostras foram armazenadas a  $-20^\circ\text{C}$  até o início das análises.

Anteriormente, as amostras foram irradiadas pelo Centro de Tecnologia das Radiações (CTR) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN, localizado no campus da Universidade de São Paulo (São Paulo - SP - Brasil) a fim de atender a legislação Norte-Americana e atender aos padrões de segurança. A fonte de irradiação utilizada nos tratamentos foi o Cobalto 60 na dose mínima de 10,2 kGy (1,0 Mrad), afim de atender a legislação de fitossanidade exigidas para materiais de origem vegetais em exportação.

As análises se iniciaram com os tratamentos que apresentavam maiores teores de água, sendo o tempo zero e a câmara de crescimento. Para a extração de metabólitos, foi necessário adicionar cloreto de metileno nas amostras. Para 25 mg de biomassa, foram adicionados 4 mL de diclorometano, em tubos de ensaio de vidro, e levados ao ultrassom em um banho de água gelada durante 30 minutos. Após esse tempo, houve formação de uma fase heterogênea, ao qual, o solvente decantado

foi transferido para novos tubos de ensaio e secos em N<sub>2</sub>. Em seguida, armazenada a -20 °C até à análise. Para a dosagem, as amostras foram ressuspensas em diclorometano (1 mL) e, as alíquotas foram depois transferidas para cromatógrafo de fase gasosa acoplado a espectrômetro de massas (GC-MS) em frascos de amostra e secas. Para a quantificação de Artemisinina (ART), Deoxiartemisinina (deoxyAN), Arteanuina B (AB), Ácido Artemisínico (AA) e Ácido Diidroartemisinico (DHAA) foi usado a cromatografia de fase gasosa (CG) acoplada a espectrômetro de massas (CG-MS). Para que o método utilizado seja válido, é necessário aplicar as seguintes especificações: O cromatógrafo utilizado foi Agilent 7890A e MS, a Agilent 5975C, com a coluna Agilent HP-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25 mm). O gás de arraste foi o Hélio a 1 mL/min. Volume de injeção usado é 1 mL no modo splitless. A temperatura da fonte de íon é 280°C; sendo a entrada de 250°C; na linha de transferência com 280°C. A temperatura do forno com 125°C realizada por 1 min, e, em seguida, aumentada para 300°C a 5°C/min.

O AA e DHAA foram analisados separadamente dos outros metabolitos, por serem equivalentes. Antes da injeção no cromatógrafo, foi primeiramente necessário a derivatização, ao qual, foi conseguido por ressuspensão em amostras de 20 µL na proporção de 1:1 de piridina:bis (trimetilsilil) trifluoroacetamida (Sigma 270407 e Restek 35605, respectivamente); adicionados a 50 µL de pentano. O padrão de AA utilizado nesta determinação foi o autêntico purificado da *A. annua* L. (Laboratório de Biotecnologia, Instituto Politécnico de Worcester, MA – USA), sendo utilizado para o cálculo das concentrações de AA e DHAA das amostras por meio da curva de calibração do referido padrão (MANNAN et al, 2010). As amostras de AN, deoxyAN e AB foram ressuspensas em 100 µL de pentano, antes das análises. A identificação da AN foi feita por consulta a biblioteca NIST (*National Institute of Standards and Technology*) e padrões validados, enquanto a deoxyAN e AB foram identificados apenas por comparação com padrões validados (ADAMS, 2007).

A extração dos flavonoides das folhas se iniciou nas etapas descritas anteriormente. O método utilizado para a determinação dos mesmos é descrito por Arvouet-Grand et al, (1994) adaptado por Weathers et al, (2014). A metodologia empregada utilizou alíquotas de 1,0 mL do extrato inicial ressuspensas em Diclorometano (MeCl<sub>2</sub>) e secas novamente em N<sub>2</sub>. Após a adição de 1,0 mL de solução metanólica contendo 1% de Cloreto de Prata (AlCl<sub>3</sub>) amostrou-se 200 µL e transferiu-se para placas de Elisa (96 *well-plates*); estas foram seladas com filme adesivo transparente. Depois, foram deixadas em repouso por 20 minutos para iniciar a reação química. Ao fim do tempo de repouso, as amostras foram levadas a leitura em espectrofotômetro Wallac 1420, com programa específico para análise de dados. O teor total de flavonoides foi calculado usando a curva padrão de quercetina, em que, por serem compostos equivalentes, foi possível determinar a quantificação dos mesmos.



## 2.3 Análise estatística

A análise estatística foi organizada em desenho experimental inteiramente casualizado. O fatorial utilizado foi 5 tempos x 4 tratamentos x 3 repetições. Os dados foram analisados no programa Assistat 7.7 beta (SILVA e AZEVEDO, 2002) para análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível de significância de 5 % de probabilidade.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Teor de água

O método convencional é padronizado pela Farmacopeia Brasileira 4ª edição (1988), que avalia o teor de água e cinzas por perda e dessecação. O teor máximo de água permitido para o bom armazenamento de material vegetal de plantas medicinais e aromáticas é de até 12%. Acima desse percentual, a atividade enzimática, bem como o desenvolvimento de mofo, leveduras e bactérias possuem aumentos significativos, enquanto em valores percentuais inferiores, esses fatores são minimizados. Como a *A. annua* L. é sempre seca em ar ambiente, este valor de 12%, às vezes, pode ser difícil de alcançar em período de alta umidade do ar, como, por exemplo, durante a estação chuvosa (SIMONNET, 2010). Deste modo, apenas as amostras secas em Campo Sol e em Estufa se enquadraram nos parâmetros estabelecidos (Tabela 1).

Tratamentos	Tempo Zero	5 dias (%)	12 dias (%)	19 dias (%)	29 dias (%)	Média (%)
Câmara	70,11 aA	30,23 aB	19,78 aC	20,55 aC	19,11 aC	31,96 a
Estufa	70,11 aA	8,00 cB	7,55 dB	7,45 cB	5,89 dC	19,80 d
Campo Sol	70,11 aA	10,78 bB	11,67 cB	10,78 bB	10,66 cB	22,81 c
Campo Sombra	70,11 aA	12,00 bE	17,22 bC	19,67 aB	14,55 bD	26,71 b
Média (%)	70,11 a	15,25 b	14,05 c	14,61 c	12,56 d	-
C.V% 3,11						

Tabela 1. Comparação média do teor de água percentual da *Artemisia annua* L. entre os tratamentos de secagem e desidratação no decorrer dos 29 dias.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey ( $p \leq 5\%$ ). Letras maiúsculas, nas linhas, são comparativas entre tempos enquanto as minúsculas, nas colunas, são comparações entre os tratamentos. O tempo zero é considerado material de referência, uma vez que, representa a planta fresca sem tratamento. C.V% = coeficiente de variação.

É importante ressaltar que as plantas do tratamento campo sol permaneceram expostas em ambiente aberto, sem algum tipo de proteção atmosférica, recebendo chuva diretamente e, ainda, em contato com orvalho pela manhã. Tais fatores, não apresentaram tantas influências nos teores de água encontrados nos materiais, permanecendo com valores aproximados de 10,7%. As amostras mantidas em estufa de circulação de ar a 28°C também apresentaram estabilidade, permanecendo com

teores de água equivalentes a 7,6% em quase todos os pontos avaliados, com exceção do último dia de coleta, o qual proporcionou redução para 5,89%.

As plantas de *A. annua* L. acondicionadas no campo sombra e câmara de crescimento, no entanto, mantiveram índice de teor de água acima dos 12% estipulados pela legislação durante todos os períodos de avaliação. Por ter sido fixado em local protegido do sol com apenas a circulação de ar como fonte de secagem e, devido à incidência de chuva, o campo sombra obteve elevado índice de umidade ambiente, com percentuais de mínima e máxima equivalente a 28,7% a 100%, respectivamente e temperaturas entre 34°C e 17°C.

As folhas de *A. annua* L. na câmara de crescimento mantiveram os maiores índices de teor de água quando comparados com os demais tratamentos. Por ser um sistema totalmente fechado e controlado, no ambiente interno foram encontrados os valores de umidade percentuais entre 34% e 90%, com temperatura constante de 15°C. Esse sistema manteve as amostras enclausuradas enquanto ocorria a desidratação das folhas, permitindo assim, a troca de massas entre as plantas e o ambiente. Ao decorrer dos 29 dias de secagem, apesar da queda no gradiente de umidade relativa do ambiente, os valores percentuais de teor de água nas folhas de *A. annua* L. se mantiveram acima dos parâmetros estabelecidos, com 19% de dosagem. A baixa temperatura e a alta umidade relativa colaboraram para manter esse teor alto nas folhas de *A. annua* L.. Simonnet (2001) reportou em seu trabalho que todos os processos de secagem em campo aberto obtiveram de 20 a 30% de água nas folhas após 8 dias.

Devido à variação de umidade nas amostras armazenadas, todos os resultados apresentados a seguir foram corrigidos conforme os seus valores do teor de água correspondentes.

### 3.2 Ácido diidroartemisínico (DHAA), artemisinina (ART) e deoxiartemisínico (DEOXYAN)

A dosagem de ácido diidroartemisínico da *A. annua* L. nos tratamentos de secagem e desidratação avaliados reduziu ao longo do tempo. No entanto, as amostras secas na câmara de crescimento mantiveram melhor as características de DHAA, quando comparado com os demais tratamentos, porém, não se diferenciando significativamente do tempo zero (Tabela 2).

Tratamentos	Tempo Zero	5 dias	12 dias	19 dias	29 dias	Média (%)
Câmara	716,77 aA	634,82 aA	408,43 aB	379,49 aBC	258,08 abC	479,52 a
Estufa	716,77 aA	401,68 bB	402,37 aB	429,54 aB	370,55 aB	464,18 a
Campo Sol	716,77 aA	264,46 cC	360,75 aBC	405,66 aB	252,45 bC	400,02 b
Campo Sombra	716,77 aA	354,47 bcB	306,34 aB	239,80 bB	257,91 abB	375,06 b
Média (%)	716,77 a	413,86 b	369,47 b	363,62 b	284,75 c	-

Tabela 2. Quantificação do teor ( $\mu\text{g/g}$ ) de Ácido Diidroartemisínico na *Artemisia annua* L. entre os tratamentos de secagem e desidratação, no decorrer de 29 dias.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey ( $p \leq 5\%$ ). Letras maiúsculas, nas linhas, são comparativas entre tempos enquanto as minúsculas, nas colunas, são comparações entre os tratamentos. O tempo zero é considerado material de referência, uma vez que, representa a planta fresca sem tratamento. C.V% = coeficiente de variação.

Apesar da câmara de crescimento ter preservado o DHHA por mais tempo, o tratamento de secagem em estufa demonstrou ter melhor estabilidade na concentração de DHAA na *A. annua* L. durante todo o período. O campo sol e a estufa tiveram semelhantes perfis de secagem. Outros autores relataram comportamento parecido. Ferreira e Luthria (2010), por exemplo, trabalharam com efeitos de três diferentes tipos de tratamento de secagens sendo, estufa 45°C, sol e sombra em condições de ambiente, em folhas de *A. annua* L.. Os autores observaram que não houve diferença significativa no teor de Diidroartesimico (DHAA) durante o período da *A. annua* L. de secagem e entre os tratamentos, pelo tempo avaliado. Já Weathers; Towler (2012) relatam que a secagem de *A. annua* L. em temperatura de 25°C, proporcionou aumento de DHAA em 0,19% quando comparados com as folhas frescas. O trabalho foi conduzido com 30–50% umidade relativa em sala fechada com luz e condições do ambiente.

Em relação à artemisinina, a concentração do composto manteve-se estável no vegetal para quase todos os tratamentos de secagem, exceto para o campo sombra, no qual, houve redução no teor analisado. As concentrações de ART para as amostras da estufa e campo sol apresentaram teores significativamente mais elevados (Tabela 3).

Tratamentos	Tempo Zero	5 dias	12 dias	19 dias	29 dias	Média (%)
Câmara	9730 aB	6990 bC	12643 aA	7088 bC	8461 bBC	8983 b
Estufa	9730 aA	9756 aA	9182 bAB	7847 abB	9603 abA	9224 ab
Campo Sol	9730 aAB	9006 aB	10690 bA	9096 aAB	10421 aAB	9789 a
Campo Sombra	9730 aA	9987 aA	9330 bA	8376 abA	6136 cB	8712 b
Média (%)	9730 ab	8935 bc	10461 a	8102 d	8655 cd	-
C.V% 7,68						

Tabela 3. Quantificação do teor ( $\mu\text{g/g}$ ) de Artemisinina na *Artemisia annua* L. entre os tratamentos de secagem e desidratação, no decorrer de 29 dias.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey ( $p \leq 5\%$ ). Letras maiúsculas, nas linhas, são comparativas entre tempos enquanto as minúsculas, nas colunas, são comparações entre os tratamentos. O tempo zero é considerado material de referência, uma vez que, representa a planta fresca sem tratamento. C.V% = coeficiente de variação.

Essa queda no teor de artemisinina nas amostras analisadas da câmara de crescimento se deve ao fato de que, por ser tratar de uma secagem mais lenta, a grande quantidade de água ainda presente nas folhas pode ajudar na perda do

princípio ativo, e, conseqüentemente, em sua degradação. Entretanto, Simonnet, (2010) não corrobora com esses dados. Ele observou que, mesmo em secagem lenta de condições supostamente desfavoráveis, como por exemplo, em temperaturas baixas ( $\leq 20^\circ \text{C}$ ) e alta umidade relativa do ar ambiente, a perda de artemisinina nas folhas não ocorreram. Deste modo, foi observado também que as plantas cortadas e deixadas para secagem no campo, por 17 dias, mostraram aumento no teor de artemisinina de quase 20%. O autor relata que a secagem lenta no campo durante 2 a 3 semanas pode, em alguns casos, resultar em aumento de 10 a 20% do teor de artemisinina. Esta ressalva também foi confirmado por Simonnet et al, (2001) e Laughlin, (2002).

O comportamento do perfil químico de deoxyAN foi semelhante ao da artemisinina. Entretanto, tanto a câmara de crescimento, quanto o campo sombra, apresentaram melhores condições de secagem para a preservação deste composto (Tabela 4).

Tratamentos	Tempo Zero	5 dias	12 dias	19 dias	29 dias	Média (%)
Câmara	1137 aA	1191 aA	1143 aA	910 bB	980 aAB	1072 a
Estufa	1137 aA	902 bcB	884 bB	896 bB	1022 aAB	968 b
Campo Sol	1137 aA	828 cB	853 bB	832 bB	1047 aAB	940 b
Campo Sombra	1137 aA	1043 abA	1190 aA	1143 aA	999 aA	1102 a
Média (%)	1137 a	991 b	1017 b	945 b	1011 b	-
C.V% 9,38						

Tabela 4. Quantificação do teor ( $\mu\text{g/g}$ ) de Deoxiartemisinina na *Artemisia annua* L. entre os tratamentos de secagem e desidratação, no decorrer de 29 dias.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey ( $p \leq 5\%$ ). Letras maiúsculas, nas linhas, são comparativas entre tempos enquanto as minúsculas, nas colunas, são comparações entre os tratamentos. O tempo zero é considerado material de referência, uma vez que, representa a planta fresca sem tratamento. C.V% = coeficiente de variação.

Ferreira et al., (2010) avaliaram o efeito de congelamento, forno, sombreamento, secagem ao sol, tempo de secagem e intensidade de luz na concentração foliar de AN, DHAA, AA e capacidade antioxidante foliar. As amostras liofilizadas apresentaram as menores concentrações de artemisinina em comparação com os outros métodos de secagem. A secagem de sombra durante 1, 2 e 3 semanas, sob ambiente ou pouca luz, não alterou o conteúdo de artemisinina, mas diminuiu significativamente a atividade antioxidante da folha, principalmente secas ao sol. Os autores ainda observaram uma diminuição significativa (média de 82%) no DHAA para todos os procedimentos de secagem em comparação com a liofilização, com um aumento simultâneo e significativo da ART (média de 33%). Além disso, constatou-se que a bioconversão média de DHAA para artemisinina em plantas secas ao forno e sombra foi de 43% e para plantas secas ao sol foi de 94%. Os autores sugerem ainda que a secagem ao sol melhora significativamente a bioconversão de DHAA para ART e

revelam que a secagem no forno por 24 h a 45°C podem proporcionar bons níveis de ART como de antioxidantes nas folhas.

### 3.3 Arteanuina B (AB) e ácido artemisínico (AA)

A concentração do ácido artemisínico foi maior para o tratamento de secagem em estufa, onde apresentou os maiores índices de AA. Todavia, a câmara de crescimento e o tempo zero apresentaram os piores resultados neste período. No 29º dia de coleta, a estufa e o campo sol tiveram resultados semelhantes em que não se diferiam estatisticamente (Tabela 5).

Tratamentos	Tempo Zero	5 dias	12 dias	19 dias	29 dias	Média (%)
Câmara	490 aA	435 cAB	529 bA	251 bAB	177 bCD	372 d
Estufa	490 aD	1053 bBC	1530 aA	1265 aAB	787 aCD	1025 a
Campo Sol	490 aBC	1437 aA	810 bB	202 bC	590 aB	706 b
Campo Sombra	490 aBC	1217 abA	671 bB	177 bCD	131 bD	537 c
Média (%)	490 b	1035 a	885 a	474 b	416 b	-
C.V% 21,72						

Tabela 5. Quantificação do teor ( $\mu\text{g/g}$ ) de Ácido Artemisínico na *Artemisia annua* L. entre os tratamentos de secagem e desidratação, no decorrer de 29 dias.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey ( $p \leq 5\%$ ). Letras maiúsculas, nas linhas, são comparativas entre tempos enquanto as minúsculas, nas colunas, são comparações entre os tratamentos. O tempo zero é considerado material de referência, uma vez que, representa a planta fresca sem tratamento. C.V% = coeficiente de variação.

Laughlin (2002) avaliou o teor de ácido artemisínico na *A. annua* L. quanto a secagem de plantas inteiras à sombra e plantas inteiras ao sol, em condição ambiente no campo, durante 21 dias. Os efeitos destes tratamentos foram comparados com as folhas secas em estufa (35°C) que haviam sido separadas imediatamente após a colheita. Durante os 21 dias, a secagem não teve qualquer efeito adverso ao teor de ácido artemisínico (AA). Os dois tratamentos apresentaram concentrações de AA semelhantes às folhas secas em estufa de secagem, com teor de (0,1 a 0,2%).

Em relação à dosagem de Arteanuina B na *A. annua* L. em todos os tratamentos, verifica-se que a concentração de AB reduz ao longo do tempo, quando comparados com o tempo zero. No 29º dia de secagem, a EST, e o CPS tiveram a concentração de AA aumentada, se sobressaíram sobre aos demais tratamentos (Tabela 6).

Tratamentos	Tempo Zero	5 dias	12 dias	19 dias	29 dias	Média (%)
Câmara	2274,8 aA	1663 aB	1185 bB	1483 bB	1281 bB	1577 b
Estufa	2274,8 aA	1421 aB	1807 aAB	2184, aA	2270 aA	1991 a
Campo Sol	2274,8 aA	1275 aBC	1036 bC	1765 abAB	2069 aA	1684 b
Campo Sombra	2274,8 aA	1279 aBC	1317 abBC	1654 abB	946 bC	1494 b

Média (%)	2274,83 a	1409,9 cd	1336,5 d	1771,78 b	1642,0 bc	-
C.V% 15,22						

Tabela 6. Quantificação do teor ( $\mu\text{g/g}$ ) de Arteanuina B na *Artemisia annua* L. entre os tratamentos de secagem e desidratação, no decorrer de 29 dias.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey ( $p \leq 5\%$ ). Letras maiúsculas, nas linhas, são comparativas entre tempos enquanto as minúsculas, nas colunas, são comparações entre os tratamentos. O tempo zero é considerado material de referência, uma vez que, representa a planta fresca sem tratamento. C.V% = coeficiente de variação.

Dados observados por Weathers; Towler (2012) mostraram que o teor de arteanuina B (AB) em folhas secas de *A. annua* L. à 25 °C em uma sala com luz constante e condições de ambientes naturais, teve aumento de 0,2% em relação as folhas frescas sem qualquer tipo de tratamento pós-colheita.

### 3.4 Flavonoides

A quantificação de flavonoides demonstrou redução de quase 50% nos teores do constituinte em cada tratamento. No entanto, apesar da estufa ter apresentado as melhores concentrações de flavonoides, quando comparado com os outros tratamentos, não apresentou diferença significativa (Tabela 7).

Tratamentos	Tempo Zero	5 dias (%)	12 dias (%)	19 dias (%)	29 dias (%)	Média (%)
Câmara	20,33 aA	6,78 abB	7,70 aB	7,99 abB	8,07 bB	10,17 b
Estufa	20,33 aA	8,13 aCD	7,36 aD	9,51 aC	11,34 aB	11,33 a
Campo Sol	20,33 aA	6,07 bB	4,98 bB	4,98 cB	5,25 cB	8,32 c
Campo Sombra	20,33 aA	7,72 aBC	8,90 aB	6,62 bC	7,78 bBC	10,27 b
Média (%)	20,33 a	7,175 c	7,23 c	7,27 c	8,11 b	-
C.V% 7,10						

Tabela 7. Quantificação no teor de Flavonoides na *Artemisia annua* L. entre os tratamentos de secagem e desidratação, no decorrer de 29 dias.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey ( $p \leq 5\%$ ). Letras maiúsculas, nas linhas, são comparativas entre tempos enquanto as minúsculas, nas colunas, são comparações entre os tratamentos. O tempo zero é considerado material de referência, uma vez que, representa a planta fresca sem tratamento. C.V% = coeficiente de variação.

Estudo realizado por Albuquerque (2000), o autor relatou que a secagem em estufa, quando comparado ao de secagem à temperatura ambiente, provocou o aumento na incidência de membranas de pontuações rompidas em *Pinus taeda* L.. Essa afirmação justificando a utilização da secagem em estufa como método padrão eficaz para a obtenção de compostos de interesse com preservação de qualidade.

## 4 | CONCLUSÃO

A concentração de artemisinina se manteve mais estável em plantas de *Artemisia annua* L. submetidas ao tratamento de secagem ao sol. Por outro lado, o mesmo

efeito não se observou para os seus análogos (diidroartemisinina, deoxiartemisinina, ácido artemisínico, arteanuina B), os quais apresentaram melhor estabilidade para a sua conservação quando secos a estufa de circulação de ar. De modo geral, o melhor tratamento de desidratação para as folhas de *Artemisia annua* L. foi à estufa de secagem a 28 °C devido à estabilidade dos parâmetros qualitativos de seus constituintes ativos.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, Robert P. et al. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. Allured publishing corporation, 2007.

ALBUQUERQUE, C. E. C. Efeito da secagem a 100 °C em membranas de pontoações de Pinus taeda L. **Floresta Ambient**, v. 7, p. 129-136, 2000.

ARVOUET-GRAND, A. et al. Standardization of a propolis extract and identification of the main constituents. **Journal de pharmacie de Belgique**, v. 49, n. 6, p. 462-468, 1994. ASAE. **Moisture Measurement-Forages**. St. Joseph, 1991a. p.401. (ASAE Standards, S532.2).

FARMACOPEIA BRASILEIRA. Quarta Edição. Parte I. Atheneu Editora São Paulo LTDA. São Paulo, SP. 392 p. 1988.

FERREIRA, Jorge F.S. et al. Flavonoids from *Artemisia annua* L. as Antioxidants and Their Potential Synergism with Artemisinin against Malaria and Cancer. **Molecules**, [s.l.], v. 15, n. 5, p.3135-3170, 29 abr. 2010. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules15053135>.

FERREIRA, Jorge F. S; LUTHRIA, Devanand L. Drying Affects Artemisinin, Dihydroartemisinic Acid, Artemisinic Acid, and the Antioxidant Capacity of *Artemisia annua* L. Leaves. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, [s.l.], v. 58, n. 3, p.1691-1698, 10 fev. 2010. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/jf903222j>.

LAUGHLIN, J. C. Post-harvest Drying Treatment Effects on Antimalarial Constituents of *Artemisia annua* L. In: **International Conference on Medicinal and Aromatic Plants. Possibilities and Limitations of Medicinal and Aromatic Plant 576**. 2002. p. 315-320. <http://dx.doi.org/10.17660/actahortic.2002.576.47>.

MANNAN, A., LIU, C.Z., ARSENAULT, P.R., TOWLER, M.J., VAIL, D.R., LORENCE, A., WEATHERS, P.J., 2010. DMSO triggers the generation of ROS leading to an increase in artemisinin and dihydroartemisinic acid in *Artemisia annua* shoot cultures. **Plant Cell Rep**. 29, 143–152, <http://dx.doi.org/10.1007/s00299-009-0807-y>.

MESHNICK, Steven R.; TAYLOR, T. E.; KAMCHONWONGPAISAN, Sumalee. Artemisinin and the antimalarial endoperoxides: from herbal remedy to targeted chemotherapy. **Microbiological reviews**, v. 60, n. 2, p. 301-315, 1996.

RODRIGUES, Rodney Alexandre Ferreira et al. Otimização do processo de extração e isolamento do antimalárico artemisinina a partir de *Artemisia annua* L. **Química Nova**, [s.l.], v. 29, n. 2, p.368-372, abr. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422006000200030>.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 01, p. 71-78, 2002.

SIMONNET, X. *Artemisia annua* L. Harvest and post-harvest treatments. **Mediplant Centre de Recherches Sur Les Plantes Médicinales Aromatiques**. p. 60, March, 2010.

SIMONNET, X. et al. Field drying of *Artemisia annua* L.: increasing artemisinin content and lowering production costs. **Revue suisse de viticulture, arboriculture, horticulture (Switzerland)**, 2001.

WEATHERS, Pamela J.; TOWLER, Melissa J. The flavonoids casticin and artemetin are poorly extracted and are unstable in an *Artemisia annua* L. tea infusion. **Planta medica**, v. 78, n. 10, p. 1024-1026, 2012.

WEATHERS, Pamela J. et al. Pharmacokinetics of artemisinin delivered by oral consumption of *Artemisia annua* L. dried leaves in healthy vs. *Plasmodium chabaudi*-infected mice. **Journal Of Ethnopharmacology**, [s.l.], v. 153, n. 3, p.732-736, maio 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2014.03.037>.



## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Açúcares solúveis 89, 90, 91, 93, 94, 97, 243, 246, 248, 249, 251, 252, 253  
Adaptabilidade 101  
Administração 1, 14, 285, 289  
Agricultura 6, 16, 17, 20, 21, 22, 42, 47, 48, 65, 66, 74, 86, 98, 113, 114, 122, 123, 161, 176, 194, 200, 201, 213, 216, 234, 236, 240, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 268, 269, 271, 281, 283, 285, 290  
Agricultura familiar 16, 17, 20, 200, 213, 216, 261, 262, 263, 264, 265, 268, 269, 283, 290  
Aminoácidos 89, 90, 91, 93, 94, 97, 243, 246, 248, 249, 251, 252  
Amônio 52, 61, 62, 89, 93, 94, 97, 98, 222, 243, 248, 249, 251, 252  
Análise 4, 15, 16, 17, 24, 27, 28, 36, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 53, 56, 57, 58, 63, 64, 68, 74, 77, 86, 92, 96, 97, 101, 104, 112, 116, 124, 136, 138, 139, 168, 172, 179, 195, 204, 208, 210, 216, 221, 223, 235, 238, 240, 241, 246, 248, 249, 257, 272, 274, 285, 286, 288, 289  
Animal welfare 147, 148, 150, 151, 155, 156, 157, 158, 159, 161  
Autonomia 24, 31, 34

### B

Bananeiras 218, 220, 222, 223, 224, 225, 226, 228, 229  
Barueiro 226  
Beef quality 147  
Bradyrhizobium 50, 51, 53, 63, 64, 65

### C

Capim massai 218, 223, 224, 225, 226, 228  
Carica papaya 230, 231, 234, 255, 256  
Classificação de terras 100, 112  
Compostos bioativos 134  
Contaminação 197, 198, 199, 201, 202, 203, 204, 205, 207, 208, 209, 210, 212, 214, 215, 216  
Cultivo sustentável 113  
Curva de crescimento 230, 231, 233

### D

Declínio 15, 16, 18, 21, 104, 119  
Dinâmica 22, 46, 187, 190, 191, 261, 262, 263, 264, 268, 288

### E

Enxertia 124, 126, 133  
Épocas de avaliação 230, 258  
Eucalyptus 75, 77, 78, 85, 86, 87  
Experimentação agrícola 113

## F

Filogeografia 36, 39

Forrageira 164, 165, 174

Fósforo 88, 89, 90, 92, 93, 94, 96, 97, 99, 170, 171, 245, 246, 248

Fungo 193, 194, 195, 196, 235, 236, 237, 238, 239, 240

## G

Gerenciamento 283

Germination test 68, 79

Grass-based 147, 152, 154, 155

## I

Índice de manejo do carbono 175

Inhibition 77, 82, 84, 85, 174

Inoculação 50, 65, 164, 166, 168, 169, 171, 172, 238, 239, 240

Intercropping 77, 86

## L

Lavoura temporária 16, 17, 267

Leguminosas 51, 225, 229, 270, 271

## M

Mapa de solos 100, 111

Marketing 147, 148, 150, 151, 155, 157, 158, 159, 160

Mistura 25, 31, 53, 193, 194, 195, 196

Moringa oleífera 77, 87, 254

## N

Nitrato 50, 51, 53, 89, 91, 93, 97, 243, 246, 248, 249, 251, 252

Nitrogenase 50, 51

Nitrogênio 50, 51, 52, 55, 56, 57, 58, 66, 88, 89, 92, 93, 94, 96, 97, 133, 170, 171, 173, 191, 192, 229, 242, 244, 245, 246, 248, 252, 253, 271

## P

Palhada 222, 224, 228, 270, 271, 273, 275, 276, 277, 278, 279

PGPR 164, 165, 167

Planejamento 1, 3, 6, 13, 23, 101, 112, 114, 255, 284

Planejamento experimental 255

Plantas de cobertura 218, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 270, 271, 272, 275, 276, 278, 279, 280

Plantas medicinais 24, 25, 26, 28, 30, 31, 33, 34, 87, 134, 139

Plantio convencional 175, 176, 177, 178, 180, 184, 187, 188, 189, 190, 208, 212

Plantio direto 175, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 184, 186, 187, 188, 189, 191, 192, 221, 229, 270, 272, 279, 280

Plants 24, 51, 67, 68, 69, 81, 85, 89, 98, 113, 125, 135, 145, 173, 196, 219, 228, 230, 231, 243, 253, 254, 256, 271

Potássio 53, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 133, 222, 229, 246, 248, 273

Produtividade 1, 2, 12, 13, 16, 17, 20, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 107, 113, 114, 118, 119, 120, 121, 124, 130, 132, 165, 166, 200, 212, 222, 223, 224, 236, 256, 263, 285

## Q

Qualidade 1, 12, 13, 20, 22, 24, 25, 26, 29, 31, 33, 34, 90, 102, 113, 114, 121, 122, 123, 127, 129, 131, 132, 134, 135, 144, 175, 177, 181, 186, 188, 189, 190, 197, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 216, 228, 229, 231, 234, 239, 256

Qualidade sanitária 197, 199, 201

## R

Redutase do nitrato 50, 51

Rendimento 16, 17, 19, 20, 50, 54, 56, 57, 58, 59, 62, 64, 65, 105, 114, 120, 206, 240, 280, 283

## S

Sanitary quality 198, 199

Saúde 14, 16, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 87, 125, 197, 198, 201, 202, 204, 205, 206, 207, 210, 211, 213, 214, 215, 216

Secagem 12, 87, 134, 135, 136, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145

Soja 2, 50, 51, 56, 57, 58, 59, 64, 65, 66, 74, 177, 178, 278, 279, 283, 284, 287, 288

Sorotipo A 42

Substrato 77, 126, 235, 280

Sustentabilidade 1, 23, 260, 265

## T

Técnicas agroecológicas 113

## U

Uruguay 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 160, 161, 162

## V

Variabilidade genética 44

Vegetais 22, 26, 30, 90, 137, 175, 182, 189, 190, 197, 199, 200, 202, 205, 206, 207, 211, 216, 219, 220, 237, 274

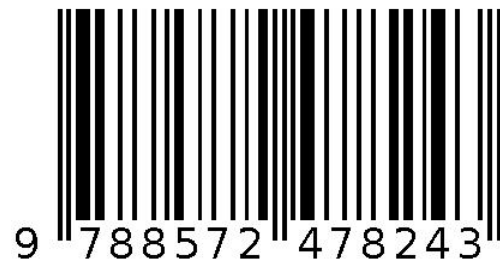
Vegetation 175, 198, 199, 219

Viabilidade econômica 113, 114, 115

## Z

*Zea mays* 71, 236, 280

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-824-3



9 788572 478243