

VOL V

# AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE  
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO  
SPERS  
(Organizador)

 EDITORA  
ARTEMIS

2021

VOL V

# AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE  
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO  
SPERS

(Organizador)

 EDITORA  
ARTEMIS

2021



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

<b>Editora Chefe</b>	Prof.ª Dr.ª Antonella Carvalho de Oliveira
<b>Editora Executiva</b>	M.ª Viviane Carvalho Mocellin
<b>Direção de Arte</b>	M.ª Bruna Bejarano
<b>Diagramação</b>	Elisangela Abreu
<b>Organizadora</b>	Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers
<b>Imagem da Capa</b>	Shutterstock
<b>Bibliotecário</b>	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

#### Conselho Editorial

Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia  
Prof.ª Dr.ª Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba  
Prof.ª Dr.ª Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*  
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano, Peru*  
Prof.ª Dr.ª Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso  
Prof.ª Dr.ª Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla, Espanha*  
Prof.ª Dr.ª Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof.ª Dr.ª Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.ª Dr.ª Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof.ª Dr.ª Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão  
Prof.ª Dr.ª Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal  
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima  
Prof.ª Dr.ª Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México*  
Prof.ª Dr.ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*  
Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*  
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*  
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*  
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*  
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro  
Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*  
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal  
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*  
Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco  
Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*  
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*  
Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas



Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College*, USA  
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha*, Espanha  
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros  
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid*, Espanha  
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín*, Colômbia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Dr.ª Lúvia do Carmo, Universidade Federal de Goiás  
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo  
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela*, Espanha  
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe  
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto  
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia  
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal  
Prof.ª Dr.ª Maurícea Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras  
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense  
Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras  
Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia  
Prof.ª Dr.ª Sílvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina  
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal  
Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal  
Prof. Dr. Turpo Gebera Osbaldo Washington, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru  
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa  
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande  
Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia

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

A277 Agrárias [livro eletrônico] : pesquisa e inovação nas ciências que alimentam o mundo V / Organizador Eduardo Eugênio Spers. – Curitiba, PR: Artemis, 2021.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Edição bilingue  
ISBN 978-65-87396-34-7  
DOI 10.37572/EdArt\_290421347

1. Ciências agrárias – Pesquisa. 2. Agronegócio. 3. Sustentabilidade. I. Spers, Eduardo Eugênio.

CDD 630

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

## APRESENTAÇÃO

As Ciências Agrárias são um campo de estudo multidisciplinar por excelência, e um dos mais profícuos em termos de pesquisas e aprimoramento técnico. A demanda mundial por alimentos e a crescente degradação ambiental impulsionam a busca constante por soluções sustentáveis de produção e por medidas visando à preservação e recuperação dos recursos naturais.

A obra **Agrárias: Pesquisa e Inovação nas Ciências que Alimentam o Mundo** compila pesquisas atuais e extremamente relevantes, apresentadas em linguagem científica de fácil entendimento. Na coletânea, o leitor encontrará textos que tratam dos sistemas produtivos em seus diversos aspectos, além de estudos que exploram diferentes perspectivas ou abordagens sobre a planta, o meio ambiente, o animal, o homem, o social e sobre a gestão.

Este Volume V traz 28 artigos de estudiosos de diversos países: são 18 trabalhos de autores da Argentina, Canadá, Colômbia, Cuba, Espanha, México e Portugal e dez trabalhos de pesquisadores brasileiros, divididos em três eixos temáticos.

Os dez trabalhos organizados sob o eixo temático **Clima, Solo e Água** desenvolvem temas relativos à importância desses elementos para a manutenção dos ecossistemas. Os 14 títulos que compõem o eixo temático **Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, por outro lado, apresentam estudos sobre diferentes formas de se diminuir, reverter ou harmonizar as consequências da atividade humana sobre o meio ambiente. Seguindo a mesma linha, o eixo **Resíduos Agrícolas e Logística Reversa** traz quatro trabalhos que finalizam este importante volume.

Desejo a todos uma proveitosa leitura!

Eduardo Eugênio Spers

## SUMÁRIO

### CLIMA, SOLO E ÁGUA

#### **CAPÍTULO 1.....1**

LA VEGETACIÓN EN UN MUNDO CAMBIANTE: ESTADO BASAL, ESTABILIDAD Y RESILIENCIA DE UN SISTEMA COMPLEJO

Eduardo Alberto Pérez-García

Rodrigo Muñoz

Jorge A. Meave

**DOI 10.37572/EdArt\_2904213471**

#### **CAPÍTULO 2.....24**

SALT AFFECTED SOILS IN PROTECTED PRODUCTIVE SYSTEMS. IRRIGATION WATER AND PRODUCTIVE MANAGEMENT

Margarita M. Alconada Magliano

Luciano Juan

**DOI 10.37572/EdArt\_2904213472**

#### **CAPÍTULO 3..... 40**

CAMBIOS EN PROPIEDADES FÍSICO-HÍDRICA DE SUELOS PERTENECIENTES A UNA MICROCUENCA DEL ARROYO SAUCE CORTO EN LA PAMPAINTESSERRANA SUBHUMEDA ARGENTINA

Eduardo de Sá Pereira

Gonzalo Arroquy

Alberto Raul Quiroga

Cristian Álvarez

Romina Fernández

Juan Alberto Galantini

**DOI 10.37572/EdArt\_2904213473**

#### **CAPÍTULO 4.....55**

PRODUCCIÓN PRIMARIA NETA AÉREA DEL COMPONENTE HERBÁCEO DE SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA LLANURA ONDULADA DEL SUR DE CÓRDOBA

José Omar Plevich

Marco Jesús Utello

Santiago Ignacio Fiandino

Juan Carlos Tarico

Ángel Ramón Sanchez Delgado

Javier Enrique Gyenge

**DOI 10.37572/EdArt\_2904213474**

**CAPÍTULO 5..... 65**

DETECCIÓN DE CAMBIOS CON IMÁGENES DE SATÉLITE EN EL DEPARTAMENTO PELLEGRINI, SANTIAGO DEL ESTERO

[Liria Boix](#)

**DOI 10.37572/EdArt\_2904213475**

**CAPÍTULO 6..... 74**

CAMBIOS EN EL PROMEDIO DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL DEL SUDOESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA

[Silvia Patricia Pérez](#)

[Mariano Tomás Cassani](#)

[Marcelo Juan Massobrio](#)

**DOI 10.37572/EdArt\_2904213476**

**CAPÍTULO 7 ..... 84**

INTEGRACIÓN DE MODELOS HIDRÁULICOS Y FOTOVOLTAICOS EN BOMBEO SOLAR

[Jorge Cervera Gascó](#)

[Miguel Ángel Moreno Hidalgo](#)

[Jesús Montero Martínez](#)

**DOI 10.37572/EdArt\_2904213477**

**CAPÍTULO 8..... 95**

PREDICCIÓN DE LA IRRADIACIÓN SOLAR GLOBAL DIARIA MEDIANTE REDES NEURONALES ARTIFICIALES EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

[Francisco Javier Diez](#)

[Luis Manuel Navas Gracia](#)

[Andrés Martínez Rodríguez](#)

[Adriana Corrêa Guimarães](#)

[Leticia Chico Santamarta](#)

**DOI 10.37572/EdArt\_2904213478**

**CAPÍTULO 9..... 120**

EFEITO DAS MUDANÇAS DO USO DA TERRA NAS PROPRIEDADES DOS SOLOS TEMPERADOS E TROPICAIS

[Dilier Olivera Viciado](#)

[Rodolfo Lizcano Toledo](#)

[Deborah Henderson](#)

[Paul Richard](#)

[Lisa Wegener](#)

[Alberto González Arcia](#)

**DOI 10.37572/EdArt\_2904213479**

<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>132</b>
CHANGES IN SHRUB INVASION IN SOUTH AMERICA PROTECTED TEMPERATE NATIVE FORESTS	
Julian Alberto Sabattini	
Rafael Alberto Sabattini	
DOI 10.37572/EdArt_29042134710	

## **AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>143</b>
MANEJO AGROECOLÓGICO DO SOLO: ANÁLISE E CONSERVAÇÃO DE SOLOS NO MODELO AGROFLORESTAL	
William Ortega Gonçalves	
Diego Resende Rodrigues	
Marcus Vinicius da Silva Rodrigues	
Igor Graciano	
Erika Cosendey Toledo de Mello Peixoto	
DOI 10.37572/EdArt_29042134711	

<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>152</b>
DIAGNÓSTICO DE LA COMPLEJIDAD DE UN SISTEMA AGROSILVOPASTORIL EN TRANSICIÓN HACIA LA SOSTENIBILIDAD Y RESILIENCIA	
Eduardo Blanco Contreras	
Alma Yasmin Moreno Esquivel	
Emilio Duarte Ayala	
Gerardo Zapata Sifuentes	
Agustín Cabral Martell	
DOI 10.37572/EdArt_29042134712	

<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>159</b>
¿QUÉ ENSEÑAN LAS REDES ALIMENTARIAS ALTERNATIVAS A LAS POLÍTICAS PÚBLICAS?	
Martha Alicia Cadavid Castro	
Luz Stella Álvarez Castaño	
Sara Eloísa Del Castillo Matamoros	
Diana Patricia Giraldo Ramírez	
Lina María Vélez Acosta	
DOI 10.37572/EdArt_29042134713	



**CAPÍTULO 14..... 168**

METABOLITOS MAYORITARIOS DE DIOSPYROS REKOI Y SU CORRELACIÓN AMBIENTAL PARA APLICACIONES SUSTENTABLES

Antonio Hilario Lara-Rivera

Sinuhé Galván Gómez

Gabriela Rodríguez-García

Mario A. Gómez-Hurtado

Rosa Elva Norma del Río

Ernesto Ramírez-Briones

**DOI 10.37572/EdArt\_29042134714**

**CAPÍTULO 15..... 180**

AMARANTO: UNA ALTERNATIVA DE DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA DE CALIDAD NUTRICIONAL EN LA NORPATAGONIA ARGENTINA

Maria Fany Zubillaga

Juan José Gallego

Maite Alder

**DOI 10.37572/EdArt\_29042134715**

**CAPÍTULO 16.....193**

HIDRATAÇÃO DESCONTÍNUA DE SEMENTES EM REGIÕES SEMIÁRIDAS E SUAS IMPLICAÇÕES ECOLÓGICAS: UMA REVISÃO COM FOCO NA FLORESTA TROPICAL SECA BRASILEIRA

Joana Paula Bispo Nascimento

Marcos Vinicius Meiado

**DOI 10.37572/EdArt\_29042134716**

**CAPÍTULO 17 .....220**

USO DE NUTRAGREEN® COMO TRANSPORTADOR COLOIDAL PARA REDUCIR EL USO DE FERTILIZANTES Y PESTICIDAS EN PERAL

Guzmán Carro-Huerga

Álvaro Rodríguez-González

Sara Mayo-Prieto

Samuel Álvarez-García

Santiago Gutiérrez

Pedro Antonio Casquero Luelmo

**DOI 10.37572/EdArt\_29042134717**

**CAPÍTULO 18 .....228**

CARACTERIZACIÓN AGROECOLÓGICA DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIOS SIPAS

[Gustavo Adolfo Alegría Fernández](#)

**DOI 10.37572/EdArt\_29042134718**

**CAPÍTULO 19 .....238**

LEITE A PASTO EM SISTEMA DE PASTOREIO RACIONAL VOISIN (PRV) COMO FORMA DE RESISTÊNCIA À “SOJIFICAÇÃO DA SOCIEDADE”: O CASO DA FAMÍLIA SCHIMITH DA ROCHA

[Tatiana Aparecida Balem](#)

[Ricardo Lopes Machado](#)

**DOI 10.37572/EdArt\_29042134719**

**CAPÍTULO 20 .....255**

RESGATE E REPRODUÇÃO DE SEMENTES DE MILHO CRIOULO NO ASSENTAMENTO VALE DA ESPERANÇA

[Luís Pedro Alves Gonçalves](#)

**DOI 10.37572/EdArt\_29042134720**

**CAPÍTULO 21 .....261**

A PNATER E OS DESAFIOS IMPOSTOS ÀS ENTIDADES PÚBLICAS DE ATER: O CASO DA EMPAER EM MATO GROSSO

[Murilo Didonet de Moraes](#)

[Antonio Lázaro Sant’Ana](#)

**DOI 10.37572/EdArt\_29042134721**

**CAPÍTULO 22 .....271**

CULTURA & DESENVOLVIMENTO RURAL - O TEATRO REGIONAL DA SERRA DE MONTEMURO – PORTUGAL

[Maria Lúcia de Jesus Pato](#)

[Vitor Manuel Pinto de Figueiredo](#)

**DOI 10.37572/EdArt\_29042134722**

**CAPÍTULO 23 .....281**

TOURIST MOTIVATIONS TOWARDS THE HERITAGE OF THE NATIONAL PARK “PICOS DE EUROPA”

[Orlando Simões](#)

[Isabel Dinis](#)

[Rui Gomes](#)

**DOI 10.37572/EdArt\_29042134723**

**CAPÍTULO 24 .....289**

ATIVIDADES COMO BOLSISTA DE COOPERAÇÃO TÉCNICA NO JARDIM BOTÂNICO DO RECIFE

Brendo Ramonn Coutinho Paes  
Bruno Leal Viana  
Adalberto Francisco da Silva Júnior  
Eduarda Maria Ribeiro dos Santos  
Elmir Bezerra de Lima  
Karina de Macena Silva  
Maria Isabela Carvalho dos Santos Lima

**DOI 10.37572/EdArt\_29042134724**

**RESÍDUOS AGRÍCOLAS E LOGÍSTICA REVERSA**

**CAPÍTULO 25 .....296**

REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS COMO ADSORBENTES DE BAJO COSTO PARA TRATAMIENTO DE AGUAS Y EFLUENTES

Néstor Caracciolo  
María Natalia Piol  
Andrea Beatriz Saralegui  
Susana Patricia Boeykens

**DOI 10.37572/EdArt\_29042134725**

**CAPÍTULO 26 ..... 311**

CARACTERIZAÇÃO POR DRX DE BIOCOMPÓSITOS A BASE DE PLA CARREGADOS COM RESÍDUOS DO CAROÇO DE MANGA E NANO-ORGANO-MONTMORILONITA

Edla Maria Bezerra Lima  
Antonieta Middea  
Jessica Fernandes Pereira  
Ingrid Cristina Soares Pereira  
Natália Rodrigues Rojas dos Santos  
Renata Nunes Oliveira  
Reiner Neumann

**DOI 10.37572/EdArt\_29042134726**

**CAPÍTULO 27.....318**

DESENVOLVIMENTO DE CARBOXIMETILCELULOSE A PARTIR DO RESÍDUO DO MILHO PRODUZIDO EM COXIM-MS E REGIÃO

Felicia Megumi Ito  
Adriana Gomes Pereira da Silva  
Talina Meirely Nery dos Santos  
Geziel Rodrigues de Andrade  
Lincoln Carlos Silva de Oliveira  
**DOI 10.37572/EdArt\_29042134727**

**CAPÍTULO 28 .....329**

RESPONSABILIDADES E RISCOS COMPARTILHADOS? A COMUNICAÇÃO DE RISCOS NA LOGÍSTICA REVERSA DE EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS

Daniela de Ulysséa Leal  
Ivonete da Silva Lopes  
**DOI 10.37572/EdArt\_29042134728**

**SOBRE O ORGANIZADOR.....344**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 345**

## CAPÍTULO 13

### ¿QUÉ ENSEÑAN LAS REDES ALIMENTARIAS ALTERNATIVAS A LAS POLÍTICAS PÚBLICAS?<sup>1</sup>

Data de submissão: 05/02/2021

Data de aceite: 24/02/2021

#### **Martha Alicia Cadavid Castro**

Profesora Escuela de Nutrición y Dietética-  
Universidad de Antioquia  
Nutricionista- Dietista,  
Magíster en Ciencias de la Alimentación y  
Nutrición Humana  
Medellín- Antioquia- Colombia  
<https://orcid.org/0000-0001-7084-8742>

#### **Luz Stella Álvarez Castaño**

Profesora Escuela de Nutrición y Dietética-  
Universidad de Antioquia.  
Nutricionista- Dietista,  
Magíster y Doctora en Salud Pública  
Medellín- Antioquia- Colombia  
<https://orcid.org/0000-0002-8049-5685>

#### **Sara Eloísa Del Castillo Matamoros**

Profesora Departamento de Nutrición-  
Universidad Nacional de Colombia  
Nutricionista- Dietista,  
Licenciada en Educación,  
Especialidad en Química,  
Magíster en Desarrollo Educativo y Social,  
Doctora en Ciencias Sociales  
Niñez y Juventud  
Bogotá DC- Colombia  
<https://orcid.org/0000-0003-4939-914X>

#### **Diana Patricia Giraldo Ramírez**

Profesora Facultad de Ingeniería  
Agroindustrial-  
Universidad Pontificia Bolivariana  
Ingeniera Agroindustrial,  
Especialista en Gestión de la  
Innovación Tecnológica,  
Doctora en Ingeniería con Énfasis en  
Gestión Tecnológica  
Medellín- Antioquia- Colombia  
<https://orcid.org/0000-0002-1500-0279>

#### **Lina María Vélez Acosta**

Profesora Facultad de Ingeniería  
Agroindustrial-  
Universidad Pontificia Bolivariana  
Ingeniera de Alimentos,  
Magíster en Desarrollo  
Medellín- Antioquia- Colombia  
<https://orcid.org/0000-0002-7774-7378>

<sup>1</sup> Este trabajo fue financiado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia –Colciencias- (Ahora Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación –Minciencias-) a través de la convocatoria 744 de 2016 para proyectos de ciencia, tecnología e innovación en salud, en cofinanciación con la Universidad de Antioquia, la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad Pontificia Bolivariana. Algunos apartados contenidos en este artículo fueron presentados previamente en el VII Congreso Latinoamericano de Agroecología. Las investigadoras que lideran este proyecto declaramos que no existe conflicto de intereses actuales o potenciales de tipo financiero, personal o de relaciones con personas u organizaciones que pudieran influenciar inapropiadamente este trabajo.

**RESUMEN:** Las políticas públicas alimentarias y nutricionales se enfrentan a

grandes desafíos, ya que las necesidades alimentarias de la mayoría de la población se suplen al interior de un sistema insostenible, poco saludable e insolidario. Los efectos se expresan en alteraciones del estado nutricional, lo cual obliga a generar soluciones de fondo. Con este propósito se realizó estudio de casos colectivos que buscó establecer las potencialidades de las redes alimentarias alternativas (RAA) en la construcción de políticas públicas de soberanía alimentaria y seguridad alimentaria y nutricional, capaces de participar en la transformación de los sistemas alimentarios. Se realizaron entrevistas a líderes de las RAA, productores, distribuidores y consumidores en cinco ciudades capitales de Colombia. También se realizó observación participante y no participante en los espacios de distribución, producción y consumo de alimentos. Se halló que los principios bajo los que operan las RAA pueden ser un referente para la formulación de políticas públicas que busquen promover sistemas alimentarios sustentables. Estas redes han logrado materializar acciones para gestionar democráticamente los sistemas alimentarios y que éstos sean capaces de promover la equidad, la justicia, la protección de medio ambiente y la diversidad.

**PALABRAS CLAVE:** Agricultura sostenible. Abastecimiento de alimentos. Redes alimentarias alternativas. Seguridad alimentaria y nutricional. Política pública.

#### HOW DO ALTERNATIVE FOOD NETWORKS INFORM PUBLIC POLICIES?

**ABSTRACT:** Public food and nutrition policies are faced with major challenges, given that the dietary needs of much of the population are supplied within an unsustainable, unhealthy, and unsupportive system. The effects present as alterations in the nutritional state of the population, which highlights the imperative need to generate alternative solutions. For this purpose, a study of collective cases was conducted seeking to elucidate the potential of alternative food networks (AFN) to shape the construction of public policies regarding food sovereignty and food and nutrition security that would be capable of transforming current food systems. Interviews were conducted with AFN leaders, producers, distributors, and consumers in five capital cities in Colombia. Additionally, participatory and non-participatory observation was carried out in the realms of distribution, production, and food consumption. It was found that the principles under which AFNs operate can be references for the formulation of public policies that seek to promote sustainable food systems. These alternative networks have achieved the development of actions to democratically manage food systems, and in that vein, encourage the design of systems that promote equity, justice, environmental protection, and diversity.

**KEYWORDS:** Sustainable Agriculture. Food Supply. Alternative Food Networks. Food and Nutrition Security. Public Policy.

## 1 INTRODUCCIÓN

Las políticas de alimentación y nutrición deben ser diseñadas para identificar, crear, conservar y proteger los sistemas alimentarios nacionales y globales, de forma

racional, sustentable y comunitariamente equitativa, con el fin de mantener la salud, el bienestar e integridad de la humanidad, y también de los seres vivos y el mundo físico (The Giessen Declaration, 2005). Por su parte los sistemas alimentarios deben ser capaces de:

*garantizar a todos el acceso a una alimentación disponible próximamente, económicamente accesible, culturalmente aceptable, sanitaria y nutricionalmente satisfactoria (FAO, 1995).*

Sin embargo, los sistemas alimentarios hegemónicos presentan hoy problemas de diferente naturaleza; como los efectos ambientales originados en formas de producción, distribución y consumo degradadoras del medio ambiente, la concentración del poder, la exclusión de productores y consumidores de la toma de decisiones y de los beneficios que producen dichos sistemas, lo cual se ve reflejado en la no resolución de los problemas de hambre y malnutrición, que de hecho algunos de estos sistemas profundizan, al tiempo que se suman a ahondar crisis como la climática.

En respuesta han surgido las redes alimentarias alternativas (RAA), que en Colombia son procesos organizativos relativamente recientes y hacen presencia en importantes zonas del país. Estas redes reposan sobre bases diferentes, y generalmente opuestas, que incluyen: fomentar la agroecología, lograr proximidad -de actores, tiempo y lugar-generar ingresos para grupos especiales -en condición de pobreza, pequeños productores, mujeres-, procurar relaciones económicas solidarias, entre otros.

Este capítulo, derivado de investigación, presenta algunas características de las RAA presentes en cinco ciudades capitales de Colombia, a partir de las cuales se describen acciones que podrían promover las políticas públicas (Fanzo et al., 2020) para configurar sistemas alimentarios sustentables que garanticen una alimentación sana a toda la población.

## 2 METODOLOGÍA

Se realizó estudio de casos colectivos en cinco ciudades capitales de Colombia de diferente tamaño: Bogotá, Medellín, Pereira, Manizales y Armenia, se incluyeron 32 expresiones de redes alimentarias alternativas presentes en los territorios fomentadas por organizaciones comunitarias, pequeños empresarios, universidades y gobiernos locales.

Para la selección se buscó información relacionada con experiencias que favorecieran: a) el uso de circuitos cortos de comercialización que incluyen proximidad (producción y compra local y cadenas comerciales directas o indirectas cortas; b) el favorecimiento de una relación cercana entre productores y consumidores; c) establecimiento de precios atendiendo las necesidades tanto de productores como de

consumidores; d) producción de alimentos basada en la agroecología o la agricultura familiar y campesina; e) constitución en una base asociativa, f) consideran la equidad de género.

Una vez constituido el banco de casos con aquellas iniciativas en las que fue posible detectar algunos de los rasgos antes mencionados, para su selección final, y buscando especialmente variedad, se incluyeron aspectos como: año de origen, consumidor al que se dirige (tanto por el tipo: doméstico o institucional, como por estrato socioeconómico), variedad de los alimentos que se producen y distribuyen -incluyendo especialmente alimentos frescos: frutas, verduras, leguminosas, huevos, lácteos-.

Se inició el contacto con responsables del eslabón de distribución. Se realizaron entrevistas semiestructuradas con 36 representantes que conocieran todo el accionar de la red, entre ellos se incluyeron gerentes o propietarios en caso de las iniciativas privadas, directores o coordinadores de organizaciones no gubernamentales o académicas, y funcionarios públicos a cargo de iniciativas gubernamentales.

A través de estos informantes, o en actividades de observación participante en los espacios de comercialización, se obtuvieron referidos de productores y consumidores; se entrevistaron 22 agricultores, 26 consumidores domésticos y 12 consumidores institucionales que compran alimentos al por mayor.

Todas las actividades de recolección de información fueron realizadas por las investigadoras y un equipo técnico conformado por profesionales y estudiantes de pregrado y posgrado capacitados al interior del proyecto de investigación. Las entrevistas y la observación se realizaron previo consentimiento informado y con instrumentos aprobados por el Comité de Bioética de la Sede de Investigación Universitaria de la Universidad de Antioquia mediante acta 16-68-699.

El análisis de la información se realizó en tres niveles: ordenación de datos, codificación abierta e identificación de códigos patrones. El procesamiento se realizó usando ATLAS/ti 8.0.

### **3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Las RAA muestran una vía de transformación de los sistemas alimentarios que actualmente generan problemas sociales y de salud a las poblaciones y graves afectaciones al medio ambiente, por tanto, brindan elementos para formular nuevas políticas públicas de soberanía alimentaria y seguridad alimentaria y nutricional (SSAN) que promuevan sistemas alimentarios sustentables, entendidos como el conjunto de interrelaciones próximas, solidarias, transparentes, democráticas y equitativas, que



posibilitan que alimentos producidos respetando el medio ambiente, la diversidad biológica y cultural, sean distribuidos mediante comercio justo, para favorecer prácticas de consumo ético, solidario, sustentable y saludable.

A continuación, se evidencia cómo las RAA estudiadas materializan estas características.

### 3.1 FAVORECER RELACIONES DE PROXIMIDAD, TRANSPARENTES Y DEMOCRÁTICAS

Las RAA estudiadas se fundamentan en canales de comercialización o intercambio directos o indirectos cortos, con lo cual logran eliminar intermediarios y el diálogo entre los diversos actores se ve fortalecido. Es de resaltar que la presencia de distribuidores normalmente representa el cumplimiento de un rol de conexión, necesario en el mercadeo agropecuario, lo cual no resta transparencia al modelo, pues se conoce normalmente quién es y qué papel desempeña en el funcionamiento del sistema. La proximidad también es favorecida mediante la promoción de asociatividad, que en este modelo pretende trascender fines únicamente comerciales, para incidir también en la reconversión hacia procesos de agricultura ecológica, comercio justo y consumo consciente, involucrando en ello a productores, distribuidores y consumidores.

*“Eso es fundamental en nuestro trabajo, nosotros no empezamos a venderle a nadie si no ha ido a las fincas, es lo primero para empezar ya una relación comercial. Porque es una diferencia muy gigante cuando ellos ven cómo lo hacemos y respetan nuestro trabajo, la relación comprador - vendedor, cambia, cambia a una relación colaborativa entre el chef y nosotros los productores” (Pequeña empresa-RAAB-D1)*

A pesar de lo anterior, la asociatividad -ya sea formal o informal- entre productores, distribuidores y consumidores podría fortalecerse, por ejemplo, a partir de la práctica de la economía solidaria y los principios de confianza en que se fundamentan las RAA, lo cual es deseable, en la medida que el trabajo conjunto favorecería las capacidades que han desarrollado los productores y distribuidores, y podría vincular activamente en la gestión del sistema alimentario a los consumidores.

*“Yo soy un pequeño proyecto intentando llegarle a mucha gente y el esfuerzo puede ser muy grande, entonces me parece que tenemos que asociarnos, agremiarnos o juntarnos con otras iniciativas que tienen las mismas lógicas, intereses y... no política, sino como las mismas lógicas... para hacer esfuerzos en común, en conjunto para llegarle a más gente” (Pequeña empresa-RAAB-D2).*

Lo anterior es importante para todos los actores del sistema alimentario, pero es especialmente relevante para los consumidores, en la medida que se halló que ninguno pertenece a asociaciones ni a ligas de consumidores ni están vinculados a estructuras que desarrollen una acción pública de una manera orgánica; en general, se trata de

una vivencia menos volcada a la vida colectiva, más construida en y para el mundo privado y un primer círculo social de amigos y familiares que creen en estas prácticas y las disfrutan. Alguna participación en movilizaciones sociales o la implementación de prácticas de resistencia ocurren de manera individual por parte de los consumidores, tal vez relacionados entre sí en redes no formales o virtuales.

A pesar de lo anterior, las RAA se constituyen en un escenario que propicia el consumo ético, solidario, sustentable y saludable y pueden contribuir de manera significativa en la creación de valores colectivos, la solidaridad y la movilización social (Fonte, 2013). Esto porque, en primera instancia, involucrarse con las RAA genera importantes cambios de las prácticas de cuidado de sí mismo, del medio ambiente y de los demás por parte de productores, distribuidores y consumidores.

[Los consumidores son] *cualquier persona que esté interesada en relacionarse distinto, no solo con la naturaleza, con la pacha mama, con el agua, consigo misma*" (Pequeña empresa-RAAB-D3)

Además, las RAA crean espacios para cuestionar el sistema alimentario convencional y lo que representa, allí las personas son libres de discutir formas en las que la política y la sociedad deberían cambiar; Bollier citado por Follet indica que las RAA ofrecen la oportunidad de escuchar la voz de personas no representadas en los medios tradicionales (Follett, 2009), por tanto desde allí se podrían coordinar horizontalmente, y con la participación de actores públicos, privados y comunitarios las políticas públicas de SSAN.

De esta manera las RAA contribuyen significativamente al desarrollo de sujetos deliberativos y a la construcción de una ética pública que antepone los intereses comunes a los personales; también hace posible el empoderamiento o la creación de poder, entendido éste como la capacidad humana para actuar concertadamente (Arendt, 1999). Esta concepción sitúa al ciudadano como actor central de la política, con capacidad de pensar por sí mismo, gobernarse y gobernar, y le otorga posibilidades de acciones emancipadoras y no simplemente de adaptarse y disciplinarse dentro de los marcos sociales e institucionales (Uribe, 2003).

### 3.2 PROMOVER EL FLUJO LOCAL Y EQUITATIVO DE RECURSOS

Las políticas públicas de SSAN deberían promover que los capitales que se generan al interior de los sistemas alimentarios sirvan al bienestar, al desarrollo local y cuenten con una estructura organizativa social y solidaria que garantice la distribución de los recursos hacia la base.

Las RAA estudiadas procuran estos objetivos mediante dos estrategias; alcanzando niveles de autosuficiencia para realizar actividades agrícolas y suplir las necesidades y preferencias alimentarias de productores, productoras y sus familias, constituyéndose en unidades de producción-consumo, que incluyen prácticas de intercambio no monetario como el trueque.

*“[En la red] hay intercambios, para mí es muy importante eso, lo que es el trueque, lo que es vender más económico, aunque para mí lo importante no es vender, para mí lo importante es que mi familia se alimente y se alimente súper bien”. (Productor Alternativo-RAAM-P1)*

Por otra parte, cuando se dan relaciones de tipo comercial normalmente se fundamentan en el comercio justo, favoreciendo especialmente al productor. También se establecen convenios entre productores y distribuidores con plazos amplios –en general un año- y normalmente la relación permanece en el tiempo. No se halló financiamiento previo de la cosecha como práctica del comercio justo.

*“Las sumas que se pagan a los productores se fijan con ellos con antelación, independientemente de los precios del mercado, nos basamos en los costos de producción, incluido el trabajo de quienes producen” (Pequeña Empresa-RAAB-D4).*

En estas prácticas tampoco se evidenció el establecimiento de precios atendiendo las necesidades y posibilidades de los consumidores, ocasionando que en la mayoría de RAA sólo participen consumidores que no son sensibles al precio, excluyendo a grupos poblaciones con bajo poder adquisitivo y que dependen de la compra para acceder a alimentos.

*“Yo veo que las personas que vienen a comprar son personas que tienen su forma de pagar el producto a un poco más de lo que está en el mercado. Pero uno ve que hay otras personas que lo hacen con mucho sacrificio, porque no son personas que se están ganando dos o tres salarios mínimos, sino que se están ganando un salario mínimo (...), entonces uno que hace ahí, ¡jugársela! uno hasta le vende un poco más favorable. La política mía ha sido que este producto no se tenga que encarecer tanto, sino que antes lleguemos a un momento que se pueda vender igual que el otro, para que todo mundo tenga acceso” (Organización Comunitaria-RAAM-D2).*

### 3.3 PROTEGER EL MEDIO AMBIENTE, RESPETAR LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA Y CULTURAL

Las RAA se esfuerzan en la conservación y protección del medio ambiente, lo cual es especialmente evidente en las prácticas de producción de alimentos, donde los agricultores buscan adaptarse a ciclos e insumos naturales, así como proteger los bosques y las fuentes hídricas. Promover la reconversión de los sistemas productivos en esta vía debe ser prioritario para las políticas públicas de SSAN.

También se halló que cuidar el medio ambiente es una de las principales motivaciones que conducen a los consumidores a participar e involucrarse en las RAA, en la medida que éstas les posibilita el acceso a alimentos que protegen el medio ambiente dadas sus formas de producción y distribución.

Igualmente es valorada la diversidad biológica y cultural con las que las RAA tienen un alto compromiso, por ejemplo, al ofrecer a sus consumidores una amplia diversidad de especies vegetales, ser custodios de semillas criollas, nativas y de diversas procedencias obtenidas a través del intercambio cultural. Estas redes promueven la inclusión y valoración de diferentes grupos étnicos, de las mujeres, de los campesinos y campesinas. También es habitual que entre sus actores se les asignen nuevos significados a alimentos autóctonos para revalorizar su consumo.

*“Tenemos un montón de productos ocultos, yo me quedé sorprendida la última vez que hicimos un taller de biodiversidad, el montón de comida que hay y que la gente no valora y que está como pérdida en lo convencional que la gente produce...entonces mirá, los vamos como sacando de por allá, como de donde se meten los alimentos, los vamos volviendo públicos nuevamente, y vamos dándole un significado importante y son demasiados, demasiados los productos alimenticios” (Entidad Gubernamental-RAAM-D3).*

Las características antes descritas evidencian que existen vías de acción para conducir cambios en los sistemas alimentarios; de esta manera, las RAA que las han promovido y desarrollado en Colombia desde finales del siglo XX, se constituyen en referentes para las políticas públicas alimentarias y nutricionales actuales. Es importante resaltar que estas propuestas surgen especialmente en las bases sociales de campesinos, así como desde de iniciativas de pequeños empresarios y de algunos gobiernos territoriales, este surgimiento puede contribuir a transitar hacia una gobernanza democrática del sistema alimentario (van Bers et al., 2019), en la cual sea posible coordinar horizontalmente la resolución de problemas de interés común entre actores públicos, privados y comunitarios.

## 4 CONCLUSIONES

Las políticas públicas de SSAN deben garantizar que los sistemas alimentarios que las sustentan favorezcan relaciones de proximidad, transparentes y veraces; protejan el medio ambiente; respeten la diversidad biológica y cultural; promuevan el flujo local y equitativo de recursos; faciliten el consumo ético, solidario, sustentable y saludable y promuevan la acción y participación política. Estas características pudieron observarse en la RAA estudiadas, demostrando que cambios hacia sistemas alimentarios sustentables son posibles, y que las políticas públicas podrían favorecerlos con el fin de avanzar en la

garantía de la soberanía alimentaria, la seguridad alimentaria y nutricional y el derecho humano a la alimentación adecuada.

Las acciones públicas basadas en la gobernanza democrática deberán orientar e incentivar la transformación de los sistemas alimentarios. Algunas de las estrategias pueden concretarse en la creación de RAA y el fortalecimiento de las existentes procurando la preservación de los principios en que se fundamentan, la equidad para el acceso a los alimentos, la inclusión de diferentes grupos poblaciones independiente de su nivel socioeconómico, el mejoramiento de la capacidad de respuesta ante la demanda de un mayor número consumidores individuales e institucionales, así como en el fortalecimiento del trabajo asociativo o colaborativo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arendt. (1999). *Crisis de la República*. Taurus.

Fanzo, J., Covic, N., Dobermann, A., Henson, S., Herrero, M., Pingali, P., & Staal, S. (2020). A research vision for food systems in the 2020s: Defying the status quo. *Global Food Security*. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100397>

FAO. (1995). *Cumbre Mundial de la Alimentación*.

Follett, J. R. (2009). Choosing a food future: Differentiating among alternative food options. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 22(1), 31–51. <https://doi.org/10.1007/s10806-008-9125-6>

Fonte, M. (2013). Food consumption as social practice: Solidarity Purchasing Groups in Rome, Italy. *Journal of Rural Studies*, 32. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2013.07.003>

The Giessen Declaration. (2005). The Giessen Declaration. *Public Health Nutrition*, 8(6A), 783–786. <https://doi.org/10.1079/phn2005768>

Uribe, M. T. (2003). Esfera pública, acción política y ciudadanía. Una mirada desde Hannah Arendt. In *Los clásicos de la filosofía política*. Editorial Universidad de Antioquia.

van Bers, C., Delaney, A., Eakin, H., Cramer, L., Purdon, M., Oberlack, C., Evans, T., Pahl-Wostl, C., Eriksen, S., Jones, L., Korhonen-Kurki, K., & Vasileiou, I. (2019). Advancing the research agenda on food systems governance and transformation. In *Current Opinion in Environmental Sustainability*. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.08.00>

# CAPÍTULO 14

## METABOLITOS MAYORITARIOS DE *DIOSPYROS REKOI* Y SU CORRELACIÓN AMBIENTAL PARA APLICACIONES SUSTENTABLES

Data de submissão: 05/02/2021

Data de aceite: 25/02/2021

**Mario A. Gómez-Hurtado**

Instituto de Investigaciones  
Químico Biológicas  
Universidad Michoacana de  
San Nicolás de Hidalgo,  
Ciudad Universitaria, 58030, Morelia, Mich.  
México.  
<https://orcid.org/0000-0002-2386-4819>

**Antonio Hilario Lara-Rivera**

Centro de Bachillerato Tecnológico  
Agropecuário No. 293,  
“Ing. Edmundo Taboada Ramírez”,  
Zapotlán El Grande, Jalisco.  
Carretera Ciudad Guzmán-El grullo km.105.  
Parque industrial Zapotlán 2000, C.P. 49000,  
Ciudad Guzmán, Jal, México.  
<https://orcid.org/0000-0002-8739-9610>

**Rosa Elva Norma del Río**

Instituto de Investigaciones  
Químico Biológicas  
Universidad Michoacana de  
San Nicolás de Hidalgo,  
Ciudad Universitaria, 58030, Morelia, Mich.  
México.  
<https://orcid.org/0000-0001-8932-552X>

**Sinuhé Galván Gómez**

Instituto de Investigaciones  
Químico Biológicas  
Universidad Michoacana de  
San Nicolás de Hidalgo,  
Ciudad Universitaria, 58030, Morelia, Mich.  
México.  
<https://orcid.org/0000-0001-6006-8523>

**Ernesto Ramírez-Briones**

Centro Universitario de Ciencias Biológico  
Agropecuarias  
Universidad de Guadalajara,  
Camino Ramón Padilla Sánchez 2100,  
Nextipac, Zapopan, Jal. México  
<https://orcid.org/0000-0002-1428-2542>

**Gabriela Rodríguez-García**

Instituto de Investigaciones  
Químico Biológicas  
Universidad Michoacana de  
San Nicolás de Hidalgo,  
Ciudad Universitaria, 58030, Morelia, Mich.  
México.  
<https://orcid.org/0000-0002-9840-9968>

**RESUMEN:** Con el fin de proteger e incrementar el conocimiento científico, así como el uso sustentable de especies del género *Diospyros* (Ebenaceae), particularmente, de especies con limitada distribución y consumo, en el presente trabajo se discute el metabolismo de los componentes mayoritarios de las hojas de

*D. reko*, los cuales son la base de una potencial estrategia para el uso racional de especies vegetales nativas, que propicie la conservación del entorno donde éstas se desarrollan, y que puedan ser aprovechadas de tal manera que sirvan como un recurso adicional para el desarrollo económico de su zona de crecimiento. El estudio está basado en los resultados del análisis químico por Cromatografía de Gases acoplado a Espectrometría de Masa (CG/EM) del extracto metanólico de hojas de *Diospyros reko*, la cual fue colectada en el occidente de México. Las muestras vegetales se tomaron en las distintas estaciones del año, permitiendo observar variaciones interesantes de los componentes mayoritarios, los cuales cuentan con aplicaciones médicas e industriales, particularmente, en alimentación y cosmética. La correlación química, metabólica y ambiental permitió visualizar el potencial aprovechamiento sustentable para esta especie. Este análisis podría ser la base para futuros estudios que permitan establecer el uso sustentable de especies nativas en América y el mundo, de igual manera, aprovechar y conservar ecosistemas en beneficio de frenar el cambio climático y el uso desmedido del suelo.

**PALABRAS CLAVE:** Zapotillo. Ebenaceae. Estrategias sustentables. Fitoquímica. Silvestre.

## DIOSPYROS REKOI MAJORITY METABOLITES AND THEIR ENVIRONMENTAL CORRELATION FOR SUSTAINABLE APPLICATIONS

**ABSTRACT:** In order to protect and increase scientific knowledge, as well as the sustainable use of species of the genus *Diospyros* (Ebenaceae), particularly of species with limited distribution and consumption, in this work the metabolism of the major components of the leaves of *D. reko* is discussed, which are the basis of a potential strategy for the rational use of native plant species, which promotes the conservation of the environment where they develop, and that can be used in such a way that they serve as an additional resource for the economic development of your growth zone. The study is based on the results of the chemical analysis by Gas Chromatography coupled to Mass Spectrometry (GC / MS) of the methanolic extract of *Diospyros reko* leaves, which was collected in western Mexico. The plant samples were taken in the different seasons of the year, allowing to observe interesting variations of the majority components, which have medical and industrial applications, particularly in food and cosmetics. The chemical, metabolic and environmental correlation allowed to visualize the potential sustainable use for this species. This analysis could be the basis for future studies that allow to establish the sustainable use of native species in America and the world, in the same way, to take advantage of and conserve ecosystems in benefit of curbing climate change and excessive use of the soil.

**KEYWORD:** Zapotillo. Ebenaceae. Sustainable strategies. Phytochemical. Wild.

## 1 INTRODUCCIÓN

Los metabolitos secundarios no actúan directamente en asimilar nutrientes de la planta, estos suelen servir para protegerla. Esta capacidad de respuesta ante factores

bióticos y abióticos se asocia a las propiedades curativas que comúnmente se les confiere a las plantas, pues la diversidad de metabolitos que poseen les atribuye estas características terapéuticas (Azcón-Bieto et al., 2013). Para los químicos de productos naturales, estas características vegetales son de suma importancia, debido a ello, se han logrado aislar moléculas para sintetizar fármacos y/o materias primas que actualmente se encuentran en el mercado (Ferraro et al., 2012). Ejemplos de compuestos químicos de origen vegetal que sobresalen por su aplicación son el taxol, que es un agente quimioterápico aislado por primera vez de la corteza del árbol americano *Taxus brevifolia*, y que es usado en todo el mundo para tratar el cáncer de ovario, mama, pulmón, y que ha sido la base para diseñar nuevos fármacos, como el cabazitaxel, cuya efectividad contra el cáncer de próstata lo ha situado como el medicamento de preferencia para combatir esta afección (Abidi, 2013). En términos de prevención de enfermedades crónico degenerativas se puede ubicar al esteviósido, un edulcorante no calórico presente en las hojas *Stevia rebaudiana*, nativa de Paraguay, cuya aplicación industrial ha sido evidente a nivel global, al grado de que ha sido ingrediente en variantes de bebidas gaseosas reconocidas a nivel mundial (Durán et al., 2012). Como se aprecia en los ejemplos anteriores, el potencial industrial de especies vegetales de América es notable, no obstante, es necesario llevar a cabo estudios químicos que den soporte científico a futuros usos, también es importante considerar el aprovechamiento racional y sustentable de estas especies vegetales, de tal manera que el impacto ambiental sea despreciable.

La familia Ebenaceae se distribuye por todo el mundo y cuenta con siete géneros y alrededor de 500 especies, de éstas, en el continente americano se ubican alrededor de 100, y unas 20 se han encontrado en el territorio mexicano, destacando aquellas del género *Diospyros* por ser el principal representante en este país, y por el consumo del fruto de algunas de sus especies, como *D. digyna* (Arellano-Gómez et al., 2005). En su mayoría, las especies del género son árboles dioicos de porte bajo y medio, caducifolios y siempre verdes (Ramírez-Briones et al., 2019). Se trata del género más grande de Ebenaceae, y se caracteriza por la ausencia de látex y tener flores unisexuales (Medina et al., 2001). A lo largo de regiones pantropicales se han localizado especies del género, todas estas comparten fitoquímicos con características terapéuticas, entre las que destacan actividades antioxidantes, anti-inflamatorias, analgésicas, antihipertensivas, cardioprotectoras, antidiabéticas, neuroprotectoras, citotóxicas y antimicrobianas, propiedades insecticidas y aplicaciones cosméticas (Rauf et al., 2017, Vijayan et al., 2020). La especie *D. kaki*, nativa de Asia Oriental, China, Japón y Korea (Singh y Joshi 2011) ha destacado por su vasta gama de actividades biológicas (Chen et al., 2020), lo cual motiva a las exploraciones fitoquímicas de especies nativas de América (García et



al., 2015), particularmente, sobre aquellas que no cuenten con estudios preliminares. El conocimiento de la composición química de especies vegetales endémicas puede favorecer su uso racional, conservación de la especie y el entorno, así como el desarrollo económico de su zona de crecimiento.

*Diospyros rekoí* (Figura 1), también llamado “zapotillo negro”, con presencia en zonas de Jalisco y Michoacán pertenecientes a la cuenca de Chapala, en localidades con bosque tropical caducifolio y encinar; es utilizado de manera marginal y se aprovechan principalmente los frutos, que se consumen por personas que se dedican al pastoreo de ganado, la medicina tradicional sugiere su uso para el tratamiento de hipertensión, diabetes y afecciones respiratorias. En recientes trabajos dirigidos al entendimiento de la composición química de especies mexicanas de *Diospyros* se ha determinado la presencia de flavonoides, polifenoles, ácidos fenólicos, cumarinas, antocianinas, terpenos y taninos en ejemplares silvestres, así como su correlación metabólica con especies domesticadas del género, como *D. dígyna* (Ramírez-Briones et al., 2019). En este capítulo se correlacionan a los componentes mayoritarios del extracto metanólico de hojas de *D. rekoí*, determinados mediante GC/EM, con su variación de abundancia a lo largo de las cuatro estaciones del año, así como con su potencial aprovechamiento racional y sustentable.

Figura 1. Sitio de colecta y detalle de hoja, tallos y fruto de *D. rekoí*.



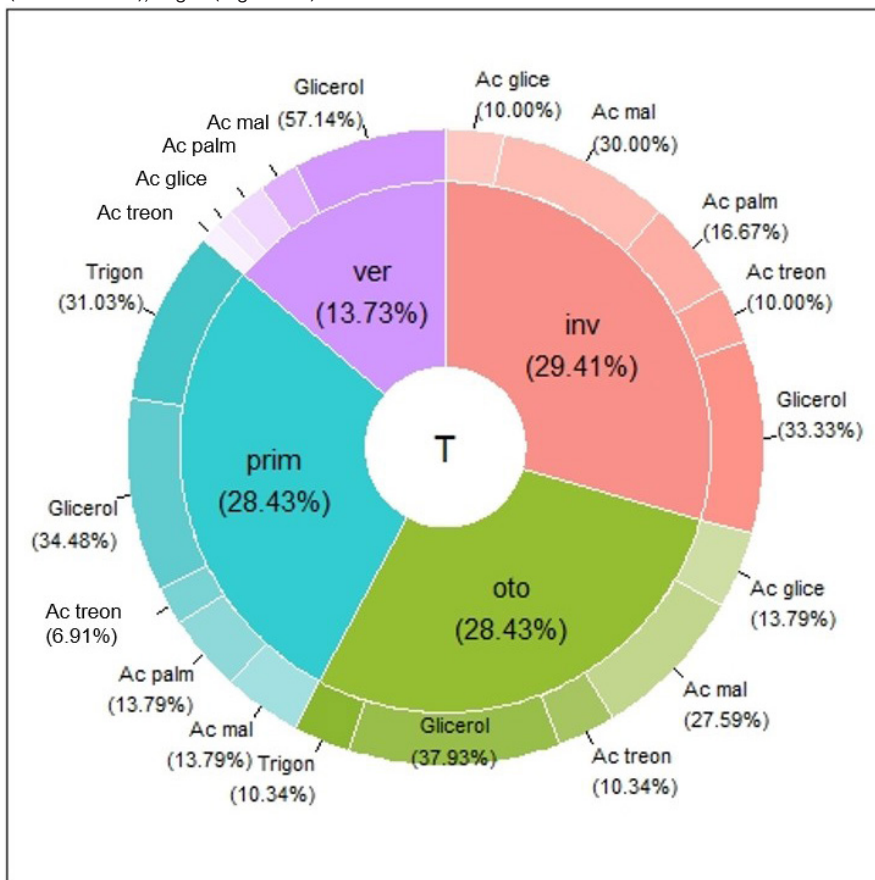
## 2 ANÁLISIS FITOQUÍMICO DEL EXTRACTO METANÓLICO DE *D. REKOI*

Las hojas de *D. rekoï* fueron empleadas para obtener los extractos metanólicos para el análisis fitoquímico. Las colectas se realizaron durante el ciclo anual invierno-otoño del 2018 empleando cinco árboles silvestres del municipio de Teocuitatlán de Corona, Jalisco, México (20°10'40.2"N 103°24'59.9"O), dentro de una comunidad de selva baja caducifolia con una precipitación promedio de 500 mm.

Basado en los porcentajes de abundancia (Ramírez-Briones et al., 2019), variaciones en los porcentajes de los componentes mayoritarios fueron observadas a lo largo del estudio (Figura 2). En primavera, los metabolitos dominantes son el glicerol y la trigonelina. Las estaciones de otoño e invierno mostraron similitudes en la composición química de los extractos, debido a que los componentes mayoritarios fueron glicerol y ácido málico. Las estructuras químicas de estos compuestos pueden apreciarse en la Figura 3. Finalmente, pudo apreciarse que las concentraciones de metabolitos identificados en verano resultaron bajas en comparación con el resto de las muestras.

Como puede apreciarse, el glicerol domina en abundancia en los extractos metanólicos de *D. rekoï*, este compuesto posee capacidades humectantes, pues su base hidrocarbonada de tres átomos de carbono le confiere polaridad disminuida, no obstante, las funcionalidades hidroxilo favorecen interacciones polares, de tal manera que este compuesto genera una adecuada afinidad hacia el agua (hasta 5 M a 20 °C), lo cual lo hace una materia prima muy versátil (Hu et al., 2014., Rodríguez et al., 2019). Por su parte, la trigonelina es un interesante heterociclo aromático con esqueleto base de piridina, el cual se incluye en el grupo de alcaloides derivados del ácido nicotínico. Este compuesto se encuentra comúnmente en los granos de café, contribuyendo al amargor de esta bebida, y su ocurrencia depende del tostado que a este se le proporcione. La literatura reporta estudios de esta molécula presenciando actividades que ayudan a mejorar la memoria, se ha demostrado en neuronas corticales de rata que tiene la capacidad de regenerar dendritas y axones. En humanos, se ha encontrado que a dosis de 500 mg muestra efecto hipoglucemiante (Van Dijk, et al., 2009). Otro impacto tangible de esta clase de compuestos son los análogos comerciales del ácido nicotínico con aplicación analgésica, antiinflamatoria y antipirética (AINES), varios de ellos se aplican en la medicina humana como el clonixin, y ácido mefenámico, y otros más en la veterinaria, como el flunixin (Khalil et al., 2013).

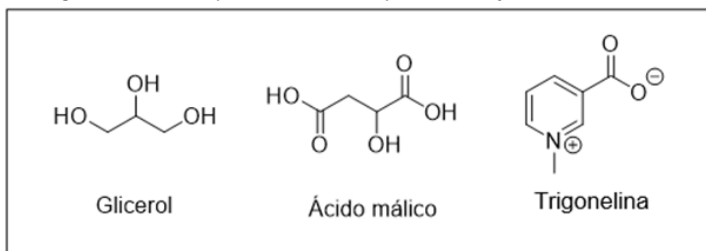
Figura 2. Distribuição de metabolitos por temporada (prim (primavera), ver (verano), oto (otoño), inv (invierno) e identificação de los mayoritarios (Ac. Glice (ácido glicérico), Ac. Mal (ácido málico), Ac. Palm (ácido palmítico), Ac. Treon (ácido treónico), Trigon (trigonelina).



En adición, el ácido málico se emplea para regular la acidificación de alimentos y bebidas, por ejemplo, Carvalho y Curvelo-García, en el 2000, describen al compuesto como uno de los mejores agentes acidificantes en vinos ya que no produce precipitaciones de sales y su pH resulta muy poco alterado. Por otro lado, se describe un polímero derivado del ácido *L*-málico comúnmente aislado de hongos, que es capaz de condensar al respectivo ácido en laboratorio, y se le atribuyen propiedades biomédicas y farmacéuticas, ya que en agregados macromoleculares con clofamizina, un principio antituberculoso, disminuye efectos secundarios que incluyen alteraciones digestivas y pigmentación cutánea. Debido al eficaz mecanismo de selección del polímero se ha desarrollado un fármaco denominado Polycefin que consiste en el polímero unido a diferentes péptidos, este medicamento puede atravesar la barrera hematoencefálica combatiendo el cáncer de cerebro (Portilla-Arias et al., 2008). La presencia de la mezcla de ácido málico en las hojas de *D. reko*i constituye una fuente potencial de la materia

prima que se necesitaría para formar este agregado macromolecular constituido con unidades monoméricas de ácido *L*-málico justificando su interés en su actividad como como un vector farmacológico selectivo.

Figura 3. Fórmulas químicas de los componentes mayoritarios en *D. rekoj*.



### 3 CORRELACIÓN DEL METABOLISMO DE *D. REKOJ* CON LAS CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE SU ENTORNO

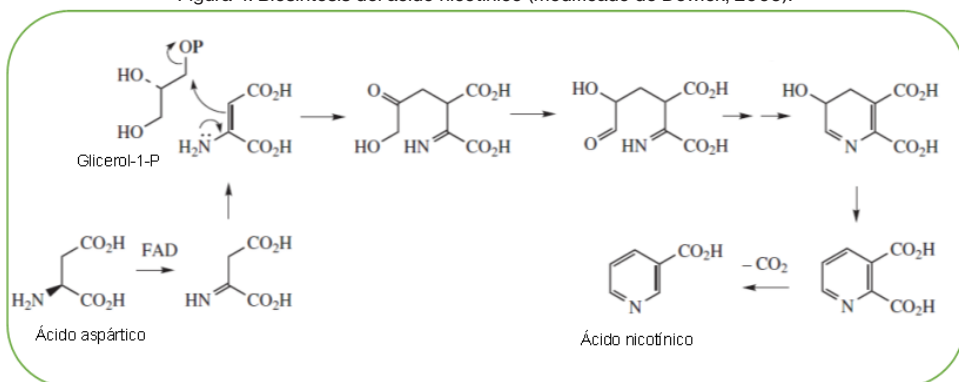
De acuerdo a los principios adaptativos de las especies vivas del planeta, variaciones morfológicas garantizan la supervivencia y permanencia de estas, no obstante, la evolución también va acompañada de variaciones bioquímicas que armonizan las necesidades metabólicas de acuerdo al entorno de un determinado lapso de tiempo (Tissier et al., 2015). Lo anterior parece manifestarse en *D. rekoj* a lo largo de un ciclo anual.

En la zona de crecimiento de *D. rekoj*, la temperatura media anual es de 21 °C, y muestra un gradiente de temperaturas que van desde los 14 °C (mínima) hasta 36 °C (máxima). El clima es semiseco en otoño. Durante el invierno y primavera prevalece el clima seco y semicálido (enero-abril), y la temporada de lluvia surge con el verano. Los vientos son de dirección variable (Trejo-Vázquez, 1999).

Lo anterior sugiere que la presencia de glicerol en altas concentraciones está asociada a las temperaturas elevadas y baja precipitación de las estaciones de invierno-primavera. Puede deducirse que dichas condiciones ambientales favorecen la baja disponibilidad de nutrientes y agua, por lo que la degradación de triglicéridos y ácidos grasos para la obtención de acetil-CoA es dominante. A pesar de lo anterior, la clara adaptación de la especie a su entorno puede establecerse, ya que en el estudio no fue detectada la presencia de malondialdehído, un metabolito de referencia en procesos de estrés vegetal, que puede desatarse por factores ambientales (Morales y Munné-Bosch 2019). En adición, las propiedades humectantes del glicerol pueden estar asociadas a una estrategia adaptativa para disminuir efectos de deshidratación por el clima a la vez que obtiene sustratos energéticos. En relación al ácido málico, este es un intermediario metabólico dentro del ciclo de Krebs, que demuestra tanto la actividad bioquímica

mitocondrial como procesos metabólicos a nivel de citosol (Pott et al., 2019), lo que sugiere la alta adaptabilidad de la especie a las condiciones más extremas que pueden ocurrir en su zona de desarrollo. Finalmente, la trigonelina podría jugar un papel como osmolito, y asociarse a la adaptabilidad de la especie pese al aparente estrés ambiental (Rajasekaran et al., 2001). Esta sustancia también podría revelar una estrategia metabólica de alta optimización de la economía molecular en procesos bioquímicos en *D. rekoj*, ya que, el esqueleto base de esta molécula se genera a partir de glicerol-1-fosfato, un recurso abundante en la planta, como puede inferirse con base en lo anteriormente discutido. La condensación de esta molécula con derivados del aminoácido ácido aspártico, y la posterior ciclización favorecida por procesos tautoméricos conlleva a la formación del ácido nicotínico, esqueleto base de la trigonelina como muestra la Figura 4 (Dewick, 2009).

Figura 4. Biosíntesis del ácido nicotínico (modificado de Dewick, 2009).



#### 4 APROVECHAMIENTO RACIONAL DE *D. REKOJ* PARA SU POTENCIAL APLICACIÓN INDUSTRIAL

Diversos recursos naturales de uso industrial obtenidos de fuentes vegetales silvestres actualmente son empleados en la vida cotidiana. Uno ejemplo de lo anterior es la colecta de resina de pinos, cuya productividad es dominada por países que impactan positivamente la economía global, como China, Brasil, Indonesia, India y México (Cunningham, 2012). Las estrategias de productividad de esta materia prima se enfocan en mantener el entorno natural de los árboles empleados para estos fines, lo que ayuda a mantener la flora y fauna nativa, con un mínimo de invasión durante el proceso, y a la vez, apoya el desarrollo económico de las comunidades insertadas en el entorno, permitiendo generar conciencia de sustentabilidad, y por ende de conservación, toda vez que el ciclo virtuoso generado por estas prácticas económico-ambientales garantizan el bienestar común.

La selva baja caducifolia, al ser un ambiente predominantemente semiseco podría sugerir una aparente limitación de aprovechamiento sustentable en la mayor parte del ciclo anual, sin embargo, la adaptabilidad y actividad metabólica de especies nativas, como en *D. Rekoï* propone lo contrario. La cadencia metabólica que se avizora con el escrutinio de metabolitos presentes en hojas plantea el aprovechamiento sistemático de materias primas de uso industrial, principalmente en el área de la cosmética, debido a las concentraciones de glicerol establecidas en el análisis fitoquímico, la cual tiene un impacto económico anual cercano a los 400,000 millones de dólares (Varrone et al., 2013). Así, en primavera, la época de mayor actividad metabólica de *D. rekoï* puede aprovecharse la extracción de glicerol y trigonelina con la primera poda anual. Interesantemente, las concentraciones de trigonelina en esta época del año es competitiva con especies vegetales que se distinguen en países asiáticos por la presencia de este metabolito, como *Murraya paniculata* y *Mirabilis jalapa* (Ashihara y Watanabe, 2014). Para la temporada de verano, la época más húmeda del año puede ser el tiempo de recuperación de la especie vegetal, lo cual no limita el aprovechamiento de otras especies del entorno cuyo metabolismo se activa con el temporal, entre las que pueden encontrarse especies del género *Caesalpinia*, de las que se ha sugerido su aprovechamiento para la generación de energías sustentables, principalmente, biodiesel (Pamatz-Bolaños et al., 2018; Adewuyi y Oderinde, 2014; Kulkarni et al., 2008; Razia et al., 2012).

Las épocas de otoño e invierno pueden resultar de alto interés debido a la obtención de la mezcla glicerol-ácido málico como componentes mayoritarios, pues al ser ambos empleados en la industria cosmética, podrían aportar un producto de valor agregado. Es pertinente comentar que el ácido málico es utilizado como agente renovador de tejido cutáneo, por lo que se le atribuyen propiedades conservantes y anti-edad, reductor de arrugas y líneas de expresión. Estas propiedades, además del origen natural y las actuales tendencias de frenar el impacto negativo ambiental de malas prácticas industriales, podrían llamar rápidamente la atención del sector productivo.

## 5 CONCLUSIONES

El estudio fitoquímico de las hojas de *Diospyros rekoï* realizado a lo largo de un ciclo anual permitió establecer la presencia de glicerol, ácido málico y trigonelina como metabolitos mayoritarios, principalmente en primavera, otoño e invierno. Estos compuestos son reconocidos por sus aplicaciones en productos cosméticos y/o como principios activos naturales. La relación metabólica de los compuestos mayoritarios con el clima sugiere la completa adaptabilidad de la especie vegetal, lo que permitiría llevar a cabo el aprovechamiento sustentable de estos compuestos, principalmente en



el área cosmética y farmacéutica. Un futuro plan de aprovechamiento sustentable podría ser desarrollado considerando múltiples factores como, entorno ambiental, población vegetal, fauna y población humana, para establecer la viabilidad y optimización del uso de *D. reko* como una nueva fuente de materia prima de valor agregado.

## REFERENCIAS

Abidi A. (2013). **Cabazitaxel: A novel taxane for metastatic castration-resistant prostate cancer-current implications and future prospects.** Journal of pharmacology & pharmacotherapeutics, 4(4), 230–237

Adewuyi, A., and R. A. Oderinde. 2014. **Fatty acid composition and lipid profile of Diospyros mespiliformis, Albizia lebbeck, and Caesalpinia pulcherrima seed oils from Nigeria.** International Journal of Food Science 2014:1–6

Arellano-Gómez, L., Saucedo-Veloz, C., Arévalo-Galarza (2005). **Cambios bioquímicos y fisiológicos durante la maduración de frutos de zapote negro (Diospyros digyna Jacq.).** Agrociencia, 39(2), 173-181

Ashihara, H., y Watanabe S. (2014). **Accumulation and Function of Trigonelline in Non-leguminous Plants.** Natural product communication. 9(6). 795-798.

Azcón-Bieto, J.; Talón, M. (2013). **Fundamentos de fisiología vegetal**, segunda ed. Aravaca (Madrid). McGrawHill.

Betancourt-Aguilar, C.; Mello-Prado, R.; Castellanos-González, L.; Silva-Campos, C. (2016). **Características de la glicerina generada en la producción de biodiesel, aplicaciones generales y su uso en el suelo.** Cultivos Tropicales. 37(3), 7-14.

Carvalho, E.; Curvelo-García, A. (2000). **Application des acides L-tartrique, L-lactique et DL-malique dans L'acidification des mouts et des vins.** Ciência e Técnica Vitivinícola. 15(2), 65-73.

Chen, L.; Guo, Y.; Alsaif, G.; Gao, Y. (2020) **Total flavonoids isolated from Diospyros kaki L. f. leaves induced apoptosis and oxidative stress in human cancer cells.** Anticancer Research, 40, 5201-5210.

Cunningham, A. (2012). **Pine resin: biology, chemistry and applications.** Pine tapping recent advances. Boston: PCA, 1-8

Durán A, Samuel, Rodríguez N, María del Pilar, Cordón A, Karla, & Record C, Jiniva. (2012). **Estevia (stevia rebaudiana), edulcorante natural y no calórico.** Revista chilena de nutrición, 39(4), 203-206.

Paul M. Dewick (2009). **Medicinal Natural Products: A Biosynthetic Approach**, 3rd Edition. Ed. John Wiley & Sons, Ltd

Ferraro, G.; Martino, V.; Bandoni, A.; Nadinic, J. (2012). **Fitocosmética fitoingredientes y otros productos naturales.** Eudeba. Buenos Aires.

García, R.; Cuevas, J.; Segura, S.; Basurto, F. (2015). **Análisis panbiogeográfico de Diospyros spp. (Ebenaceae) en México.** Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 6(1), 187-200.

Hu, J.; Yonghong, Z.; Jinfang, W.; Yongming, Z. (2014). **Glycerol affects root development through regulation of multiple pathways in Arabidopsis.** Plos one 9 (1), e86269.

Khalil, N., Mohamed E., Khaled, O., Mohamed, A., Sawsan A. (2013). **Synthesis of New Nicotinic Acid Derivatives and Their Evaluation as Analgesic and Anti-inflammatory Agents**. Chemical Pharmaceutical Bulletin 61(9) 933–940

Kulkarni, D. K., R. B. Bhagat, and V. N. Joshi. (2008) **Caesalpinia crista L. seed oil-a probable candidate for biodiesel**. Indian Journal of Tropical Biodiversity 16:93–96.

Medina, L.; Chiang, F. (2001). **Flora de Valle de Tehuacán-Cuicatlán**. Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Morales, M., & Munné-Bosch S. (2019). **Malondialdehyde: Facts and Artifacts**. Plant physiology. 180, 1246-1250.

Pamatz-Bolaños, T., Cabrera-Munguia, D., González, H., Del Río, R., Rico, J., Rodríguez-García, G. Gutiérrez-Alejandre, A., Tzompantzi, F. & Gómez-Hurtado M. (2018) **Transesterification of Caesalpinia eriostachys seed oil using heterogeneous and homogeneous basic catalysts**. International Journal of Green Energy,15:8, 465-472,

Portilla-Arias, J.; García-Álvarez, M.; Muñoz-Guerra, S. (2008). **Polímeros biotecnológicos funcionalizados para aplicaciones biomédicas: el ácido poli( $\beta$ ,L-málico)**. Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales. 28(1), 03-17.

Pott, D.M.; Osorio, S.; Vallarino, J.G. (2019). **From central to specialized metabolism: an overview of some secondary compounds derived from the primary metabolism for their role in conferring nutritional and organoleptic characteristics to fruit**. Frontiers in Plant Science. 10,835.

Rajasekaran, L.R., Aspinall, D., Jones, G., Paleg, L. (2001). **Stress metabolism. IX. Effect of salt stress on trigonelline accumulation in tomato**. Can J Plant Sci. 81(3), 487-498.]

Ramírez-Briones, E.; Rodríguez-Macias, R.; Salcedo-Pérez, E.; Ramírez-Chávez, E.; Molina-Torres, J.; Tiessen, A.; Ordaz-Ortiz, J.; Martínez-Gallardo, N.; Délano-Frier, J.P.; Zañudo-Hernández, J. (2019). **Seasonal changes in the metabolic profiles and biological activity in leaves of *Diospyros digyna* and *D. rekoí* “Zapote” Trees**. Plants. 8(11), 449.

Rauf, A.; Uddin, G.; Patel, S.; Khan, A.; Halim, S.; Bawazzer, S.; Ahmad, K.; Muhammad, N.; Mubarak, S. (2017). ***Diospyros*, an under-utilized, multi-purpose plant genus: A review**. Biomedicine & Pharmacotherapy. 91, 714-730.

Razia, S., S. Rubina., S. Nighat, A. Farhana, and G. Tahsin. (2012). **Characterization of the composition of *Caesalpinia bonducella* seed grown in temperate regions of Pakistan**. Journal of the American Oil Chemists' Society 89:1021–27.

Rodríguez, R., Liao, H.L., Chen, Y., Plascencia-Villa, G., Perry, G. (2019). **Single-channel permeability and glycerol affinity of human aquaglyceroporin AQP3**, Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – 1861(4), 768-775

Singh, S.; Joshi, H. (2011). ***Diospyros kaki* (Ebenaceae): A review**. Asian Journal of Research in Pharmaceutical Science. 1(3), 55-58.

Tissier, A; Ziegler, J; Vogt, T. (2015). **Specialized plant metabolites: diversity and biosynthesis. In: ecological biochemistry: environmental and interspecies interactions**. Ed: Krauss and Nies. Wiley 1(26), 14-37.

Trejo Vázquez, I. (1999). **El clima de la selva baja caducifolia en México**. Investigaciones Geográficas, 1(39)



Van Dijk, A.E., Olthof, M.R., Meeuse, J.C., Seebus, E., Heine, R.J., Van Dam, R.M. (2009). **Acute effects of decaffeinated coffee and major components chlorogenic and trigonelline on glucose tolerance.** *Diabetes Care.* 32(6), 1023-1025.

Varrone, C., Liberatore, R., Crescenzi, T., Izzo, G., Wang, A. (2013) **The valorization of glycerol: Economic assessment of an innovative process for the bioconversion of crude glycerol into ethanol and hydrogen.** *Applied Energy.* 105, 349-357

Vijayan, K.; Gopinathan, M.; Ambikapathy, V. (2020). **Phytochemical screening and antioxidant activity of *Diospyros ebenum* J. Koenig ex Retz., leaves extract.** *International Journal of Pharmaceutical Sciences & Research.*11(10), 5163-6.

## AMARANTO: UNA ALTERNATIVA DE DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA DE CALIDAD NUTRICIONAL EN LA NORPATAGONIA ARGENTINA<sup>1</sup>

Data de submissão: 24/02/2021

Data de aceite: 24/03/2021

**Maria Fany Zubillaga**

Universidad Nacional de Río Negro (UNRN)-  
Sede Atlántica -  
Centro de Investigación y Transferencia  
(CIT)- CONICET  
Viedma - Río Negro - Argentina  
<https://orcid.org/0000-0001-9080-9847>

**Juan José Gallego**

Instituto Nacional de Tecnología  
Agropecuaria. EEA Valle Inferior.  
Viedma - Río Negro - Argentina  
<https://orcid.org/0000-0002-9340-1641>

**Maité Alder**

Instituto Nacional de Tecnología  
Agropecuaria. EEA Valle Inferior.  
Viedma - Río Negro - Argentina

**RESUMEN:** El cultivo de amaranto (*Amaranthus* sp) se visualiza como una producción alternativa de excelente

<sup>1</sup> Se agradece a la UNRN Sede Atlántica y a la EEA VI Río Negro, especialmente al Área de Producción Animal por proporcionar los medios y las condiciones para la realización de los ensayos que brindaron la información plasmada en este capítulo. Este trabajo surge de la tesis doctoral de la primera autora realizada en la Universidad nacional del Sur. Bahía Blanca Argentina

calidad nutricional para las condiciones agroecológicas del Valle Inferior del Río Negro (VIRN). Por esta razón se llevaron a cabo cultivos de *A. cruentus* cv Mexicano, con el objetivo de evaluar la calidad nutricional del grano mediante diferentes variables (fibra, proteína, cenizas y digestibilidad) en diferentes prácticas de manejo agronómico: fechas de siembra, densidad de plantas, dosis de fertilización nitrogenada y diferentes frecuencias de riego. Las prácticas de manejo empleadas durante el desarrollo del cultivo generaron efectos en la calidad nutricional del mismo. Fechas de siembra tardías (fines de diciembre-mediados de enero) permitieron obtener mejores valores de calidad nutricional. A pesar de ello, las diferencias entre fechas fueron de poca relevancia agronómica por lo que sería conveniente considerar como óptimas siembras entre fines de noviembre y principios de diciembre (tempranas) para las condiciones del VIRN dado que proveen altos rendimientos en grano de adecuada calidad nutricional. Con respecto a la densidad de plantas, el aumento de la misma por sobre 143.000 pl ha<sup>-1</sup> a 0,70 m influyó negativamente en calidad del grano dado que incrementó los valores de fibra y redujo el contenido proteico. La fertilización con dosis de hasta 150 kg N ha<sup>-1</sup> permitió mejorar el contenido de proteína bruta, aunque sería

conveniente evaluar si este efecto de la fertilización en el contenido de proteína y en el rendimiento es económicamente viable para el productor. En relación a la práctica de riego, una frecuencia de 14 días produjo altos rendimientos de adecuada calidad nutricional con un manejo más eficiente del recurso hídrico.

**PALABRAS CLAVE:** Grano. Fertilización. Riego. Fechas de Siembra. Densidad.

## AMARANTH: AN ALTERNATIVE FOR PRODUCTIVE DIVERSIFICATION OF NUTRITIONAL QUALITY IN NORTH PATAGONIA ARGENTINA

**ABSTRACT:** Amaranth cultivation (*Amaranthus* sp) is seen as an alternative production of excellent nutritional quality for the agroecological conditions of the Río Negro Lower Valley (VIRN). This is why, *A. cruentus* cv Mexicano cultivations were carried out, with the aim of evaluating the nutritional quality of the grain through different variables (fiber, protein, ashes and digestibility) in different agronomic management practices: sowing dates, density of plants, doses of nitrogen fertilization and different frequencies of irrigation. The handling practices used during the development of the crop generated effects on its nutritional quality. Late sowing dates (late December-mid January) allowed to obtain better nutritional quality values. In spite of this, the differences between dates were of little agronomic relevance, so it would be convenient to consider as optimal sowings the ones between late November and early December (early) for the VIRN conditions since they provide high yields in grain of an adequate nutritional quality. Regarding plant density, its increase over 143,000 pl ha<sup>-1</sup> at 0.70 m negatively influenced grain quality since it increased fiber values and reduced protein content. Fertilization with doses up to 150 kg N ha<sup>-1</sup> made it possible to improve the crude protein content, although it would be convenient to evaluate whether this effect of fertilization on protein content and yield is economically viable for the producer. In relation to the irrigation practice, a frequency of 14 days produced high yields of adequate nutritional quality with a more efficient management of the water resource.

**KEYWORDS:** Grain. Fertilization. Irrigation. Planting Dates. Density.

## 1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE AMARANTO

### 1.1 CARACTERÍSTICAS DEL AMARANTO

La palabra amaranto proviene del griego y significa “la que no se marchita, la imperecedera”. Este nombre se debe a que sus flores mantienen su aspecto fresco por mucho tiempo después de cortadas sin perder su color.

Técnicamente el amaranto es considerado un pseudocereal, ya que tiene características similares a los granos de los cereales verdaderos de las monocotiledóneas. Su diferencia radica en que el amaranto tiene almidón almacenado en el perispermo y el embrión ocupa gran parte del grano. Esta característica lo destaca por ser una importante

fuelle de lípidos y proteínas. Sin embargo, por ser una dicotiledónea no es considerado como un cereal verdadero.

El amaranto pertenece a la familia Amaranthaceae, género *Amaranthus* que se caracteriza por presentar plantas herbáceas o arbustivas, de ciclo anual, que pueden alcanzar 2,5 m de altura, con tallos erectos, suculentos, cilíndricos. De hojas pecioladas, ovals o elípticas, de borde entero, de color verde o púrpura, con nervaduras prominentes en el envés (Mujica *et al.*, 1997). De raíz pivotante con abundantes ramificaciones (Sumar, 1993). Los amarantos son plantas monoicas, dioicas o polígamas con grandes inflorescencias muy vistosas llamadas panojas, las cuales pueden ser terminales o axilares, erectas o decumbentes, de tamaños variables y colores diversos. La semilla es pequeña, lisa, brillante de colores amarillentos, dorados, rojos, rosados, púrpuras y negros, con un peso de 1000 entre 0,6 y 1 gr (Kigel, 1994).

Este cultivo se caracteriza por presentar una amplia variabilidad genética que les confiere adaptación a numerosas condiciones de clima y suelo con atractivos rendimientos. La familia Amaranthaceae comprende 60 géneros que abarcan unas 800 especies de las cuales la mayoría son nativas de América y solo 15 provienen de Europa, Asia, África y Australia (Sauer, 1967; Feine *et al.*, 1979). Del total de especies, solo 3 se utilizan para la producción de grano: *A. cruentus* L.; *A. hypochondriacus* L.; y *A. caudatus* L.

## 1.2 REGIONES DE PRODUCCIÓN DE AMARANTO

El uso del amaranto se retrae más de 4000 años, existen evidencias arqueológicas que confirman el origen americano de las especies cultivadas para grano, dado que, hojas y semillas del género *Amaranthus* fueron utilizadas por habitantes de América Prehistórica antes del proceso de domesticación de estas plantas (Sauer, 1967). Es así que internacionalmente se asume que el amaranto fue cultivado y utilizado junto al maíz, los frijoles y el chian (salvia Hispánica) por los aztecas en el valle de México, por los mayas en Guatemala, y por los Incas en Sudamérica en Perú, Bolivia y Ecuador junto a la papa, el maíz y la quinua (NRC, 1984).

En la actualidad el amaranto tiene una distribución cosmopolita, que en los últimos años ha sido exponencial en diferentes países del mundo siendo los principales productores de grano China, India, Kenya, México, Nepal, Perú, EE.UU. y Rusia (Bale y Kauffman, 1992, Mujica, *et al.*, 1997).

El amaranto en Argentina solía cultivarse en las regiones de Purmamarca y Humahuaca (Jujuy), en Pampa Grande (Salta) y en los valles de Tucumán y Catamarca. Actualmente el área de cultivo comprende las provincias de Jujuy, Santiago del Estero, Córdoba, este de La Pampa y oeste de Buenos Aires. Potencialmente podría producirse

en las extensas superficies de la zona semiárida al norte de la Patagonia, donde se encuentra ubicado el VIRN, dado que ha demostrado ser apta para este cultivo sin necesidad de desplazar otras actividades agropecuarias.

### 1.3 USOS DEL AMARANTO

La planta de amaranto puede ser utilizada prácticamente en su totalidad. Es así que los granos se utilizan para consumo humano en forma de granos integrales, harina, copos, harina integral de amaranto tostado, amaranto reventado al estilo rosetas, polvo pregel, aceite, barras de cereal, pan de amaranto y como tortilla de amaranto y maíz. La harina generalmente se recomienda para enriquecer pastas, panes, fideos, galletas y alimentos para bebés y celíacos (Bejosano y Corke, 1998; Juan *et al.*, 2007; Mlakar *et al.*, 2009). En cuanto al resto de la planta, la hoja de algunas especies se consume como hortícola y como forrajera, destacándose por contener altos niveles de calcio, hierro, fósforo y magnesio, así como ácido ascórbico, vitamina A y fibras (NRC, 1984; Alfaro *et al.*, 1987).

En Europa, América y algunas regiones de Asia se cultiva con el principal objetivo de la producción de grano. En Malasia e Indonesia básicamente se utiliza como verdura (Mujica, *et al.*, 1997).

En Argentina carece de un sistema de comercialización desarrollado que se refleja en la falta de consumo masivo y en la ausencia de un mercado referencial. En general se vende en negocios de dietéticas en forma de harina, grano o cereal inflado. Si bien no existe un mercado interno consolidado, ni transacciones internacionales, se considera que con mayores volúmenes productivos podría abastecer a otros países.

### 1.4 RINDES Y CALIDAD DE GRANO

Debido a que el amaranto es una especie C4, presenta una elevada eficiencia de asimilación de luz y de agua, que le permite lograr altas tasas de crecimiento y alcanzar un elevado potencial de rendimiento. Por ello, las características locales donde se realiza el cultivo, la tecnología aplicada (densidad de plantas, a la fertilización, al riego, y al control de plagas) y el genotipo utilizado influyen en los rendimientos obtenidos.

En América el rendimiento de siembras comerciales presenta alta variabilidad: 1.000 - 5.300 Kg ha<sup>-1</sup> en México; 800-3.500 Kg ha<sup>-1</sup> en Perú; 600 - 3.800 Kg ha<sup>-1</sup> en Ecuador; 700-2.500 Kg ha<sup>-1</sup> en Bolivia; 4.000 - 5.700 Kg ha<sup>-1</sup> en Chile; y 150 y 1.500 Kg ha<sup>-1</sup> en Argentina (Mujica *et al.*, 1999). Datos más recientes en Argentina mostraron rendimientos que varían desde 350 hasta 3.000 Kg ha<sup>-1</sup> (Troiani *et al.*, 2004; Reinaudi *et al.*, 2011).

## 2 CULTIVO DE AMARANTO EN EL VALLE INFERIOR DEL RIO NEGRO

### 2.1 DESCRIPCIÓN DEL VALLE INFERIOR DEL RÍO NEGRO

El Valle Inferior de Río Negro (VIRN) se encuentra ubicado en la ribera del río del mismo nombre, en el SE de la Provincia de Río Negro, Argentina (40° 36'- 40° 48' LS y 63° 00'- 63° 30' LO). La zona agrícola bajo riego del VIRN está organizada en pequeñas explotaciones (30 - 120 ha) sistematizadas para el riego gravitacional. La mayor parte de la superficie productiva se destina a especies forrajeras, mayormente alfalfa y pasturas consociadas, utilizadas para engorde vacuno. Las otras producciones que se desarrollan son, en importancia decreciente: frutos secos; cereales (maíz y avena); cebolla, zapallo y horticultura diversificada. Recientemente se iniciaron actividades más intensivas como: cultivos bajo cubierta; engorde a corral y producción porcina (INTA, 2013). Esta variabilidad de producciones puede llevarse a cabo debido a las condiciones ambientales, a la disponibilidad del recurso hídrico y a la gran variabilidad de series de suelo con diferentes clases texturales presentes en la zona.

El clima se caracteriza como semiárido y mesotermal, con temperatura media mensual de 14°C (Peri, 2004). El período libre de heladas es de 164 días entre octubre y mayo. El viento es constante en el año, con velocidades que van desde moderado a muy fuertes. La precipitación media es de 391,2 mm con una distribución casi homogénea en el año. La estación primavera-estival es la de mayor importancia agrícola, presenta un ambiente seco y alta demanda hídrica debido a que las precipitaciones en este período resultan deficitarias para los cultivos sin las aplicaciones de riego (Berasategui, 2002).

### 2.2 PRÁCTICAS AGRONÓMICAS PARA EL CULTIVO DE AMARANTO EN EL VIRN

En el VIRN se realizaron cultivos de amaranto para evaluar su comportamiento en función de su adaptabilidad a diversas prácticas agronómicas (fecha de siembra y densidad, fertilización nitrogenada, frecuencias de riego) y su incidencia en la calidad del grano obtenido.

El suelo donde se realizaron los cultivos se caracterizó como franco arcilloso con propiedades químicas dentro de parámetros normales que lo califican de buena aptitud agrícola. Las labores culturales realizadas previo a la siembra consistieron en: una pasada de rastra pesada, dos pasadas de rastra liviana, surqueado, riego y aplicación de herbicida presiembra (glifosato 4 l ha<sup>-1</sup>).

La siembra se realizó a chorrillo, a una profundidad de 1,5 cm y la variedad utilizada fue *A. cruentus* cultivar Mexicano. La fecha de siembra fue temprana en todos los cultivos, exceptuando aquellos que evaluaban diferentes fechas de siembra (tempranas: mediados

de noviembre y principios de diciembre; y tardías: fines de diciembre y mediados de enero). Una vez emergidas las plántulas el control de malezas se realizó manualmente hasta que las plantas alcanzaron un porte de 50-60 cm, momento en que las plantas lograron una adecuada competencia con las malezas. Con este porte se realizó un raleo para establecer la densidad de plantas deseada (143.000 pl ha<sup>-1</sup> a 0,70 m entre líneas), exceptuando los cultivos que evaluaban diferentes densidades y geometrías de cultivo (71.500, 110.000, 143.000 pl ha<sup>-1</sup> a una cara del surco (0,70 m) y 85.800, 143.000, 286.000, 572.000 pl ha<sup>-1</sup> a dos caras del surco (0,35 m)).

La fertilización se efectuó fraccionada en dos etapas según lo recomendado por Soto (2003). La primera aplicación con plantas próximas a los 60 cm de altura y la segunda a inicios de la etapa de floración. El fertilizante utilizado fue urea granulada y la dosis incorporada como nitrógeno (N) de 90 Kg ha<sup>-1</sup> para todos los cultivos, excepto en aquellos que evaluaban diferentes dosis de fertilización nitrogenada (0, 50, 100, 150, 300 Kg N ha<sup>-1</sup>).

El riego se realizó en forma gravitacional según los requerimientos del cultivo con un total de agua ingresada al perfil de suelo (precipitaciones + agua de riego) entre 850 y 950 mm, con excepción de los trabajos en los que se evaluó diferentes frecuencias de riego (cada 7, 14 y 21 días con un total de agua ingresada de 1260, 940 y 750 mm respectivamente).

La cosecha y trilla fue manual para la evaluación de rendimiento y calidad en cada cultivo.

### 3 CALIDAD DEL GRANO DE AMARANTO PRODUCIDO EN VIRN

Para la evaluación de la calidad del grano obtenido de los diferentes cultivos descriptos anteriormente, se tomaron muestras de grano que fueron molidas hasta consistencia de harina para su análisis en laboratorio. Las variables de calidad determinadas fueron: Materia seca (MS), Proteína bruta (PB), Cenizas (Cen) por metodología AOAC (1990); Fibra detergente neutro (FDN), Fibra detergente ácido (FDA), Lignina detergente ácido (LDA) por método secuencial de detergentes Van Soest *et al.* (1991); y Digestibilidad de la materia seca (DMS) por Ecuación sumativa de Van Soest (1967).

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que las prácticas de manejo empleadas durante el desarrollo del cultivo generan efectos en la calidad nutricional. Algunos autores hacen referencia a la incidencia de la especie, la fecha de siembra y la fertilización nitrogenada en la calidad del cultivo (Sleugh *et al.*, 2001; Pisarikova *et al.*, 2007; Abbasi *et al.*, 2012). En este sentido, los resultados presentados en este capítulo y su discusión se centran en las siguientes prácticas agronómicas:

### 3.1 DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA

El comportamiento de los parámetros de calidad estudiados respecto de las fechas de siembra está asociados al desarrollo general de las plantas donde variables tales como altura, número de nudos, ramificaciones, máximo de hojas y diámetro de tallo son afectados por condiciones ambientales y de cultivo. Así, se observó cómo en las fechas de siembra tardías el crecimiento y desarrollo se redujo, posiblemente en respuesta a factores tales como radiación, fotoperiodo y temperatura que disminuyen luego de la estación estival (Zubillaga, 2017). Estas condiciones generan diferencias morfofisiológicas entre fechas de siembra que ocasionan variaciones en: la calidad nutricional de la fibra en su proporción de celulosa, hemicelulosa y lignina; en el contenido de sustancias inorgánicas (Cen) y proteicas (PB), es por ello que el análisis de calidad reflejó lo que sucedió constitutivamente en la planta.

Para el contenido de fibra (FDN y FDA) se observó una tendencia a disminuir conforme se retrasó la fecha de siembra. La fracción proteica (PB) presentó el comportamiento opuesto al mencionado anteriormente, es decir se incrementó en siembras tardías. Sin embargo, para las tres variables mencionadas la magnitud de estas diferencias fue mínima por lo que se consideran poco relevantes agronómicamente, tomándose como valores promedio: FDN 18,25%; FDA 7,3% y PB 17,6%. Por su parte, los contenidos de LDA, Cen y DMS no mostraron diferencias asociadas a las fechas de siembra estudiadas con valores promedios de 4,24%; 2,25% y 68,4% respectivamente.

Siembras tempranas tienen ciclos de desarrollo más prolongados y mejores condiciones ambientales, que reflejaron una mayor estructura de planta con aumento de sustancias inorgánicas y síntesis de fibras, debido a la necesidad de sostener una estructura floral de mayor porte (Zubillaga, 2017). El contenido de PB se vio reducido posiblemente por el comportamiento biológico de la célula la cual incrementa la pared celular en detrimento del material citoplasmático con la madurez (Sleugh *et al.*, 2001; Yu *et al.*, 2004). En siembras tardías, las condiciones ambientales producen el acortamiento de las etapas fenológicas con una inducción floral temprana y al momento de cosecha las plantas aun presentan hojas y tallos verdesos (fotosintéticamente activos) y por lo tanto, un mayor contenido de proteína y un menor desarrollo de componentes estructurales inorgánicos y lignocelulósicos.

Los valores de Cen encontrados en la bibliografía (William y Brenner, 1995; Gimplinger *et al.*, 2007) varían entre 3 y 4%, es decir valores superiores a lo hallado en este trabajo. Estas diferencias podrían estar asociadas al cultivar estudiado o bien a las condiciones ambientales donde se desarrolló el cultivo. En relación con contenido de PB en grano los resultados obtenidos en esta experiencia se encuentran dentro del rango de



12-19% citado por la bibliografía (Bressani, 1989; Lehmann, 1990; Barba de la Rosa *et al.*, 1992). En cuanto a la digestibilidad no se apreciaron diferencias entre fechas de siembra pese a la reducción observada de las fracciones de FDN y FDA, posiblemente debido a que el contenido de LDA no mostró diferencias entre las fechas estudiadas.

A modo de síntesis podemos mencionar que fechas tardías permiten obtener mejores valores de calidad nutricional. A pesar ello, las diferencias halladas son de poca relevancia agronómica por lo que sería conveniente considerar siembras entre fines de noviembre y principios de diciembre (tempranas) como óptimas para las condiciones del VIRN dado que proveen altos rendimientos (superiores a 3500 kg ha<sup>-1</sup>) de adecuada calidad nutricional.

### 3.2 DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTAS

Al evaluar el efecto de la densidad de plantas en las variables de calidad analizadas se observó una tendencia a incrementar la fracción fibra (FDN, FDA y LDA) conforme aumentó la densidad, mientras que Cen, PB y DMS disminuyeron con incrementó la densidad del cultivo. El rango de valores entre la densidad más baja y la más elevada fue de 16,4% y 17,3% para FDN; 7,3% y 7,7% para FDA; 3,7% y 4,4% para LDA; 2,4% y 2,3% para Cen; 17,9% y 17,6% para PB y 70,8% y 69,3% para DMS (Zubillaga, 2017).

Los resultados obtenidos evidenciaron como el aumento de densidad de plantas a cosecha permitió incrementar los rendimientos en grano. Sin embargo, en lo que respecta a calidad se observó un comportamiento opuesto, hecho que podría estar asociado al incremento de competencia intraespecífica que se manifestó como una reducción de la biomasa aérea por planta y por lo tanto en una menor superficie fotosintética y menor rendimiento en grano por planta (Zubillaga, 2017). Otros autores coinciden con lo observado y atribuyen este efecto al sombreado y la competencia por luz y nutrientes minerales entre plantas, lo que disminuiría la síntesis de fotoasimilados y la estructura morfológica de las plantas (Yarnia, 2010; y Moshaver *et al.*, 2015). En este sentido en maíz, el sombreado entre plantas redujo la concentración de nitrato reductasa, situación que disminuyó el N en el grano (Graybill *et al.*, 1991) este hecho podría justificar el menor contenido de PB en grano obtenido. La reducción de la calidad del grano observada en este trabajo con el aumento de la densidad podría asociarse al incremento de los valores de fibra y a la reducción del contenido de PB, hecho que explicaría los menores valores de DMS obtenidos.

Es importante destacar que, si bien se detectaron diferencias en las variables de calidad estudiadas respecto de las densidades de planta evaluadas, la magnitud de las mismas sería de poca relevancia agronómica. Por lo tanto, sería importante considerar

como óptima aquella densidad que permitiría alcanzar altos rendimientos con una adecuada eficiencia de los recursos ambientales y buena calidad nutricional del cultivo. En las condiciones de cultivo del VIRN se considera óptima 143.000 pt ha<sup>-1</sup> sembradas a una cara del surco (0,70 cm) para alcanzar rendimientos en grano de 2900 kg ha<sup>-1</sup> (Zubillaga, 2017).

### 3.3 DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA

Al evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada en la calidad nutricional del grano se observó que la fracción fibra (FDN, FDA y LDA) y la DMS no presentaron diferencias asociadas al incremento de la dosis fertilización con valores promedios de 16,3%, 7,5%, 4,3% y 70,2% respectivamente, mientras que las Cen y PB, incrementaron conforme aumentó la dosis de fertilización con valores de 2,2% a 2,4% para cenizas, y 16,2% a 19,2% para PB (Zubillaga, 2017). Estos resultados evidencian como la disponibilidad de N por medio de la fertilización favoreció la incorporación de este nutriente a las estructuras de la planta, situación que se visualizó como un incremento de la biomasa total y una mayor durabilidad del área foliar. Esto permitió mantener más tiempo la superficie fotosintética y aumentar la disponibilidad de nutrientes para la síntesis de nuevos componentes nitrogenados entre otros, hecho que podría explicar el incremento del contenido de Cen y PB observado. El comportamiento biológico celular muestra que, con el avance de la madurez, las células de diferentes secciones de la planta (tallos-hoja-grano) muestran un incremento en la pared celular en detrimento del contenido citoplasmático (Sleugh *et al.*, 2001, Yu *et al.*, 2004). Este hecho podría justificar la estabilidad de los valores de fibra y el incremento en el valor de PB por el retraso en la senescencia (extensión del ciclo de cultivo) por efecto de la fertilización nitrogenada. Resultados similares fueron reportados para este mismo cultivo en condiciones de fertilización nitrogenada (Mlakar *et al.*, 2010; Abbasi *et al.*, 2012; Ardali y AghaAlikhanet, 2015).

A modo de síntesis, la fertilización como práctica de manejo en el cultivo de amaranto permite mejorar el contenido de PB de grano bajo las condiciones medioambientales del VIRN. Este efecto se logra con dosis de hasta 150 kg N ha<sup>-1</sup>, por sobre esta dosis no se observan efectos en la calidad del mismo. Es importante mencionar que sería conveniente evaluar si este efecto de la fertilización en el contenido de PB y en el rendimiento es económicamente viable para el productor.

### 3.4 DIFERENTES FRECUENCIAS DE RIEGO

Los resultados de laboratorio asociados a las frecuencias de riego evaluadas evidenciaron que: por un lado, el estrés hídrico generado entre la frecuencia mayor (7

días) y la frecuencia menor (21 días) redujo los componentes estructurales de la fracción fibra de: 16,6% a 15,6% para FDN; de 7,5% a 7,4% para FDA y de 4,3% a 4,2% para LDA y de las Cen de 2,8% a 2,2% y por otro, incrementó del contenido de PB de 18,4% a 18,5% y la DMS de 70% a 71% (Zubillaga, 2017).

Trabajos realizados en este cultivo destacan la tolerancia del mismo a la sequía y su adaptabilidad a zonas marginales, principalmente debido a su eficiente uso del agua (Schahbazain *et al.*, 2006; Ferrarotto 2010; Mlakar *et al.*, 2012). Si bien las diferencias entre las variables estudiadas para las frecuencias de riego utilizadas en el VIRN fue pequeña, estos resultados podrían asociarse con una respuesta morfofisiológica del amaranto, donde, bajo condiciones de estrés hídrico se reduce el porte general de la planta, su biomasa y la elongación de tallos y hojas (Zubillaga, 2017). Esta respuesta podría relacionarse con un incremento del cierre estomático, situación que disminuye la tasa fotosintética y ocasiona disturbios en el funcionamiento del metabolismo de aminoácidos y carbohidratos (Taiz y Zeiger, 2006). Por otra parte, una estrategia de supervivencia del amaranto es disminuir sus carbohidratos estructurales e incrementar los solubles para mantener un ajuste osmótico que permite a la planta continuar sus funciones aún en condiciones de sequía severas (Liu y Stützel, 2002; y Omami y Hammers, 2010). El efecto del estrés hídrico en la composición del grano de amaranto se observa como una disminución del almidón y las cenizas con un incremento de la proteína (Lavini *et al.*, 2016).

En la mayor frecuencia de riego (7 días) se observaron los mayores valores de FDN, FDA, LDA y Cen. Esto podría deberse a una mayor translocación de nutrientes minerales de las raíces a los granos, promovida por la mayor disponibilidad de agua tal como propone Vieira Queiroz, *et al.*, (2015). A nivel celular, el aumento de la fracción fibra se asocia al incremento de las paredes celulares, con lo cual se reduce el contenido citoplasmático y consecuentemente disminuye DMS. Otros autores detallan un comportamiento de la fracción proteica similar al hallado en este trabajo en diferentes cultivos (Singh *et al.*, 2012, Ertek y Kara, 2013; Karasu *et al.*, 2015).

Es importante destacar que la magnitud de las diferencias halladas entre frecuencias de riego para las diferentes variables de calidad estudiadas podría considerarse poco relevantes agrónomicamente. No obstante, su importancia radica en el manejo más eficiente del recurso hídrico de la zona, e incluso en la posibilidad de siembra del cultivo en condiciones de secano. A pesar de la merma en los rendimientos ante una restricción de agua (frecuencia cada 21 días), se mantuvo la calidad nutricional con elevados valores PB y DMS.

En el VIRN, los mayores rendimientos fueron de 3800 kg ha<sup>-1</sup> con una frecuencia de riego de 14 días. Esto permitió un manejo sustentable de los recursos suelo y agua y un óptimo balance entre producción y calidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C. (1990). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C. (15th edition).

Abbasi D, Rouzbehan Y, Rezaei J. (2012). Effect of harvest date y nitrogen fertilization rate on the nutritive value of amaranth forage (*Amaranthus hypochondriacus*). Anim Feed Sci Technol 171:6–13.

Alfaro, M.A.; Martínez, A. Ramírez, R.; Bressani, R. (1987). Yield y chemical composition of the vegetal parts of the amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*, L.) at different physiological stages. Arch Latinoam Nutr. 37: 108-121.

Ardali, S. A.; AghaAlikhani, M. (2015). Effect of plant density y nitrogen fertilizer rate on forage yield y quality of cultivated amaranth (*Amaranthus cruentus* L.). Iranian Journal of Crop Sciences. 17 (1): 35-45.

Bale, J. R. y Kauffman, C.S. (1992). Special issue on grain amaranth: New potential for an old crop. Food Rev. Int. 8:1-190.

Barba de la Rosa, A. P, Gueguen, J. Paredes López, O., Viroben, G. (1992). Fractionation procedures electrophoretic characterization, an amino acid composition of amaranth seed proteins. J. Agric. Food Chem. 40,931-936.

Bejosano, F. P. y Corke, H. 1998. Protein quality evaluation of *Amaranthus* wholemeal flours y protein concentrates. J. Sci. Food Agric., 76 (1) 100–106.

Berasategui, L. (2002). Estadísticas climáticas del Valle de Viedma. 30 años: Información Técnica N° 20. Año 1 N°2 – ISSN: 1666-6054. p: 1-70.

Bressani, R. (1989). The Proteins of Grain Amaranth. Food Reviews International, 5(1), 13-38.

Ertek, A., Kara, B. (2013). Yield y quality of sweet corn under deficit irrigation. Agricultural Water Management 129:138-144.

Feine, L. B., Harwood, R., Kauffman, S. C. y Senft, J. P. (1979). Amaranth: gentle giant of the past y the future. En: G. A. Ritchie (Ed.). New Agricultural Crops. AAAS Selected Symposium 38. Westview Press, Boulder, CO. p. 41-63.

Ferrarotto, M.S. (2010). Respuesta de pira (*Amaranthus dubius* Mart. ex Tell.) y amaranto (*Amaranthus cruentus* L.) al déficit hídrico. Rev. Fac. Agron. 36(1):20-27.

Gimplinger, D. M., Dobos, G. R. Schönlechner, Kaul, H. P. (2007). Yield y quality of grain amaranth (*Amaranthus* sp.) in Eastern Austria. Plant soil environ. 53 (3): 105–112

Graybill, J.S., Cox, W.J., y Otis, D.J. (1991). Yield y quality of forage maize as influenced by hybrid, planting date, y plant density. Agron. J. 83:559–564.

INTA 2013. Proyectos Regionales con Enfoque Territorial EEAVIRN. Disponible en: <http://inta.gov.ar/proyectos/PATNOR-1281308>

Juan, R., Pastor, J., Alaiz, M., Megías, C., y Vioque, J. (2007). Caracterización proteica de las semillas de once especies de amaranto. Grasas y Aceites 58 (1), 49-55.

Karasu, A., Kuşcu, H., Mehmet, Ö. Z., & Bayram, G. (2015). The effect of different irrigation water levels on grain yield, yield components and some quality parameters of silage Maize (*Zea mays indentata* Sturt.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 43(1), 138-145.

- Kigel, J. (1994). Development y Ecophysiology of Amaranths, en: Amaranth biology, chemistry, y technology, cap 4. Ed. Octavio Paredes-López. p. 39–73.
- Lavini, A., Pulvento, C., D'Yria, R., Riccardi, M., Jacobsen, S.E. (2016). Effects of saline irrigation on yield y qualitative characterization of seed of an amaranth accession grown under Mediterranean conditions. *Journal of Agricultural Science* 154 (5), p. 858-869.
- Liu, F, Stützel, H. (2002). Leaf water relations of vegetable amaranth (*Amaranthus spp.*) in response to soil drying. *Eur J Agron*; 16:137–50.
- Mlakar, G.S., Turinek, M., Jakop, M., Bavec, M., Bavec, F. (2009). Nutrition value and use of grain amaranth: Potential future application in bread making. *Agricultura*, 6: 43-53
- Mlakar, S. G., Jakop, M., Turinek, M., Robažer, M., Bavec, M., & Bavec, F. (2010). Protein content and amino acid composition of grain amaranth depending on growing season, sowing date and nitrogen supply. 45. hrvatski i 5. Međunarodni simpozij agronoma, 15-19 veljače 2010, Opatija, Hrvatska. Zbornik Radova, 727-732.
- Mlakar, S. G; Bavec, M., Jakop, M. y Bavec, F. (2012). The Effect of Drought Occurring at Different Growth Stages on Productivity of Grain Amaranth *Amaranthus cruentus* G6. *Journal of Life Sciences* (6) 283-286.
- Moshaver, E., Emam, Y., Madani, H., NourMohamadi, G., Sharifabad, H. H. (2015). Comparison of qualitative y quantitative performance of forage crops maize, sorghum y amaranth as affected by planting density y date in fars province, Iran. 4: 2319–5037 ISSN: 2319–4731.
- Mujica, A. (1997). El cultivo del amaranto (*Amarantus spp.*): producción, mejoramiento genético y utilización. (No. F006. 020). FAO Universidad de Concepción (UDEC), Chile Universidad Nacional del Altiplano (UNA), Peru.
- Mujica, A., Izquierdo, J., & Jacobsen, S. (1999). Prueba Americana de Cultivares de Amaranto. Reunión técnica y taller de formulación de proyecto regional sobre producción y nutrición humana en base a cultivos andinos, 47-54.
- NRC: National Research Council. 1984. Amaranth: Modern prospects for an ancient crop. National Academy Press, Washington, DC. EUA. 80 p.
- Omami, E.N. y Hammes, P.S. (2010). Interactive effects of salinity y water stress on growth, leaf wáter relations, y gas exchange in amaranth (*Amaranthus spp.*) *New Zealy Journal of Crop y Horticultural Science*, 2006, Vol. 34: 33-34.
- Peri, G. (2004). La agricultura irrigada en Río Negro y su contribución al desarrollo regional. Documentos, presentaciones y reportes del seminario taller sobre desarrollo rural. Banco Mundial, 115 pág.
- Písaříkova B, Peterka J, Trčková M, Moudrý J, zralý Z, Herzig I. (2007). The content of insoluble fibre y crude protein value of the aboveground biomass of *Amaranthus cruentus* y *A. hypochondriacus*. *Czech J. Anim. Sci.*, 52 (10): 348–353.
- Reinaudi, N. B; Repollo, R; Janovská D.; Délamo Frier, J.; R; Martín de Troiani, R. (2011). "Evaluación de genotipos de amaranto (*Amaranthus spp.*) para la adaptabilidad productiva en el área de la Facultad de Agronomía" en: *Revista Científica UDO Agrícola* N° 11 (1): 50-57.
- Sauer, J. D. 1967. The grain amaranths y their relatives: a revised taxonomic y geographic survey. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 37: 561-616.

- Schahbazian, N., Kamkar, B. y Iran Nejad, H. (2006). Evaluation of Amaranth Production Possibility in Arid y Semi-Arid Regions of Iran. *Asian Journal of Plant Sciences*, 5: 580-585.
- Singh, S., Gupta, A. K., & Kaur, N. (2012). Influence of drought and sowing time on protein composition, antinutrients, and mineral contents of wheat. *The Scientific World Journal*, 2012.
- Sleugh B.B., Moore K.J., Brummer E.C., Allan D.K., Russell J., Gibson L. (2001). Forage nutritive value of various amaranth species at different harvest dates. *Crop Sci.*, 41:466-472.
- Soto, G. (2003). Abonos orgánicos: el proceso de compostaje. In: Gloria Meléndez y Gabriela Soto (eds.) *Taller de abonos orgánicos*. Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica. pp 30 – 57.
- Sumar Kalinowski, L. (1993). *La kiwicha y su cultivo*. Centro Bartolomé de las Casas. Cusco, Perú.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). *Plant Physiology 4th Edition* Sinauer Associates. Inc. Sunderland. England.
- Troiani, R. M., Sánchez, T. M., Reinaudi, N. B. (2004). Optimal sowing dates of three species of grain-bearing amaranth in the semi-arid Argentine Pampa. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2 (3): 385-391.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., y Lewis, B. A. (1991). Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, y Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74 (10): 3583–3597.
- Vieira Queiroz, V. A. V., Santana da Silva, C.; Bezerra de Menezes, C.; Schaffert, R. E.; Mendes Guimaraes, F. F., Guimaraes, L. J. M.; Oliveira Guimaraes, P.E., Dessaune Tardin, F. (2015). Nutritional composition of sorghum (*sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes cultivated without & with water stress. *J.Cereal Sci* 65 103-111
- Williams, J. T., Brenner, D. (1995). Grain amaranth (*Amaranthus* species). In: Williams J.T. (ed.): *Cereals y Pseudocereals*. Chapman y Hall, London: 129–186.
- Yarnia, M., Khorshidi Benam, M. B. y Farajzadeh Memari Tabrizi, E. (2010). Sowing dates y density evaluation of amaranth (cv. Koniz) as a new crop. *Journal of Food, Agriculture y Environment* Vol.8 (2): 445-448.
- Yu, P., Christensen, D. A., McKinnon, J. J., (2004). In situ rumen degradation kinetics of timothy y alfalfa as affected by cultivar y stage of maturity. *Can. J. Anim. Sci.* 84, 255–263.
- Zubillaga, M. F. (2017). *Comportamiento del cultivo de amaranto en el valle inferior del río Negro, Argentina: optimización de las condiciones del cultivo*.

## CAPÍTULO 16

### HIDRATAÇÃO DESCONTÍNUA DE SEMENTES EM REGIÕES SEMIÁRIDAS E SUAS IMPLICAÇÕES ECOLÓGICAS: UMA REVISÃO COM FOCO NA FLORESTA TROPICAL SECA BRASILEIRA

Data de submissão: 28/02/2021

Data de aceite: 22/03/2021

#### **Joana Paula Bispo Nascimento**

Programa de Pós-Graduação em  
Ecologia e Conservação,  
Universidade Federal de Sergipe  
São Cristóvão – Sergipe

<http://lattes.cnpq.br/7145328181318600>  
<https://orcid.org/0000-0002-6599-3221>

#### **Marcos Vinicius Meiado**

Laboratório de Fisiologia de Sementes,  
Departamento de Biociências,  
Universidade Federal de Sergipe  
Itabaiana – Sergipe

<http://lattes.cnpq.br/7578950823950448>  
<https://orcid.org/0000-0002-9334-5985>

**RESUMO:** Em ambientes áridos, a disponibilidade de água na superfície do solo ocorre por um curto período, devido à baixa precipitação e às altas taxas de evaporação. Nesses ecossistemas, a embebição das sementes não é contínua e ocorrem ciclos de hidratação e desidratação (ciclos de HD) antes da germinação. Alguns pesquisadores vêm elucidando o comportamento de espécies nativas em resposta à hidratação descontínua, especialmente com espécies

da Caatinga, uma Floresta Tropical Seca brasileira. Assim, o objetivo deste capítulo foi realizar uma revisão dos estudos publicados nas últimas duas décadas que avaliaram a resposta de sementes e plântulas submetidas à hidratação descontínua, a fim de mostrar o cenário atual das pesquisas relacionada ao tema com espécies do semiárido brasileiro. A revisão bibliográfica compreendeu artigos, capítulos de livros, resumos, monografias, dissertações de mestrado e teses de doutorado publicados nas últimas duas décadas. Nesse período, 106 trabalhos foram escritos e publicados sobre hidratação descontínua de sementes de espécies que ocorrem na Caatinga, sendo apenas 14% representados por artigos científicos. A maioria das publicações é com espécies arbóreas, sendo estas representantes das famílias Fabaceae (15 espécies), Cactaceae (5 espécies), Anacardiaceae (4 espécies), Bignoniaceae (3 espécies), Euphorbiaceae (2 espécies), Apocynaceae, Arecaceae, Bromeliaceae, Polygonaceae e Rhamnaceae (1 espécie cada). Mais da metade dos trabalhos publicados avaliaram alterações fisiológicas em sementes das espécies submetidas a ciclos de HD. Por sua vez, cerca de 30% das publicações abordaram as alterações morfoanatômicas de plântulas após as sementes terem sido submetidas à hidratação descontínua e menos de 15%

realizaram análises bioquímicas. Já foi comprovado nesses estudos que a hidratação descontínua confere benefícios à germinação e à sobrevivência as plântulas, o que indicará novos caminhos para o desenvolvimento de novas técnicas de produção de mudas, bem como novos conhecimentos em várias áreas da Ecofisiologia Vegetal.

**PALAVRAS-CHAVE:** Memória hídrica. Germinação de sementes. Estabelecimento de plântulas. Caatinga.

## DISCONTINUOUS HYDRATION OF SEEDS IN SEMIARID REGIONS AND THEIR ECOLOGICAL IMPLICATIONS: A REVIEW FOCUSING ON THE BRAZILIAN TROPICAL DRY FOREST

**ABSTRACT:** In arid environments, water is available in the soil surface for a short period, due to low precipitation and high evaporation rates. In these ecosystems, the imbibition of the seeds is not continuous, and hydration and dehydration cycles (HD cycles) occur before germination. Some researchers have been elucidating the behavior of native species in response to discontinuous hydration, especially with species from the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest. Thus, the aim of this chapter was to carry out a review of studies published in the last two decades that evaluated the response of seeds and seedlings submitted to discontinuous hydration, to show the current research scenario related to the theme with species from the Brazilian semi-arid. The literature review included papers, book chapters, abstracts, monographs, master's dissertations, and doctoral theses published in the last two decades. During this period, 106 papers were written and published on discontinuous hydration of seeds of species that occur in the Caatinga, with only 14% represented by scientific papers. Most publications are with tree species, these being representatives of the families Fabaceae (15 species), Cactaceae (5 species), Anacardiaceae (4 species), Bignoniaceae (3 species), Euphorbiaceae (2 species), Apocynaceae, Arecaceae, Bromeliaceae, Polygonaceae and Rhamnaceae (1 species each). More than half of the published works evaluated physiological changes in seeds of species submitted to HD cycles. In turn, about 30% of the publications addressed the morphological and anatomical changes of seedlings after the seeds had been subjected to discontinuous hydration and less than 15% performed biochemical analyzes. It has been proven in these studies that discontinuous hydration provides benefits to germination and seedling survival, which will indicate new paths for the development of new seedling production techniques, as well as new knowledge in several areas of Plant Ecophysiology.

**KEYWORDS:** Seed hydration memory. Seed germination. Seedling establishment, Caatinga.

### 1 INTRODUÇÃO

As áreas de Caatinga, uma Floresta Tropical Seca localizada majoritariamente na região Nordeste do Brasil, são caracterizadas pela escassez e irregularidade das chuvas e pelas altas temperaturas durante boa parte do ano, com uma vegetação



que apresenta florística e fisionomia própria (Meiado *et al.*, 2020). A vegetação desse ecossistema é condicionada pela topografia e pela baixa precipitação pluvial, combinada com as características edáficas do ambiente (Fernandes *et al.*, 2020). De forma geral, as sementes das espécies que ocorrem na Caatinga apresentam adaptações morfológicas, fisiológicas e ecológicas, com estratégias reprodutivas que as permitem germinar e se estabelecer, mesmo em condições extremas (Meiado *et al.*, 2012).

Essas sementes de diferentes espécies da Caatinga são produzidas continuamente, devido aos variados padrões de fenologia e a sazonalidade climática, além de apresentarem grande variação de forma, tamanho, coloração e estruturas anexas, que podem afetar direta ou indiretamente o seu padrão de dispersão e respostas germinativas (Meiado *et al.*, 2012). Apesar da alta produção durante várias épocas do ano, a maioria das espécies dispersa suas sementes no final da estação seca e início da estação chuvosa, o que favorece a germinação e o estabelecimento das plântulas nesse ambiente (Meiado *et al.*, 2012).

De maneira geral, as sementes da Caatinga são dispersas com baixo teor de água e o processo germinativo se inicia com um conteúdo hídrico reduzido e sob estresse. Baseado nesse conhecimento, alguns estudos vêm sendo desenvolvidos com a finalidade de aumentar a qualidade fisiológica da semente através de tratamentos como, por exemplo, o hidrocondicionamento ou *priming* (Chen & Arora, 2013). Esses tratamentos consistem, basicamente, em uma hidratação das sementes durante um tempo específico, a qual permita os processos respiratórios essenciais à germinação, porém, que seja insuficiente para propiciar a protrusão da radícula. Fisiologicamente, a semente completaria as fases I e II da embebição, que são preparatórias para a germinação, sem, no entanto, avançar para a fase III, devido à interrupção do fornecimento hídrico, que impede o alongamento celular e, conseqüentemente, a protrusão da radícula (Alvarado-Lopez *et al.*, 2014). O hidrocondicionamento utiliza água sem nenhuma outra solução adicional, sendo, a quantidade de água que entra na semente controlada pelo tempo que estas passam em contato direto com a água.

Em ambientes desérticos, áridos e semiáridos, a disponibilidade de água no solo ocorre por um curto espaço de tempo, devido à baixa precipitação e às altas taxas de evaporação. A embebição, nesses ecossistemas, pode não ser contínua, ocorrendo, naturalmente, ciclos de hidratação e desidratação (ciclos de HD), o que poderia ser considerado um *priming* natural das sementes que ocorrem nesses ambientes. Sob essas condições, onde a embebição das sementes nem sempre resulta em germinação, a hidratação prévia pode facilitar os processos bioquímicos e celulares que precedem a germinação, alterando o comportamento fisiológico das sementes, auxiliando em uma maior germinabilidade, em um menor tempo e de forma mais sincronizada (Dubrovsky,

1996; 1998; Alvarado-Lopez *et al.*, 2014; Contreras-Quiroz *et al.*, 2016; Lima & Meiado, 2017a; 2018a; 2018b; Lima *et al.*, 2018a).

De acordo com Dubrovsky (1996; 1998), a hidratação descontínua proporciona às sementes o que podemos chamar de memória hídrica. Essa memória, ocasionada pelo processo de embebição e posterior desidratação, preserva as características resultantes da hidratação prévia e ativa alguns genes específicos da planta relacionados à tolerância aos estresses ambientais (Dubrovsky, 1996; 1998; Rito *et al.*, 2009a; Meiado, 2013). A maioria dos estudos realizados acerca dos benefícios proporcionados pelos ciclos de HD são, principalmente, desenvolvidos com espécies de interesse agrônomo. Porém, recentemente, alguns pesquisadores vêm elucidando o comportamento de espécies nativas acerca de diferentes técnicas de condicionamento, especialmente com espécies da Caatinga. Dessa forma, o objetivo deste capítulo foi realizar uma revisão dos estudos publicados nas últimas duas décadas, que avaliaram a resposta de sementes e plântulas de espécies que ocorrem na Caatinga submetidas à hidratação descontínua, a fim de mostrar o cenário atual das pesquisas relacionada ao tema com espécies do semiárido brasileiro.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### *Análise cientiométrica*

Para a realização da revisão bibliográfica foi realizada uma busca nas principais bases de dados nacionais e internacionais, tais como ISI Web of Knowledge, SciELO, Bireme, Periódicos Capes e Google Acadêmico. As consultas foram realizadas utilizando as palavras e expressões “hidrocondicionamento”, “hidratação descontínua”, “ciclos de hidratação e desidratação”, “memória hídrica”, “germinação”, “sementes”, “plântulas”, “mudas”, “desenvolvimento inicial” e “Caatinga” (em inglês – “hydropriming”, “discontinuous hydration”, “hydration and dehydration cycles”, “hydration memory”, “germination”, “seed”, “seedling” e “early development”). Além disso, foram consultados os Currículos da Plataforma Lattes (<http://lattes.cnpq.br/>) de todos os pesquisadores que trabalham com sementes e plântulas e que estão vinculados às instituições de pesquisa e de ensino superior localizadas em todos os estados da região Nordeste do Brasil, para buscar publicações com essa temática.

A revisão bibliográfica compreendeu artigos, capítulos de livros, resumos expandidos, resumos simples, monografias, dissertações de mestrado e teses de doutorado publicados nas últimas duas décadas, de 2001 a fevereiro de 2021. Foram selecionados os estudos que apresentaram informações no título ou palavras-chaves do trabalho. Os trabalhos de hidrocondicionamento levantados nesta revisão foram

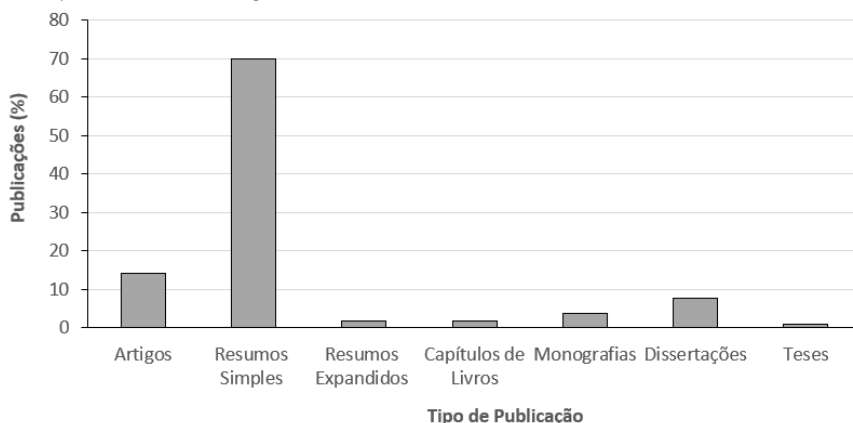
agrupados em três categorias de temas abordados nas pesquisas: (1) alterações fisiológicas, (2) alterações morfoanatômicas e (3) alterações bioquímicas e moleculares proporcionadas pela hidratação descontínua. Quando um mesmo trabalho abordou dois ou mais temas, este foi incluído em todas as categorias criadas. Entretanto, sua citação foi contabilizada apenas uma vez no total de trabalhos consultados.

Estudos realizados com a espécie invasora *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Fabaceae) também foram incluídos nas análises deste capítulo. Além disso, as espécies ainda foram classificadas de acordo com o hábito (*i.e.*, herbáceo, arbustivo ou arbóreo), a categoria de ameaça (segundo a Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais) e a fase do ciclo de vida que foi avaliada no estudo (*i.e.*, semente, plântula, planta jovem ou adulto). As classificações do hábito e da categoria de ameaça das espécies levantadas nos estudos sobre hidratação descontínua de sementes, bem como a grafia válida e atualizada dos nomes científicos foram obtidas na Lista de Espécie da Flora do Brasil (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>). Todas as referências foram numeradas e organizadas em tabela de acordo com as espécies estudadas para facilitar a localização dos trabalhos consultados.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas últimas duas décadas, 106 trabalhos foram escritos e publicados sobre hidratação descontínua de sementes de espécies que ocorrem na Caatinga, sendo cerca de 70% destes representados por resumos simples e apenas 14% foram representados por artigos científicos, seguidos de dissertações de mestrado, monografias, resumos expandidos, capítulos de livros e teses de doutorado (Figura 1). Como podemos observar, a maioria desses trabalhos ainda não foi publicado na forma de artigo científico, o que pode dificultar a divulgação dos resultados presentes nesses estudos.

Figura 1. Categorias de trabalhos publicados nas últimas duas décadas sobre hidratação descontínua de sementes de espécies que ocorrem na Caatinga.



O primeiro estudo sobre hidrocondicionamento com sementes da Caatinga foi publicado no ano de 2009 e realizado com o cacto *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (Cactaceae), espécie conhecida popularmente como mandacaru (Rito *et al.*, 2009a). Não coincidentemente, essa também foi a primeira espécie da família Cactaceae a despertar o interesse dos pesquisadores brasileiros da área de sementes (para mais informações sobre estudos com sementes e plântulas de cactos do Brasil veja a revisão de Meiado *et al.*, 2017), sendo também a única espécie utilizada para a análise de todos os temas de pesquisa levantados nesta revisão.

Segundo Meiado *et al.* (2015), essa planta é amplamente conhecida e possui uma das maiores distribuições geográficas dos cactos que ocorrem no país, o que pode contribuir para esse resultado. Em seu artigo publicado no Boletín de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactaceas y otras Suculentas, Rito *et al.* (2009a) se perguntaram no título da publicação: “As sementes de mandacaru têm memória hídrica?”. Esse foi o primeiro questionamento relacionado aos efeitos da hidratação descontínua em sementes de espécies nativas da Caatinga e serviu como ponto de partida para várias pesquisas desenvolvidas, posteriormente, com outras espécies que ocorrem nesse ecossistema semiárido.

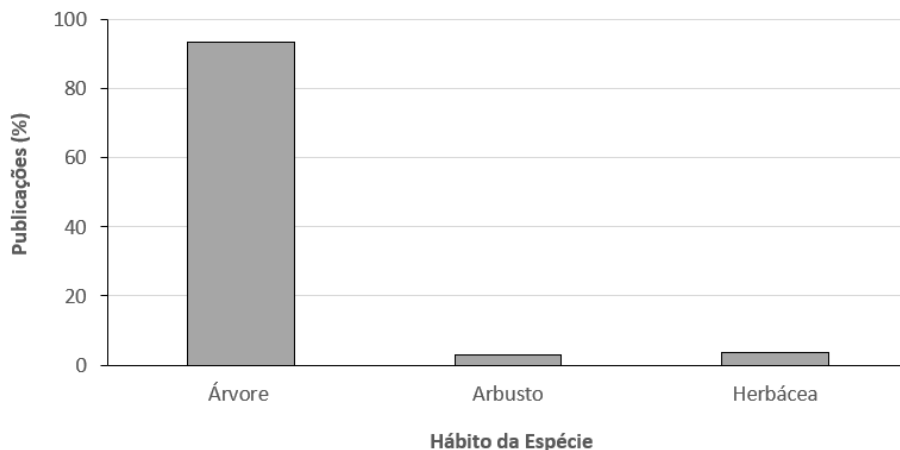
Além de mostrar os benefícios que a hidratação descontínua conferiu às sementes de mandacaru como, por exemplo, as alterações fisiológicas observadas durante a germinação das sementes, que refletiram em uma germinação mais rápida e sincronizada, Rito *et al.* (2009a) concluíram que as sementes dessa espécie têm sim memória hídrica e chamaram atenção para outro ponto muito importante da técnica de hidratação descontínua: o tempo de hidratação. De acordo com suposições feitas por esses autores na discussão do seu artigo, um longo tempo de hidratação poderia justificar resultados não satisfatórios em estudos de hidratação descontínua realizados com sementes que ocorrem em ambientes semiáridos, pois, nesses ambientes, as sementes que passam naturalmente pela hidratação descontínua no solo não estariam em contato com a água por um período muito extenso. Esse apontamento feito pelos autores trouxe à tona a importância de se conhecer a dinâmica de absorção de água pela semente da espécie estudada antes de se determinar os tratamentos adequados dos ciclos de HD, pois cada espécie apresenta sua própria curva de embebição e a aposta em tempos padronizados, sem considerar a velocidade de absorção de água pela semente, pode acarretar prejuízos ao processo germinativo. Apenas anos mais tarde, outros trabalhos começaram a ser desenvolvidos sobre o tema hidratação descontínua, havendo um pico de publicações em 2018 (Figura 2).

Figura 2. Número de trabalhos publicados anualmente nas últimas duas décadas sobre hidratação descontínua de sementes de espécies que ocorrem na Caatinga.



Com o aumento do número de pesquisas realizadas sobre hidratação descontínua de sementes, outras espécies de diferentes famílias, além de Cactaceae (5 espécies), também começaram a ser objeto de estudo como, por exemplo, os representantes das famílias Fabaceae (15 espécies), Anacardiaceae (4 espécies), Bignoniaceae (3 espécies), Euphorbiaceae (2 espécies), Apocynaceae, Arecaceae, Bromeliaceae, Polygonaceae e Rhamnaceae (1 espécie cada), totalizando 34 espécies estudadas até o presente momento (Tabela 1). Dessas, a maioria das publicações é com espécies arbóreas, seguida de herbáceas e arbustos (Figura 3).

Figura 3. Hábito das espécies estudadas nos trabalhos publicados nas últimas duas décadas sobre hidratação descontínua de sementes de espécies que ocorrem na Caatinga.



A Caatinga possui 3347 espécies catalogadas, as quais estão agrupadas em 962 gêneros e 153 famílias (Fernandes *et al.*, 2020), sendo o número total de espécies estudadas ainda pouco expressivo (1,02% das espécies registradas na Caatinga), o que

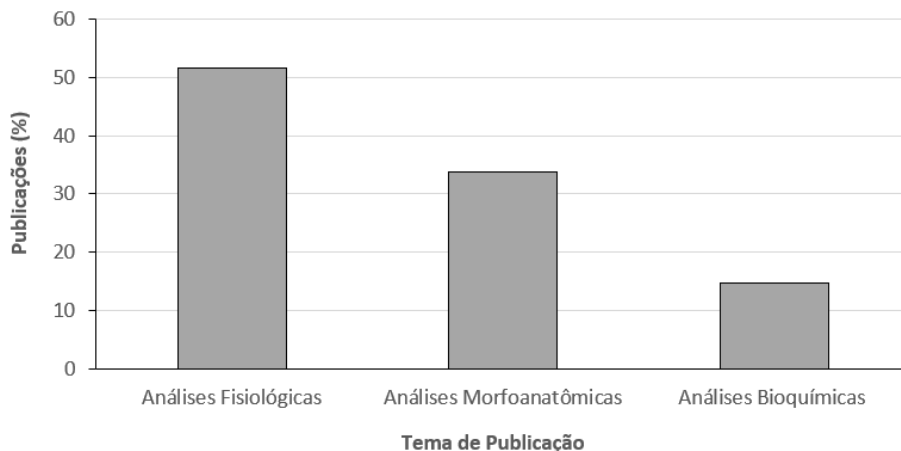
demonstra a carência de estudos sobre o tema da hidratação descontínua de sementes em espécies nativas que ocorrem nesse ecossistema semiárido.

Além da necessidade de se conhecer a dinâmica de absorção de água das sementes para se determinar tratamentos adequados de ciclos de HD, com os avanços dos estudos desenvolvidos com as sementes das espécies que ocorrem na Caatinga, outros problemas de ordem técnica foram surgindo e sendo resolvidos para o aprimoramento da metodologia da hidratação descontínua em sementes de espécies nativas. Uma característica comum de sementes de várias espécies que ocorrem na Caatinga é a presença de uma dormência tegumentar, que impede ou dificulta a entrada de água nas sementes e, conseqüentemente, influencia os processos metabólicos relacionados aos benefícios da hidratação descontínua. Visando a resolução desses problemas técnicos, Nascimento (2016) propôs, em sua dissertação de mestrado, uma análise mais minuciosa da curva de embebição para a determinação de diferentes tempos de hidratação, que seriam indicados para os ciclos de HD. Esses diferentes tempos de hidratação foram denominados pela autora de tempos X, Y e Z, os quais correspondem a  $\frac{1}{2}$  da primeira fase da embebição e  $\frac{1}{4}$  e  $\frac{3}{4}$  da segunda fase de embebição, respectivamente. Além disso, em seu estudo realizado com sementes de espécies arbóreas da família Fabaceae nativas da Caatinga, a autora chama a atenção para a necessidade de se selecionar uma técnica adequada que garanta a completa superação da dormência tegumentar das sementes antes de se determinar a curva de embebição das espécies estudadas e, conseqüentemente, seus diferentes tempos de hidratação nos ciclos de HD. Segundo Nascimento (2016; 2021) e Nascimento *et al.* (2021), diferentes tempos de hidratação conferem respostas fisiológicas diferenciadas quando as sementes são submetidas a estresses abióticos distintos, o que reforça ainda mais a necessidade de se conhecer a dinâmica de absorção de água pelas sementes, bem como determinar a técnica mais adequada de superação de dormência e o método de análise de germinação das sementes antes de se avaliar suas respostas fisiológicas aos ciclos de HD. Após a proposição dessa adequação da técnica de análise da memória hídrica realizada por Nascimento (2016), vários autores passaram a avaliar os diferentes tempos de hidratação propostos pela autora (tempos X, Y e Z) em sementes de outras espécies nativas da Caatinga submetidas a diferentes estresses abióticos, confirmando as diferenças nas respostas fisiológicas observadas por Nascimento (2016) em sementes de espécies arbóreas nativas da família Fabaceae [para exemplos de outras espécies e famílias que ocorrem na Caatinga, veja os trabalhos de Hora & Meiado (2016a), Lima & Meiado (2017a; 2018a) e Lima *et al.* (2018a)].

Com relação aos temas estudados, mais da metade dos trabalhos publicados avaliaram alterações fisiológicas em sementes das espécies submetidas a ciclos de HD.

Por sua vez, cerca de 30% das publicações abordaram as alterações morfoanatômicas de plântulas após as sementes terem sido submetidas à hidratação descontínua e menos de 15% realizaram análises bioquímicas, não sendo observado, até o momento, análises moleculares que possam auxiliar o entendimento das respostas observadas nas sementes e plântulas submetidas aos ciclos de HD (Figura 4).

Figura 4. Tema dos trabalhos publicados nas últimas duas décadas sobre hidratação descontínua de sementes de espécies que ocorrem na Caatinga.



De forma geral, inúmeros benefícios provenientes do condicionamento em sementes já foram relatados. Segundo alguns autores, essas técnicas também favorecem a ativação de muitos processos bioquímicos e fisiológicos relacionados à germinação, como o auto reparo de membranas e o estímulo da atividade de enzimas removedoras de radicais livres (Bailly *et al.*, 2002), aumento do conteúdo de DNA e RNA (Bruce *et al.*, 2007), mobilização de reservas (Varier *et al.*, 2010; Alvarado-Lopez *et al.*, 2014), maior porcentagem e redução do tempo de germinação, bem como aquisição de tolerância às condições de estresses abióticos, como déficit de água, excesso de sais e temperaturas sub e supra ótimas (Dubrovsky, 1996; Nascimento, 2016; Lima & Meiado, 2017a; Nascimento, 2021; Nascimento *et al.*, 2021), além de conferir às plântulas uma maior tolerância quando submetidas a déficit hídrico (Dubrovsky, 1996; Lima & Meiado, 2018a; 2018b).

A técnica do hidrocondicionamento, realizada em ambiente controlado de laboratório, tenta simular condições naturais de campo. Por ser mais simples e não empregar reagentes ou equipamentos sofisticados, esses estudos já mostraram a presença de memória hídrica em várias espécies da Caatinga (Tabela 1), porém, a maioria dos trabalhos não deixou claro como fisiologicamente esse processo ocorre, indicando a necessidade de mais estudos bioquímicos e moleculares nessa área tão vasta. Até o momento, o que está comprovado nos trabalhos encontrados nesta revisão é que a

resposta das sementes aos ciclos de HD apresenta variações a depender da espécie, da população, do lote, da quantidade dos ciclos de HD, do clima e microambiente onde as sementes são produzidas e, principalmente, do tipo de estresse ambiental que a semente é submetida após passar pela hidratação descontínua (Meiado, 2013; Nascimento, 2016; Santos & Meiado, 2017a; Lima & Meiado, 2017a; 2018a; 2018b; Lima *et al.*, 2018a; Santos *et al.*, 2018a; 2018d; Nascimento *et al.*, 2021). Algumas dessas características serão exemplificadas a seguir com espécies da Caatinga.

Em estudos realizados com sementes e plântulas de *Pilosocereus catingicola* (Gürke) Byles & G.D. Rowley subsp. *salvadorensis* (Werderm.) Zappi (Cactaceae) coletadas em áreas de Caatinga e Restinga, Lima e Meiado (2017a; 2018b) observaram que essa espécie de cacto colunar responde de forma diferenciada tanto na germinação quanto no crescimento das plântulas, quando estas são submetidas a estresses ambientais após as sementes terem passado pelos ciclos de HD. Em geral, as sementes de *P. catingicola* subsp. *salvadorensis* coletadas no ecossistema Caatinga que passaram pela hidratação descontínua apresentaram maior tolerância ao estresse hídrico, enquanto as sementes da mesma espécie coletadas na população da Restinga foram mais tolerantes ao estresse salino após as sementes passarem pelos ciclos HD, indicando um comportamento germinativo diferencial entre essas duas populações (Lima & Meiado, 2017a; Lima & Meiado, 2018b). Os autores relacionaram essa diferença ao ambiente em que essa espécie ocorre. Os cactos que ocorrem em Restinga estão muito próximos do mar, onde são submetidos às condições de maior salinidade que os indivíduos da Caatinga que, por sua vez, possuem a disponibilidade de água no solo como principal fator limitante para a germinação de sementes e estabelecimento de novas plantas. Além disso, uma mesma população de *P. catingicola* subsp. *salvadorensis* pode apresentar uma resposta diferenciada em relação à hidratação descontínua quando as sementes são produzidas em diferentes estações do ano. De acordo com Lima *et al.* (2018e), sementes de *P. catingicola* subsp. *salvadorensis* produzidas na estação seca adquirem mais tolerância ao déficit hídrico após a passagem pelos ciclos de HD quando comparadas às sementes produzidas na estação chuvosa de um mesmo ano.

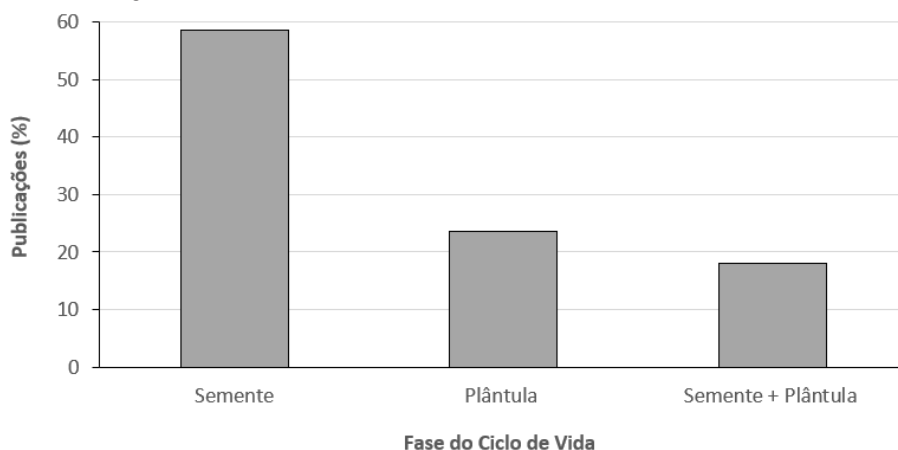
Sementes da mesma espécie também podem apresentar respostas germinativas diferenciadas quando submetidas a estresses ambientais distintos. Por exemplo, ao passarem por ciclos de HD, as sementes *P. nitens* adquirem tolerância ao estresse salino, porém, a hidratação descontínua não confere aquisição de tolerância ao déficit hídrico. Esse comportamento pode ser atribuído às características inerentes à própria espécie, que pode ser considerada como insensível ao pré-condicionamento (Nascimento, 2016). Outra espécie que também se mostrou insensível ao hidrocondicionamento foi a espécie



*A. cearensis*, onde a hidratação descontínua não influenciou nenhum dos parâmetros de germinação e crescimento inicial, além de apresentar uma germinação mais lenta após três ciclos de HD. Segundo os autores, embora não tenha sido observada uma influência positiva da hidratação descontínua na germinação e no desenvolvimento inicial dessa espécie, a técnica de hidrocondicionamento das sementes e plântulas não deve ser descartada para a sua produção de mudas, pois ainda não foi testada sua influência sob condições de estresse (Santos & Meiado, 2017a). Algumas espécies podem não apresentar uma influência dos ciclos de HD na germinação. Porém, os ciclos de HD podem favorecer o estabelecimento de plântulas que se desenvolvem sob condições não controladas no ambiente (Meiado, 2013).

Além da germinação das sementes, como já foi mencionado, outras fases do ciclo de vida das plantas que apresentam essa memória hídrica podem ser favorecidas pela hidratação descontínua como, por exemplo, o recrutamento e desenvolvimento das plântulas, que podem ser mais vigorosas e apresentar um maior crescimento quando as sementes são submetidas a ciclos de HD (Meiado, 2013; Lima & Meiado, 2018a). A maioria dos trabalhos, cerca de 60% avaliaram somente as respostas fisiológicas das sementes, porém pouco mais de 40% dos trabalhos levaram em conta a análise morfoanatômica das plântulas, demonstrando em sua grande maioria que os benefícios da memória hídrica podem se perpetuar no indivíduo (Figura 5).

Figura 5. Fase do ciclo de vida avaliada nos trabalhos sobre hidratação descontínua de sementes de espécies que ocorrem na Caatinga.



Lima e Meiado (2018a) observaram que os ciclos de HD durante a germinação de *M. tenuiflora* levam a produção de mudas mais vigorosas, com maior altura e quantidade de matéria seca foliar quando comparadas a plântulas originadas de sementes não tratadas. Desta forma, a memória hídrica parece estar intimamente relacionada ao sucesso

reprodutivo de espécies que produzem sementes em ambientes áridos e semiáridos, como a Caatinga, e pode representar uma ferramenta importante para a produção de mudas mais tolerantes às condições ambientais, as quais poderão ser utilizadas com maior sucesso na restauração de ambientes degradados (Meiado, 2013).

Em relação às alterações bioquímicas observadas em sementes que passam pela hidratação descontínua, Santos (2020) faz duas ressalvas importantes em seu trabalho realizado com sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore (Bignoniaceae). De acordo com a autora, sementes que passam pelos ciclos de HD apresentam um aumento significativo na atividade de enzimas antioxidantes e essa resposta é ainda maior em sementes que passam pelos ciclos e, posteriormente, são submetidas ao déficit hídrico durante a germinação. Em contrapartida, a produção de osmólitos (*i.e.*, carboidratos, proteínas solúveis e aminoácidos como, por exemplo, a prolina) fica em estado basal. Não há diminuição ou aumento desses compostos, mesmo quando as sementes são estressadas durante o processo germinativo, após a passagem pelos ciclos de HD, o que não é observado em sementes que não passam pelos ciclos. Nessas sementes não submetidas à hidratação descontínua, há um aumento significativo na produção dos osmólitos para o ajustamento osmótico do embrião, não sendo observado alterações nas atividades das enzimas antioxidantes, o que as deixam mais vulneráveis ao déficit hídrico (Santos, 2020). Outra característica observada em sementes de *T. aurea* é que os benefícios da hidratação descontínua podem ser reduzidos quando as sementes passam por um número excessivo de ciclos, ou quando os ciclos são longos demais, o que pode indicar a existência de um limite e/ou uma relação entre a quantidade de ciclos de HD ou o tempo de hidratação das sementes com a sua capacidade germinativa. Segundo a autora, deve haver um trade-off entre as alterações bioquímicas relacionadas à aquisição de tolerância ao estresse hídrico e o número de ciclos de HD, pois há um gasto de energia armazenada nos tecidos de reserva das sementes para essa alteração bioquímica, a qual, originalmente, devia ser destinada à germinação e ao estabelecimento da plântula.

Além de beneficiar as espécies em sua morfologia e fisiologia, o hidrocondicionamento alternativamente poderia causar mudanças epigenéticas em longo prazo (Bruce *et al.*, 2007). Bruce *et al.* (2007) propuseram que o *priming* poderia ativar um gene ou um conjunto de genes que deixariam na planta uma “impressão de tensão” genética ou de modificações bioquímicas que ocorriam após o estresse, fazendo com que as respostas a tensões futuras sejam mais rápidas. Os mecanismos moleculares responsáveis pelas respostas ao hidrocondicionamento das sementes ainda não são bem compreendidos, uma das mudanças bioquímicas que ocorrem durante a desidratação no

condicionamento é a mobilização do armazenamento de proteínas (Lutts *et al.*, 2016). Essas e outras alterações, como a síntese de proteínas de estresse e de proteínas de embriogênese tardia, conhecidas como proteínas LEA, representam processos bioquímicos iniciais que ocorrem durante a desidratação. Em consequência, quando as sementes são reidratadas, a germinação ocorre de forma rápida e sincronizada e as plântulas podem ser mais tolerante a futuros períodos de seca (Lutts *et al.*, 2016).

O conhecimento dos mecanismos naturais que ativam e controlam a tolerância à seca que são desenvolvidos pelas plantas durante a fase de germinação pode servir de subsídio para o desenvolvimento de melhores práticas de manejo a serem empregadas na recuperação de áreas degradadas e programas de enriquecimento de espécies e reflorestamento da Caatinga, principalmente utilizando-se espécies nativas. Como foi visto, já foi comprovado que a hidratação descontínua confere benefícios à germinação e à sobrevivência as plântulas da Caatinga (Rito *et al.*, 2009a; Meiado, 2013; Nascimento, 2016; Lima & Meiado, 2017a; Santos & Meiado, 2017a; Lima & Meiado, 2018a; 2018b; Lima *et al.*, 2018a). Assim, a confirmação da hipótese de que essa memória hídrica das sementes pode ser perpetuada no próprio indivíduo e quais alterações morfológicas, fisiológicas e a nível molecular ocorrem nessas espécies indicará novos caminhos para o desenvolvimento de novas técnicas de produção de mudas, bem como novos conhecimentos em várias áreas da Ecofisiologia Vegetal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARADO-LÓPEZ, S.; SORIANO, D.; VELÁZQUEZ, N.; OROZCO-SEGOVIA, A.; GAMBOA-DE BUEN, A. Priming effects on seed germination in *Tecoma stans* (Bignoniaceae) and *Cordia megalantha* (Boraginaceae), two tropical deciduous tree species. **Acta Oecologica**, v. 61, n. 1, p. 65-70, 2014.

ALVES, R. M.; SILVA, M. A. D.; SILVA, E. F.; ALVES, R. J. R.; MOURA, D. P.; SILVA, J. N. Stored diaspores of *Astronium urundeuva* Fr. (M. Allemão) Engl. (Anacardiaceae) submitted to hydropriming. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 42, n. 1, p. 1-10, 2020.

BAILLY, C.; BOGATEK-LESZCZYNSKA, R.; CÔME, D.; CORBINEAU, F. Changes in activities of antioxidant enzymes and lipoxygenase during growth of sunflower seedlings from seeds of different vigour. **Seed Science Research**, v. 12, n. 1, p. 47-55, 2002.

BISPO, I. B.; FREITAS, R. S.; DIAS, G. S.; OLIVEIRA, M. F. C.; SILVA, E. C. Avaliação da ocorrência de memória hídrica em plântulas de aroeira-do-sertão sob déficit hídrico. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFS, 26., 2016, São Cristóvão. **Resumos...** São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2016.

BRUCE, T. J. A.; MATTHES, M. C.; NAPIER, J. A.; PICKETT, J. A. Stressful “memories” of plants: Evidence and possible mechanisms. **Plant Science**, v. 173, n. 6, p. 603-608, 2007.

CASTRO, R. A. **Hidratação descontínua como estratégia adaptativa de sementes da exótica invasora *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Fabaceae)**. 2018. 55f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

CASTRO, R. A.; DANTAS, B. F.; MEIADO, M. V. Efeito da hidratação descontínua de sementes da invasora *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit em diferentes temperaturas. In: SIMPÓSIO DO BIOMA CAATINGA, 2., 2018, Juazeiro. **Resumos...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2019, p. 310.

CASTRO, R. A.; MEIADO, M. V. Hidratação descontínua em sementes da invasora *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Fabaceae) submetidas a estresse hídrico. In: ENCONTRO DA BIOLOGIA VEGETAL, 2., 2017, Recife. **Resumos...** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2017.

CHEN, K.; ARORA, R. Priming memory invokes seed stress-tolerance. **Environmental and Experimental Botany**, v. 94, n. 1, p. 33-45, 2013.

CONTRERAS-QUIROZ, M.; PANDO-MORENO, M.; JURADO, E.; FLORES, J.; BAUK, K.; GURVICH, D. E. Is seed hydration memory dependent on climate? Testing this hypothesis with Mexican and Argentinian cacti species. **Journal of Arid Environments**, v. 130, n. 1, p. 94-97, 2016.

CUNHA, P. H. J.; CASTRO, R. A.; SANTOS, C. S.; MEIADO, M. V. A hidratação descontínua confere um melhor desempenho na germinação das sementes e no desenvolvimento inicial de plântulas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz? In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 70., 2019a, Maceió. **Resumos...** Maceió: Sociedade Botânica do Brasil, 2019a, p. 578.

CUNHA, P. H. J.; CASTRO, R. A.; SANTOS, C. S.; MEIADO, M. V. Efeito da hidratação descontínua no desenvolvimento inicial de plântulas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Fabaceae). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 70., 2019b, Maceió. **Resumos...** Maceió: Sociedade Botânica do Brasil, 2019b, p. 601.

CUNHA, P. H. J.; LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Altas temperaturas na hidratação descontínua conferem maior tolerância ao estresse em facheiro. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFS, 27., 2017a, Itabaiana. **Resumos...** São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2017a, p. 100.

CUNHA, P. H. J.; LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Efeito da hidratação descontínua no desenvolvimento inicial de plântulas de canafístula. In: SIMPÓSIO DO BIOMA CAATINGA, 2., 2018, Juazeiro. **Resumos...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2019c.

CUNHA, P. H. J.; LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Germinação de sementes de *Pilosocereus catingicola* (Gurke) Byles & G.D. Rowley subsp. *salvadorensis* (Werderm.) Zappi submetidas a ciclos de hidratação descontínua e estresse hídrico. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 35., 2017b, Recife. **Resumos...** Recife: Sociedade de Botânica do Brasil, 2017b.

DUBROVSKY, J. G. Seed hydration memory in Sonoran Desert cacti and its ecological implication. **American Journal of Botany**, v. 83, n. 5, p. 624-632, 1996.

DUBROVSKY, J. G. Discontinuous hydration as a facultative requirement for seedgermination in two cactus species of the Sonoran Desert. **Journal of the Torrey Botanical Society**, v. 125, n. 1, p. 33-39, 1998.

FERNANDES, M. F.; CARDOSO, D.; QUEIROZ, L. P. An updated plant checklist of the Brazilian Caatinga seasonally dry forests and woodlands reveals high species richness and endemism. **Journal of Arid Environments**, v. 174, n. 1, p. 104079, 2020.

FREITAS, R. S.; OLIVEIRA, M. F. C.; SANTANA, S. T. S.; MELO, A. F. R.; SILVA, E. C. Avaliação da ocorrência de memória hídrica em plântulas de pajeú submetidas a déficit hídrico. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFS, 27., 2017, São Cristóvão. **Resumos...** São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2017, p. 116.

FREITAS, R. S.; OLIVEIRA, M. F. C.; SANTOS-JUNIOR, J. L.; SILVA, E. C. Crescimento de mudas de *Hymenaea courbaril* submetidas a déficit hídrico obtidas de sementes que sofreram hidratação descontínua. In: SIMPÓSIO DO BIOMA CAATINGA, 2., 2018, Juazeiro. **Resumos...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2019, p. 315.

FREITAS, R. S.; SILVA, E. C. Efeito da hidratação descontínua de sementes na produção de matéria seca de mudas de *Triplaris gardneirana* Wedd. submetidas a déficit hídrico. In: SIMPÓSIO DO BIOMA CAATINGA, 2., 2018, Juazeiro. **Resumos...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2019, p. 327.

HORA, I. S. **Memória de hidratação no escuro de sementes: quando o fotoblastismo altera as respostas das sementes à hidratação descontínua para aumentar sua longevidade.** 2020. 75f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2020.

HORA, I. S.; MEIADO, M. V. A hidratação descontínua em sementes favorece a produção de mudas de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae)? **Agroforestalis News**, São Cristóvão, v. 1, n. 1, p. 20-24, 2016a.

HORA, I. S.; MEIADO, M. V. A hidratação descontínua em sementes favorece a produção de mudas de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae)? In: ENCONTRO SERGIPANO EM PESQUISAS BIOLÓGICAS, 1., 2016b, São Cristóvão. **Resumos...** São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2016b, p. 1-5.

HORA, I. S.; MEIADO, M. V. A hidratação descontínua pode promover uma maior tolerância ao estresse salino em sementes de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae)? In: ENCONTRO REGIONAL DE BOTÂNICOS MG, BA E ES, 38., 2018, Porto Seguro. **Resumos...** Porto Seguro: Sociedade Botânica do Brasil, 2018.

HORA, I. S.; MEIADO, M. V. A luz durante a hidratação descontínua influencia no desenvolvimento inicial de plântulas de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (Cactaceae)? In: ENCONTRO REGIONAL DE BOTÂNICOS, REGIONAL MG, BA, ES, 40., 2020a, Ambiente Virtual. **Resumos...** Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2020a.

HORA, I. S.; MEIADO, M. V. Does light influence seed responses to discontinuous hydration? In: CONGRESO ARGENTINO DE SEMILLAS, 1., 2020b, Ambiente Virtual. **Resumos...** Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2020b.

HORA, I. S.; MEIADO, M. V. Hidratação descontínua em sementes de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea* (Fabaceae) promove o melhor desenvolvimento das plântulas? In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 67., 2016c, Vitória. **Resumos...** Vitória: Sociedade Botânica do Brasil, 2016c.

HORA, I. S.; MEIADO, M. V. Hidratação descontínua em sementes de pau-ferro afetando sua tolerância a fatores abióticos. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFS, 27., 2017, Itabaiana. **Resumos...** São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2017, p. 122.

HORA, I. S.; MEIADO, M. V. O hidrocondicionamento de sementes de pau-ferro promove benefícios na germinação durante estresse hídrico? In: SIMPÓSIO DO BIOMA CAATINGA, 2., 2018, Juazeiro. **Resumos...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2019.

HORA, I. S.; SANTOS, L. S.; MEIADO, M. V. Emergência de plântulas de *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos (Bignoniaceae) sob a influência da hidratação descontínua das sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 59-62, 2018.

HORA, I. S.; SANTOS, M. R.; MEIADO, M. V. Hidratação descontínua em sementes de *Melocactus violaceus* Pfeiff. subsp. *margaritaceus* N.P. Taylor (Cactaceae) promovendo maior tolerância ao estresse hídrico durante a germinação. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 66., 2015, Santos. **Resumos...** Santos: Sociedade Botânica do Brasil, 2015.

JESUS, K. W.; ARAGAO, J.R.V.; SILVA, E.C.; MEIADO, M.V. Avaliação da ocorrência de memória hídrica em sementes e plântulas de pau-ferro sob déficit hídrico. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 13., 2017, Viçosa. **Resumos...** Viçosa: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2017.

JESUS, K. W.; FREITAS, R. S.; ARAGAO, J. R. V.; MEIADO, M. V.; SILVA, E. C. Avaliação de memória hídrica em plântulas de pau-ferro sob déficit hídrico. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFS, 26., 2016, São Cristóvão. **Resumos...** São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2016.

LIMA, A. T. **Hidratação descontínua altera a germinação de sementes sob estresse de duas populações de cacto que ocorrem em diferentes ecossistemas no Nordeste do Brasil.** 2016. 75f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Sergipe, Itabaiana, 2016.

LIMA, A. T. **Memória hídrica de sementes: implicações ecofisiológicas durante a germinação e o desenvolvimento inicial de espécies da Caatinga.** 2019. 98f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019.

LIMA, A. T.; CUNHA, P. H. J.; DANTAS, B. F.; MEIADO, M. V. Does discontinuous hydration of *Senna spectabilis* (DC.) H.S. Irwin & Barneby var. *excelsa* (Schrad.) H.S. Irwin & Barneby (Fabaceae) seeds confer tolerance to water stress during seed germination? **Journal of Seed Sciences**, Londrina, v. 40, n. 1, p. 36-43, 2018a.

LIMA, A. T.; CUNHA, P. H. J.; MEIADO, M. V. Efeitos da hidratação descontínua na germinação de sementes de *Senna spectabilis* (DC.) H.S. Irwin & Barneby var. *excelsa* (Schrad.) H.S. Irwin & Barneby submetidas a condições de estresse hídrico. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 35., 2017, Recife. **Resumos...** Recife: Sociedade Botânica do Brasil, 2017.

LIMA, A. T.; DANTAS, B. F.; MEIADO, M. V. Efeitos da hidratação descontínua na germinação e longevidade de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Fabaceae) em banco no solo da Caatinga. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 69., 2018b, Cuiabá. **Resumos...** Cuiabá: Sociedade Botânica do Brasil, 2018b.

LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Discontinuous hydration alters seed germination under stress of two populations of cactus that occur in different ecosystems in Northeast Brazil. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 27, n. 4, p. 292-302, 2017a.

LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Effect of hydration and dehydration cycles on *Mimosa tenuiflora* seeds during germination and initial development. **South African Journal of Botany**, v. 116, n. 1, p. 164-167, 2018a.

LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Effects of seed hydration memory on initial grow thunder water deficit of cactus from two populations that occur in different ecosystems in Northeast Brazil. **Plant Species Biology**, Kyoto, v. 33, n. 4, p. 268-275, 2018b.

LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Expressão da memória hídrica de sementes durante o desenvolvimento de plântulas de *Senna spectabilis* var. *excelsa* (Schrad.) H.S. Irwin & Barneby (Fabaceae) em condições de déficit hídrico. CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 70., 2019, Maceió. **Resumos...** Maceió: Sociedade Botânica do Brasil, 2019, p. 398-399.

LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Hidratação descontínua altera a germinação de sementes sob estresse de duas populações de cacto que ocorrem em diferentes ecossistemas no Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 67., 2016a, Vitória. **Resumos...** Vitória: Sociedade Botânica do Brasil, 2016a.

LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Influência dos ciclos de hidratação descontínua no comportamento germinativo de sementes de *Handroanthus impetiginos* (Mart. ex DC.) Mattos (Bignoniaceae) submetidas a estresse hídrico. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 67., 2016b, Vitória. **Resumos...** Vitória: Sociedade Botânica do Brasil, 2016b.



LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Memória hídrica em plântulas de cactos provenientes de diferentes ecossistemas do Nordeste do Brasil. In: ENCONTRO DA BIOLOGIA VEGETAL, 2., 2017b, Recife. **Resumos...** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2017b.

LIMA, A. T.; OLIVEIRA, D. M.; MEIADO, M. V. Como a hidratação descontínua afeta a germinação de sementes de *Macroptilium atropurpureum* (Sessé & Moc. ex DC.) Urb. (Fabaceae) em condições de déficit hídrico? In: ENCONTRO REGIONAL DE BOTÂNICOS MG, BA E ES, 38., 2018c, Porto Seguro. **Resumos...** Porto Seguro: Sociedade Botânica do Brasil, 2018c, p. 118.

LIMA, A. T.; OLIVEIRA, D. M.; MEIADO, M. V. Effect of hydration and dehydration cycles on *Macroptilium atropurpureum* seeds germination under water deficit conditions. **Communications in Plant Sciences**, Jaboticabal, v. 8, n.1, p. 55-61, 2018d.

LIMA, A. T.; OLIVEIRA, D. M.; MEIADO, M. V. Influência da precipitação durante a produção de sementes de *Pilosocereus catingicola* (Gürke) Byles & Rowley subsp. *salvadorensis* (Werderm.) Zappi (Cactaceae) submetidas a hidratação descontínua e déficit hídrico. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 69., 2018e, Cuiabá. **Resumos...** Cuiabá: Sociedade Botânica do Brasil, 2018e.

LIMA, A. T.; SANTOS, J. A. S.; SIQUEIRA, C. G.; MEIADO, M. V. Influência da hidratação descontínua de sementes e plântulas na produção de prolina em *Senna spectabilis* var. *excelsa* (Schrad.) H.S. Irwin & Barneby (Fabaceae) submetidas a déficit hídrico. CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 70., 2019, Maceió. **Resumos...** Maceió: Sociedade Botânica do Brasil, 2019, p. 618-619.

LUTTS, S.; BENINCASA, P.; WOJTYLA, L.; KUBALA, S. S.; PACE, R.; LECHOWSKA, K.; QUINET, M.; GARNCZARSKA, M. Seed Priming: New Comprehensive Approaches for an Old Empirical Technique. In: ARAÚJO, S. (Ed). **New Challenges in Seed Biology Basic and Translational Research Driving Seed Technology**. Rijeka: InTech, p. 1-46, 2016.

MEIADO, M. V. Evidências de memória hídrica em sementes da Caatinga. In: STELMANN, J. R.; ISAIAS, R. M. S.; MODOLO, L. V.; VALE, F. H. A.; SALINO, A. (Orgs). **Anais do 64º Congresso Nacional de Botânica: Botânica sempre viva**. Belo Horizonte: Sociedade Botânica do Brasil, p. 89-94, 2013.

MEIADO, M. V.; LIMA, A. T.; NASCIMENTO, J. P. B.; AONA, L. Y. S. Avanços nos Estudos sobre Sementes e Plântulas de Cactos do Brasil. **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 11, n. 4, p. 88-113, 2017.

MEIADO, M. V.; MACHADO, M. C.; ZAPPI, D. C.; TAYLOR, N. P.; SIQUEIRA-FILHO, J. A. Ecological attributes, geographic distribution and endemismo of cacti from the São Francisco Watershed. **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 9, n. 2, p. 40-53, 2015.

MEIADO, M. V.; RAFAEL, L. M.; CASTRO, R. A.; RODRIGUES, R. G. Challenges and perspectives for recovering socioecological systems in the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest. In: PINTO, S. R. R.; SANTOS, F. C.; PRESCOTT, C. (Eds). **Forest Landscape Restoration – Social Opportunities in the Tropical World**. Recife: CEPAN, p. 137-167, 2020.

MEIADO, M. V.; SILVA, F. F. S.; BARBOSA, D. C. A.; SIQUEIRA-FILHO, J. A. Diaspore of the Caatinga: A Review. In: SIQUEIRA-FILHO, J. A. (Org). **Flora of the Caatingas of the São Francisco River: Natural History and Conservation**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio Editorial, p. 306-365, 2012.

MELO, A. F. R. **Tolerância ao déficit hídrico em plântulas de tamboril propagadas através de sementes hidrocondicionadas para projetos de restauração da Caatinga**. 2018. 93f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

MELO, A. F. R.; SILVA, E. C.; FREITAS, R. S.; OLIVEIRA, M. F. C.; MEIADO, M. V. Influência do hidrocondicionamento de sementes no crescimento de plântulas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong submetidas ao déficit hídrico. In: PRANDEL, J. A. (Org). **Desafios Teóricos e Aplicados da Ecologia Contemporânea**. Ponta Grossa: Atena Editora, p. 41-51, 2020.

MELO, A. F. R.; SILVA, E. C.; FREITAS, R. S.; OLIVEIRA, M. F. C.; MEIADO, M. V. Influência do hidrocondicionamento de sementes no crescimento de plântulas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong submetidas ao déficit hídrico. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 13., 2017, Viçosa. **Resumos...** Viçosa: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2017.

MENEZES, I. C.; FREITAS, R. S.; BISPO, I. B.; MEIADO, M. V.; SILVA, E. C. Avaliação de memória hídrica em sementes e plântulas de juazeiro sob déficit hídrico. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 13., 2017, Viçosa. **Resumos...** Viçosa: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2017.

NASCIMENTO, J. P. B. **Hidratação descontínua de sementes como nova alternativa para a produção de mudas destinadas à recuperação de ambientes degradados na Caatinga.** 2016. 75f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016.

NASCIMENTO, J. P. B. **Hidrocondicionamento de sementes da Caatinga.** 2021. Tese (Doutorado em Ecologia e Conservação) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2021.

NASCIMENTO, J. P. B.; CRUZ, A. B. S.; SILVA, L. P. N.; SANTANA, M. F. J.; MEIADO, M. V. Efeitos do hidrocondicionamento na germinação de sementes de *Erythrina velutina* Willd. (Fabaceae) submetidas a estresse hídrico. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA, 2., 2018, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Restauração Ecológica, 2018.

NASCIMENTO, J. P. B.; DANTAS, B. F.; MEIADO, M. V. Hydropriming changes temperature thresholds for seed germination of tree species from the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest. **Journal of Seed Sciences**, Londrina, v. 43, n. 1, 2021.

NASCIMENTO, J. P. B.; MEIADO, M. V. Efeito do hidrocondicionamento e temperaturas limites na germinação de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Fabaceae). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 70., 2019a, Maceió. **Resumos...** Maceió: Sociedade Botânica do Brasil, 2019a, p. 604-605.

NASCIMENTO, J. P. B.; MEIADO, M. V. Hidratação descontínua e limites térmicos na germinação de sementes de *Pterogyne nitens* Tul. (Fabaceae). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 70., 2019b, Maceió. **Resumos...** Maceió: Sociedade Botânica do Brasil, 2019b, p. 616-617.

NASCIMENTO, J. P. B.; MEIADO, M. V. Hidratação descontínua e temperaturas limites na germinação de sementes de *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & R.W. Jobson (Fabaceae). In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA, 2., 2018, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Restauração Ecológica, 2018.

NASCIMENTO, J. P. B.; SANTOS, K. C.; MEIADO, M. V. Efeito da hidratação descontínua na germinação de sementes de angico submetidas a déficit hídrico. In: SIMPÓSIO DO BIOMA CAATINGA, 2., 2018, Juazeiro. **Resumos...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2019a.

NASCIMENTO, J. P. B.; SANTOS, K. C.; MEIADO, M. V. Efeitos do hidrocondicionamento na germinação de sementes de tamboril submetidas a estresse hídrico. In: SIMPÓSIO DO BIOMA CAATINGA, 2., 2018, Juazeiro. **Resumos...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2019b.

NICOLAU, J. P. B.; SILVA, F. E.; FELIX, F. C.; TORRES, S. B.; PACHECO, M. V.; PEREIRA, M. D. Discontinuous hydration on the germination of *Mimosa caesalpiniiifolia* and *Pityrocarpa moniliformis* seeds under water stress. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 33, n. 2, p. 555-561, 2020.

OLIVEIRA, D. M.; CASTRO, R. A.; MEIADO, M. V. Influência dos ciclos de hidratação e desidratação na germinação e emergência de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth (Fabaceae). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 70., 2019, Maceió. **Resumos...** Maceió: Sociedade Botânica do Brasil, 2019, p. 1043-1044.



OLIVEIRA, D. M.; SANTOS, C. S.; LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Hidratação descontínua em sementes de *Triplaris gardneriana* Wedd. (Polygonaceae) afetando sua tolerância a fatores abióticos. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 69., 2018a, Cuiabá. **Resumos...** Cuiabá: Sociedade Botânica do Brasil, 2018a.

OLIVEIRA, D. M.; SANTOS, C. S.; MEIADO, M. V. Hidratação descontínua em sementes de pajeú afetando sua tolerância a fatores abióticos. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFS, 27., 2017a, Itabaiana. **Resumos...** São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2017a.

OLIVEIRA, D. M.; SILVA, J. S.; CASTRO, R. A.; MEIADO, M. V. Avaliação de desempenho de sementes e mudas nativas submetidas à hidratação descontínua para reflorestamento na Caatinga. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFS, 28., 2018b, Itabaiana. **Resumos...** São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2018b.

OLIVEIRA, M. F. C.; BISPO, I. B.; FREITAS, R. S.; SILVA, E. C. Avaliação de memória hídrica em plântulas de baráúna sob estresse hídrico. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFS, 26., 2016, São Cristóvão. **Resumos...** São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2016.

OLIVEIRA, M. F. C.; MELO, A. F. R.; FREITAS, R. S.; SANTANA, S. T. S.; SILVA, E. C. Avaliação da ocorrência de memória hídrica em plântulas de *Hymenaea courbaril* L sob estresse hídrico. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFS, 27., 2017b, São Cristóvão. **Resumos...** São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2017b, p. 110.

OLIVEIRA, M. F. C.; NASCIMENTO, R. B. T.; BISPO, I. B.; MENEZES, I. C.; SILVA, E. C. Avaliação da ocorrência de memória hídrica em plântulas de juazeiro sob estresse hídrico. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFS, 25., 2015, São Cristóvão. **Resumos...** São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2015.

RITO, K. F. **As sementes de mandacaru têm memória hídrica?** 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

RITO, K. F.; ROCHA, E. A.; LEAL, I. R.; MEIADO, M. V. As sementes de mandacaru têm memória hídrica? **Boletín de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas**, v. 6, n. 1, p. 26-31, 2009a.

RITO, K. F.; SOBRINHO, M. S.; ROCHA, E. A.; LEAL, I. R.; MEIADO, M. V. As sementes de mandacaru têm memória hídrica? In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., 2009b, São Lourenço. **Resumos...** São Lourenço: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2009b, p. 1-3.

SANTANA, M. F. J.; LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Expressão da memória hídrica mediada pela temperatura e o déficit hídrico durante a germinação. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFS, 30., 2020, Itabaiana. **Resumos...** São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2020.

SANTANA, M. F. J.; NASCIMENTO, J. P. B.; MEIADO, M. V. Hidrocondicionamento em sementes e plântulas de *Erythrina velutina* Willd. (Fabaceae) submetidas a déficit hídrico. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 70., 2019a, Maceió. **Resumos...** Maceió: Sociedade Botânica do Brasil, 2019a.

SANTANA, M. F. J.; NASCIMENTO, J. P. B.; MEIADO, M. V. Influência da hidratação descontínua na produção de mudas de *Erythrina velutina* Willd. (Fabaceae). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 70., 2019b, Maceió. **Resumos...** Maceió: Sociedade Botânica do Brasil, 2019b.

SANTANA, S. T. S.; OLIVEIRA, M. F. C.; SILVA, R. S.; MELO, A. F. R.; SILVA, E. C. Avaliação de memória hídrica no jatobá através da análise de TRA, solutos orgânicos e danos membranares. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFS, 27., 2017, São Cristóvão. **Resumos...** São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2017, p. 144.

SANTOS, A. P.; MEIADO, M. V. Influência da hidratação descontínua na germinação de sementes e no crescimento inicial de plântulas de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Sm. (Fabaceae). **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 11, n. 4, p. 19-25, 2017a.

SANTOS, A. P.; SANTOS, R. F.; MEIADO, M. V. Altas temperaturas na hidratação descontínua conferem maior tolerância ao estresse em coroa-de-frade? In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFS, 27., 2017a, Itabaiana. **Resumos...** São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2017a, p. 91.

SANTOS, B. S.; LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Implicações ecofisiológicas da memória hídrica de sementes durante o desenvolvimento inicial de plântulas de xique-xique. In: ENCONTRO REGIONAL DE BOTÂNICOS, REGIONAL MG, BA, ES, 40., 2020a, Vitória. **Resumos...** Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2020a.

SANTOS, B. S.; LIMA, C. N.; ANDRADE, L. M.; MACEDO, M. M. S.; MEIADO, M. V. Discontinuous hydration with GA<sub>3</sub> as a regulator of seed germination of *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schut.f. (Bromeliaceae) under water deficit. In: CONGRESO ARGENTINO DE SEMILLAS, 1., 2020b, Córdoba. **Resumos...** Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2020b.

SANTOS, C. S. **Mecanismos envolvidos na tolerância à dessecação em sementes e plântulas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore (Bignoniaceae)**. 2019. 85f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019a.

SANTOS, C. S.; LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Efeito da hidratação descontínua em sementes de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir (Fabaceae) submetidas a déficit hídrico durante a germinação. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 71-75, 2018a.

SANTOS, C. S.; LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Efeito da hidratação descontínua em sementes de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir (Fabaceae) submetidas a estresse hídrico. In: SIMPÓSIO DO BIOMA CAATINGA, 2., 2018, Juazeiro. **Resumos...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2019a.

SANTOS, C. S.; MEIADO, M. V. Plântulas de *Sapindus saponaria* L. se desenvolvem melhor após hidratação descontínua das sementes? In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 35., 2017b, Recife. **Resumos...** Recife: Sociedade Botânica do Brasil, 2017b.

SANTOS, J. A. S. **Efeito da hidratação descontínua na germinação de sementes e no desenvolvimento inicial de plântulas de craibeira submetidas a déficit hídrico**. 2017a. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017a.

SANTOS, J. A. S. **Mecanismos de tolerância à seca em sementes e plantas de *Tabebuia aurea* após exposição recorrente à hidratação descontínua**. 2020. 70f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2020.

SANTOS, J. A. S.; LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Aumento da tolerância ao estresse hídrico em sementes de caraibeira (*Tabebuia aurea*) submetidas à hidratação descontínua. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 35., 2017b, Recife. **Resumos...** Recife: Sociedade Botânica do Brasil, 2017b.

SANTOS, J. A. S.; SILVA, E. C.; LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Responses to short-term drought in *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook f. ex S. Moore (Bignoniaceae) seed lings after two hydration and dehydration cycles in seeds. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 69., 2018b, Cuiabá. **Resumos...** Cuiabá: Sociedade Botânica do Brasil, 2018b.

SANTOS, K. C. **Armazenamento de sementes de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc. (Apocynaceae) e sua relação com a hidratação descontínua na aquisição de tolerância aos estresses abióticos.** 2019b. 85f. Dissertação (Mestrado em Agonomia: Horticultura Irrigada) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Horticultura Irrigada, Universidade do Estado da Bahia, 2019b.

SANTOS, K. C.; DANTAS, B. F. Efeito dos ciclos de hidratação e desidratação em sementes de diferentes lotes de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. In: SIMPÓSIO DO BIOMA CAATINGA, 2., 2018, Juazeiro. **Resumos...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2019, p. 297.

SANTOS, K. C.; HORA, I. S.; ARAUJO, M. N.; NASCIMENTO, J. P. B.; MEIADO, M. V. Efeito da hidratação descontínua em plântulas de angico de bezerro submetidas a déficit hídrico. In: ENCONTRO REGIONAL DE BOTÂNICOS MG, BA E ES, 38., 2018c, Porto Seguro. **Resumos...** Porto Seguro: Sociedade Botânica do Brasil, 2018c.

SANTOS, K. C.; MEIADO, M. V. Efeito da hidratação descontínua em plântulas de angico submetidas a déficit hídrico. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 35., 2017c, Recife. **Resumos...** Recife: Sociedade Botânica do Brasil, 2017c.

SANTOS, L. S.; HORA, I. S.; MEIADO, M. V. Influência da hidratação descontínua no comportamento germinativo de *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos (Bignoniaceae). In: SIMPÓSIO DO BIOMA CAATINGA, 2., 2018, Juazeiro. **Resumos...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2019b.

SANTOS, L. S.; MEIADO, M. V. A hidratação descontínua confere maior tolerância ao estresse em sementes de ipê-amarelo? In: ENCONTRO DA BIOLOGIA VEGETAL, 2., 2017d, Recife. **Resumos...** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2017d.

SANTOS, L. S.; MEIADO, M. V. A hidratação descontínua favorece a germinação de sementes de ipê-amarelo submetidas a estresses abióticos? In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFS, 27., 2017e, Itabaiana. **Resumos...** São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2017e, p. 124.

SANTOS, R. F. **A memória das sementes de mandacaru difere entre populações da Caatinga?** 2017b. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Sergipe, Itabaiana, 2017b.

SANTOS, R. F.; HORA, I. S.; SANTOS, L. S.; SANTOS, A. P.; MEIADO, M. V. Altas temperaturas na hidratação descontínua conferem maior tolerância ao estresse em mandacaru. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 35., 2017c, Recife. **Resumos...** Recife: Sociedade Botânica do Brasil, 2017c.

SANTOS, R. F.; MEIADO, M. V. A hidratação descontínua em sementes de mandacaru confere maior tolerância ao estresse hídrico? In: SIMPÓSIO DO BIOMA CAATINGA, 2., 2018, Juazeiro. **Resumos...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2019a.

SANTOS, R. F.; MEIADO, M. V. As sementes de mandacaru têm memória hídrica? In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFS, 27., 2017f, Itabaiana. **Resumos...** São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2017f, p. 155.

SANTOS, R. F.; MEIADO, M. V. Efeitos da hidratação descontínua na germinação de sementes de mandacaru sob estresse salino. In: SIMPÓSIO DO BIOMA CAATINGA, 2., 2018, Juazeiro. **Resumos...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2019b.

SANTOS, R. F.; SANTOS, A. P.; MEIADO, M. V. Envelhecimento acelerado de sementes de *Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelb. (Cactaceae) hidrocondicionadas. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 66., 2015, Santos. **Resumos...** Santos: Sociedade Botânica do Brasil, 2015.

SANTOS, R. F.; SANTOS, C. S.; MEIADO, M. V. A hidratação descontínua de sementes de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (Cactaceae) confere tolerância ao estresse hídrico? **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 55-58, 2018d.

SILVA, A. M.; MEIADO, M. V.; BASSO, F. A. Técnicas de memória hídrica de sementes aplicadas à recuperação de áreas degradadas da Caatinga. In: WORKSHOP DO CENTRO DE REFERÊNCIA PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DA CAATINGA, 2., 2010, Petrolina. **Resumos...** Petrolina: Centro de Referência para Recuperação de Áreas Degradadas, 2010.

SILVA, E. C.; FREITAS, R. S.; SANTOS-JUNIOR, J. L.; JESUS, K. W. Seeds discontinuous hydration and its influence to germination of three species occurring in Brazilian Tropical Dry Forest. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 17., 2019a, Cuiabá. **Resumos...** Cuiabá: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2019a.

SILVA, J. S.; CASTRO, R. A.; MEIADO, M. V. A influência da hidratação descontínua no desenvolvimento inicial de espécies arbóreas da Caatinga. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 67-70, 2018a.

SILVA, J. S.; CASTRO, R. A.; MEIADO, M. V. Ciclos de hidratação e desidratação nas sementes influencia na sobrevivência das mudas em campo? In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 70., 2019b, Maceió. **Resumos...** Maceió: Sociedade Botânica do Brasil, 2019b, p. 590-591.

SILVA, J. S.; CASTRO, R. A.; MEIADO, M. V. Efeito da hidratação descontínua na emergência de espécies arbóreas da Caatinga. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 69., 2018b, Cuiabá. **Resumos...** Cuiabá: Sociedade Botânica do Brasil, 2018b.

SILVA, J. S.; CASTRO, R. A.; MEIADO, M. V. Hidrocondicionamento e protetores físicos na semeadura direta de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) (Fabaceae) em áreas degradadas da Caatinga. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA, 2., 2018c, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Restauração Ecológica, 2018c.

SILVA, J. S.; CASTRO, R. A.; MEIADO, M. V. Influência da hidratação descontínua no desenvolvimento inicial de espécies arbóreas da Caatinga. In: SIMPÓSIO DO BIOMA CAATINGA, 2., 2018, Juazeiro. **Resumos...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2019c.

SILVA, J. S.; CUNHA, P. H. J.; LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. A influência da hidratação descontínua na germinação de sementes de *Senna obtusifolia* (L.) H.S. Irwin & Barneby (Fabaceae). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 69., 2018d, Cuiabá. **Resumos...** Cuiabá: Sociedade Botânica do Brasil, 2018d.

SILVA, L. P. N.; NASCIMENTO, J. P. B.; MEIADO, M. V. Modelagem da germinação de sementes de *Erythrina velutina* Willd. (Fabaceae) hidrocondicionadas e submetidas a déficit hídrico. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 70., 2019d, Maceió. **Resumos...** Maceió: Sociedade Botânica do Brasil, 2019d, p. 626-627.

SILVA, L. P. N.; SANTOS, B. S.; LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Implicações ecofisiológicas da memória hídrica durante o recrutamento de plântulas de cacto. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFS, 30., 2020, Itabaiana. **Resumos...** São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2020, p. 137.

VARIER, A.; VARI, A. K.; DADLANI, M. The subcellular basis of seed priming. **Current Science**, v. 99, n. 4, p. 450-456, 2010.

Tabela 1. Hábito, temas de estudo (AF: análises fisiológicas; AM: análises morfoanatômicas; AB: análises bioquímicas), fase do ciclo de vida avaliada (S: semente; P: plântula) e referências bibliográficas dos estudos sobre a influência da hidratação descontínua das sementes de espécies nativas e exóticas (\*) que ocorrem em áreas de Caatinga, uma Floresta Tropical Seca brasileira. Categorias de ameaça (NE: espécie não avaliada quanto à ameaça; LC: pouco preocupante; NT: quase ameaçada)

FAMÍLIA	Espécie (Categoria de Ameaça)	Hábito	Temas			Fase		Referências Bibliográficas
			AF	AM	AB	S	P	
<b>ANACARDIACEAE</b>								
	<i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl. (NE)	Arbóreo	X	X	X	X	X	1, 2, 15, 16, 17, 49
	<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl. (LC)	Arbóreo	X	X	X	X	X	49, 62
	<i>Spondias tuberosa</i> Arruda (NE)	Arbóreo	X	X		X	X	43, 98
<b>APOCYNACEAE</b>								
	<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. & Zucc. (NE)	Arbóreo	X	X	X	X		49, 84, 85
<b>ARECACEAE</b>								
	<i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc. (NE)	Arbóreo	X			X		43, 98
<b>BIGNONIACEAE</b>								
	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos (NE)	Arbóreo	X	X		X	X	23, 49, 88, 89, 90
	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos (NT)	Arbóreo	X			X		37, 49
	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore (NE)	Arbóreo	X	X	X	X	X	49, 76, 80, 81, 82, 83

• Referências numeradas na nota de rodapé, no final da tabela.

Tabela 1. Continuação.

FAMÍLIA	Hábito	Temas			Fase		Referências
		AF	AM	AB	S	P	Bibliográficas
<i>Espécie (Categoria de Ameaça)</i>							
<b>BROMELIACEAE</b>							
<i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schut.f. (NE)	Herbáceo	X				X	75
<b>CACTACEAE</b>							
<i>Cereus jamacaru</i> DC. subsp. <i>jamacaru</i> (NE)	Arbóreo	X	X	X		X	14, 18, 19, 43, 49, 65, 66, 67, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98
<i>Melocactus violaceus</i> Pfeiff. subsp. <i>margaritaceus</i> N.P. Taylor (NE)	Herbáceo	X				X	24
<i>Melocactus zehntneri</i> (Britton & Rose) Luetzelb. (NE)	Herbáceo	X				X	73, 96
<i>Pilosocereus catinigiola</i> (Gürke) Byles & Rowley subsp. <i>salvadorensis</i> (Werderm.) Zappi (NE)	Arbóreo	X	X			X	8, 10, 27, 32, 34, 36, 38, 41
<i>Xiquexique gounellei</i> (F.A.C.Weber) Lavor & Calvente subsp. <i>gounellei</i> (NE)	Arbustivo	X	X			X	68, 74, 107
<b>EUPHORBIACEAE</b>							
<i>Cnidoscolus quercifolius</i> Pohl (NE)	Arbóreo	X	X			X	43, 49, 98

Tabela 1. Continuação.

FAMÍLIA	Hábito	Temas			Fase		Referências Bibliográficas
		AF	AM	AB	S	P	
<i>Espécie</i> (Categoria de Ameaça)							
<b>FABACEAE</b>							
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Sm. (NT)	Arbóreo	X	X		X	X	43, 49, 72, 98
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul (NE)	Arbóreo	X	X		X	X	48, 49, 51, 55, 86, 87
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud. (NE)	Arbóreo	X			X		49
<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis (NE)	Arbóreo	X	X		X	X	43, 49, 98, 100, 101, 102, 104
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong (NE)	Arbóreo	X	X	X	X	X	7, 31, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 52, 56, 98, 100, 101, 102, 104
<i>Erythrina velutina</i> Willd. (NE)	Arbóreo	X	X	X	X	X	49, 50, 51, 69, 70, 106
<i>Hymenaea courbaril</i> L. (LC)	Arbóreo	X	X	X	X	X	12, 49, 63, 71
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit* (NE)	Arbóreo	X	X	X	X		3, 4, 5
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. <i>ferrea</i> (NE)	Arbóreo	X	X	X	X	X	6, 20, 21, 22, 25, 26, 49, 99, 100, 101, 102, 103, 104

Tabela 1. Continuação.

FAMÍLIA	Hábito	Temas			Fase		Referências
		AF	AM	AB	S	P	Bibliográficas
<i>Espécie</i> (Categoria de Ameaça)							
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC. (NE)	Arbóreo	X			X		49
<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke (NE)	Arbóreo	X			X		49
<i>Macroptilium atropurpureum</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Urb. (NE)	Herbáceo	X			X		39, 40
<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth. (LC)	Arbóreo	X	X		X	X	49, 57, 58, 61
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir. (NE)	Arbóreo	X	X		X	X	28, 33, 49, 77, 78
<i>Parapiptadenia zehntneri</i> (Harms) M.P. Lima & H.C. Lima (NE)	Arbóreo	X			X		49
<i>Piptadenia retusa</i> P.G. Ribeiro, Seigler & Ebinger (NE)	Arbóreo	X			X		49
<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R.W. Jobson (NE)	Arbóreo	X		X	X		48, 49, 51, 54
<i>Pterogyne nitens</i> Tul. (LC)	Arbóreo	X			X		48, 49, 51, 53
<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby (NE)	Herbáceo	X			X		105
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S. Irwin & Barneby var. <i>excelsa</i> (Schrad.) H.S. Irwin & Barneby (NE)	Arbóreo	X	X	X	X	X	9, 28, 29, 30, 35, 42, 49
<b>MALVACEAE</b>							
<i>Ceiba glaziovii</i> (Kuntze) K. Schum. (NE)	Arbóreo	X			X		49
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.-Hil., Juss. & Cambess.) A. Robyns (LC)	Arbóreo	X			X		49



Tabela 1. Continuação.

FAMÍLIA	Hábito	Temas			Fase		Referências Bibliográficas
		AF	AM	AB	S	P	
<i>Espécie</i> (Categoria de Ameaça)							
<b>POLYGONACEAE</b>							
<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd. (NE)	Arbóreo	X	X	X	X	X	11, 13, 49, 59, 60, 99
<b>RHAMNACEAE</b>							
<i>Sarcophalus joazeiro</i> (Mart.) Hauenschild (NE)	Arbóreo	X	X	X	X	X	47, 49, 64, 99
<b>SAPINDACEAE</b>							
<i>Sapindus saponaria</i> L. (NE)	Arbóreo	X			X		49, 79
<b>TOTAL</b>		<b>40</b>	<b>23</b>	<b>14</b>	<b>40</b>	<b>21</b>	

(1) Alves *et al.*, 2020; (2) Bispo *et al.*, 2016; (3) Castro, 2018; (4) Castro *et al.*, 2019; (5) Castro & Meiado, 2017; (6) Cunha *et al.*, 2019a; (7) Cunha *et al.*, 2019b; (8) Cunha *et al.*, 2017a; (9) Cunha *et al.*, 2019c; (10) Cunha *et al.*, 2017b; (11) Freitas *et al.*, 2017; (12) Freitas *et al.*, 2019; (13) Freitas & Silva, 2019; (14) Hora, 2020; (15) Hora & Meiado, 2016a; (16) Hora & Meiado, 2016b; (17) Hora & Meiado, 2018; (18) Hora & Meiado, 2020a; (19) Hora & Meiado, 2020b; (20) Hora & Meiado, 2016c; (21) Hora & Meiado, 2017; (22) Hora & Meiado, 2019; (23) Hora *et al.*, 2018; (24) Hora *et al.*, 2015; (25) Jesus *et al.*, 2017; (26) Jesus *et al.*, 2016; (27) Lima, 2016; (28) Lima, 2019; (29) Lima *et al.*, 2018a; (30) Lima *et al.*, 2017; (31) Lima *et al.*, 2018b; (32) Lima & Meiado, 2017a; (33) Lima & Meiado, 2018a; (34) Lima & Meiado, 2018b; (35) Lima & Meiado, 2019; (36) Lima & Meiado, 2016a; (37) Lima & Meiado, 2016b; (38) Lima & Meiado, 2017b; (39) Lima *et al.*, 2018c; (40) Lima *et al.*, 2018d; (41) Lima *et al.*, 2018e; (42) Lima *et al.*, 2019; (43) Meiado, 2013; (44) Melo, 2018; (45) Melo *et al.*, 2020; (46) Melo *et al.*, 2017; (47) Menezes *et al.*, 2017; (48) Nascimento, 2016; (49) Nascimento, 2021; (50) Nascimento *et al.*, 2018; (51) Nascimento *et al.*, 2021; (52) Nascimento & Meiado, 2019a; (53) Nascimento & Meiado, 2019b; (54) Nascimento & Meiado, 2018; (55) Nascimento *et al.*, 2019a; (56) Nascimento *et al.*, 2019b; (57) Nicolau *et al.*, 2020; (58) Oliveira *et al.*, 2019; (59) Oliveira *et al.*, 2018a; (60) Oliveira *et al.*, 2017a; (61) Oliveira *et al.*, 2018b; (62) Oliveira *et al.*, 2016; (63) Oliveira *et al.*, 2017b; (64) Oliveira *et al.*, 2015; (65) Rito, 2009; (66) Rito *et al.*, 2009a; (67) Rito *et al.*, 2009b; (68) Santana *et al.*, 2020; (69) Santana *et al.*, 2019a; (70) Santana *et al.*, 2019b; (71) Santana *et al.*, 2017; (72) Santos & Meiado, 2017a; (73) Santos *et al.*, 2017a; (74) Santos *et al.*, 2020a; (75) Santos *et al.*, 2020b; (76) Santos, 2019a; (77) Santos *et al.*, 2018a; (78) Santos *et al.*, 2019a; (79) Santos & Meiado, 2017b; (80) Santos, 2017a; (81) Santos, 2020; (82) Santos *et al.*, 2017b; (83) Santos *et al.*, 2018b; (84) Santos, 2019b; (85) Santos & Dantas, 2019; (86) Santos *et al.*, 2018c; (87) Santos & Meiado, 2017c; (88) Santos *et al.*, 2019b; (89) Santos & Meiado, 2017d; (90) Santos & Meiado, 2017e; (91) Santos, 2017b; (92) Santos *et al.*, 2017c; (93) Santos & Meiado, 2019a; (94) Santos & Meiado, 2017f; (95) Santos & Meiado, 2019b; (96) Santos *et al.*, 2015; (97) Santos *et al.*, 2018d; (98) Silva *et al.*, 2010; (99) Silva *et al.*, 2019a; (100) Silva *et al.*, 2018a; (101) Silva *et al.*, 2019b; (102) Silva *et al.*, 2018b; (103) Silva *et al.*, 2018c; (104) Silva *et al.*, 2019c; (105) Silva *et al.*, 2018d; (106) Silva *et al.*, 2019d; (107) Silva *et al.*, 2020.

# CAPÍTULO 17

## USO DE NUTRAGREEN® COMO TRANSPORTADOR COLOIDAL PARA REDUCIR EL USO DE FERTILIZANTES Y PESTICIDAS EN PERAL

Data de submissão: 05/02/2021

Data de aceite: 24/02/2021

### **Samuel Álvarez-García**

Grupo Universitario de Investigación en  
Ingeniería y Agricultura Sostenible (GUIIAS),  
Instituto de Medio Ambiente,  
Recursos Naturales y Biodiversidad,  
Universidad de León,  
Avenida Portugal 41, 24071 León, España.  
<https://orcid.org/0000-0002-3423-7562>

### **Santiago Gutiérrez**

Grupo Universitario de Investigación en  
Ingeniería y Agricultura Sostenible (GUIIAS),  
Área de Microbiología,  
Escuela de Ingeniería Agraria y Forestal,  
Universidad de León.  
<https://orcid.org/0000-0001-6659-1390>

### **Pedro Antonio Casquero Luelmo**

Grupo Universitario de Investigación en  
Ingeniería y Agricultura Sostenible (GUIIAS),  
Instituto de Medio Ambiente,  
Recursos Naturales y Biodiversidad,  
Universidad de León,  
Avenida Portugal 41, 24071 León, España.  
<https://orcid.org/0000-0002-4432-9794>

### **Guzmán Carro-Huerta**

Grupo Universitario de Investigación en  
Ingeniería y Agricultura Sostenible (GUIIAS),  
Instituto de Medio Ambiente,  
Recursos Naturales y Biodiversidad,  
Universidad de León,  
Avenida Portugal 41, 24071 León, España.  
<https://orcid.org/0000-0003-4058-9983>

### **Álvaro Rodríguez-González**

Grupo Universitario de Investigación en  
Ingeniería y Agricultura Sostenible (GUIIAS),  
Instituto de Medio Ambiente,  
Recursos Naturales y Biodiversidad,  
Universidad de León,  
Avenida Portugal 41, 24071 León, España.  
<https://orcid.org/0000-0002-2117-593X>

### **Sara Mayo-Prieto**

Grupo Universitario de Investigación en  
Ingeniería y Agricultura Sostenible (GUIIAS),  
Instituto de Medio Ambiente,  
Recursos Naturales y Biodiversidad,  
Universidad de León,  
Avenida Portugal 41, 24071 León, España.  
<https://orcid.org/0000-0002-8291-680X>

**RESUMEN:** Nutragreen™ es una sustancia coloidal utilizada en aplicación foliar para mejorar la calidad de los vegetales y lograr mejores rendimientos. Su objetivo es facilitar el transporte de nutrientes dentro de las plantas, aumentando la eficacia de pesticidas y fertilizantes, reduciendo su dosis. El objetivo

de esta investigación fue evaluar este nanotransportador en cultivos leñosos. Este producto se aplicó con fertilizantes y pesticidas en una dilución de 1:10.000. Se utilizó un cultivo de peral (*Pyrus communis* L. cv. Conference) para probar este producto. En este experimento, se aplicaron dos tratamientos, NT (árboles de control) y T (árboles rociados con Nutragreen™). Los productos químicos se aplicaron cuatro veces durante la temporada, dos tratamientos fitosanitarios (un fungicida y un insecticida) y dos tratamientos con fertilizantes foliares. Los árboles de control (NT) se aplicaron los productos a las dosis recomendadas y en los árboles aplicados con Nutragreen™ (T) se redujo el 25% en fitosanitarios y del 50% en fertilizantes considerando las dosis recomendadas. Los resultados obtenidos en este ensayo no mostraron diferencias significativas en ninguno de los parámetros descritos anteriormente, pero mejoraron mediante el uso de Nutragreen™. Por lo tanto, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que es posible concluir, basándose en estos resultados preliminares, que la reducción de las dosis de fertilizantes y pesticidas no afectaron a los parámetros del fruto. En conclusión, fue posible tener una buena calidad de fruta y lograr una reducción de los insumos utilizando menos materia activa por aplicación, lo que generó beneficios ambientales.

**PALABRAS-CLAVE:** Ecológico. Nanopartículas. Sustancia Coloidal. Contaminación ambiental. Horticultura.

**ABSTRACT:** Nutragreen™ is a colloidal substance of foliar application for enhancing quality production of vegetables and achieving better yields. Its aim is to facilitate nutrients transportation inside plants, increasing their efficacy and, having a reduction of pesticides and fertilizer doses. This could lead to obtain sweeter fruits, bigger roots or plants more resistant against pests and adverse climatic factors. The aim of this research was to evaluate this carrier in perennial crops. This product is sprayed with fertilizers and pesticides in a dilution 1:10.000, due to its high potential as a nanocarrier. A pear orchard (*Pyrus communis* L. cv. Conference), was used for testing this product. Control trees (NT) were sprayed with products at recommended doses and trees sprayed with Nutragreen™ (T) were used a 25 % less in pesticides and 50% less in fertilizers at recommended doses. Ten fruits were collected per tree and they were evaluated: weight, size, firmness and °Brix. Results obtained in this assay did not show any significance differences in any of parameters described before, but they were improved by using Nutragreen™. Thus, no significance differences were observed between treatments so it can conclude in these preliminary results that reducing fertilizers and pesticides doses did not affect fruit parameters (weight, size, firmness and °Brix), even in one case could improve some parameters. Therefore, it is possible to harvest good quality fruit and achieve a reduction of inputs using less active matter per application, thus environmental benefits. As a preliminary study has proved that inputs were reduced. Further, some studies are needed by ensuring that quality and better yields are reached.

**KEYWORDS:** Organic. Nanoparticles. Colloidal Substance. Environmental pollution. Horticulture.

## 1 INTRODUCCIÓN

El uso de productos químicos en la agricultura ha disminuido ligeramente en los países desarrollados. Sin embargo, en los países en vías en desarrollo no hay una clara disminución de este consumo. Además, existe una subestimación del riesgo a la exposición de los productos fitosanitarios en la agricultura, siendo importante concienciar a los agricultores sobre el riesgo que ello conlleva (Espluga Trenc, 2004). Esto nos lleva a la persistencia de los residuos de estos fitosanitarios en los alimentos y en el medio ambiente que sigue siendo un problema que requiere una acción coordinada y responsable (Carvalho, 2006).

Por ello, Nutragreen™ es un producto natural que surge motivado por la gran dependencia de productos químicos y fertilizantes sintéticos en los cultivos, lo que ha favorecido el deterioro del suelo, la escasez de nutrientes e infecciones que se ha manifestado mediante bajos rendimientos y menor calidad. Se ha llegado a un ciclo degenerativo que compromete la sostenibilidad y la estabilidad de alimentos a una población creciente.

Los agricultores buscan remedios naturales sin renunciar a la productividad, calidad y rendimientos (Lamichhane et al., 2016). Una solución sostenible y ecológica es Nutragreen™, una herramienta para ayudar al agricultor, cuyo fundamento se basa en “la nanotecnología y la química coloidal al servicio del agricultor y del medio ambiente”. Nutragreen™ es una sustancia coloidal única que posee un tamaño de 0,6 nanómetros y que permite una mejor absorción de los productos a utilizar, favoreciendo una asimilación y mejor distribución de los productos aplicados reduciendo el número de aplicaciones.

Este producto es totalmente compatible con la agricultura ecológica por lo que, junto con las proyecciones de futuro del sector ecológico tanto en España como en Portugal, (Ferreira et al., 2016) lo convierten en un compuesto ideal para su uso en este tipo de producción.

La fruticultura en España es un sector competitivo y en expansión que representa más del 17% de la producción de la rama agraria. Ocupa más de cuatro millones de hectáreas destacando el amplio y diverso tejido industrial que existe a su alrededor (Hueso Martín & Cuevas González, 2014). En particular, el cultivo de la pera de variedad “Conference” es la más importante en España debido a su excelente calidad y adaptación al clima convirtiéndola en la variedad más extendida (Iglesias Castellarnau et al., 2016). La pera “Conference” se caracteriza por ser una fruta muy jugosa, dulce, fresca y muy agradable al paladar. Posee un bajo olor, alto valor en dulce y bajo en ácido con muy baja astringencia y propiedades de textura muy equilibradas. Una de las propiedades más

características de la Pera Conferencia es su “russeting” natural, que hace que su piel tenga un aspecto oxidado y con tonalidades verdosas (Alonso Gaité, 2011).

## 2 METODOLOGÍA

### 2.1 DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Se utilizó un cultivo de peral (*P. communis* cv. Conference) para probar este producto. Se utilizaron árboles de guarda entre tratamientos para evitar posibles problemas de contaminación cruzada. El experimento consistió en un diseño aleatorizado por bloques al azar (tres bloques según las diferentes características de la parcela) con un factor:

- T, árboles tratados con Nutragreen (dosis 0.01 l de producto/100 l de agua).
- NT, árboles control sin tratamiento de Nutragreen.

Se tomaron muestras de 20 árboles (10 árboles tratados con Nutragreen y 10 árboles testigo).

La aplicación de Nutragreen™ se siguió las recomendaciones del fabricante (dilución de 1:10.000).

Se realizaron cuatro aplicaciones sobre la plantación durante la campaña 2018.

Primeramente, se aplicó un tratamiento con oxiclóruo de cobre y con aceite de parafina a las dosis recomendadas para el tratamiento (NT) y el mismo tratamiento, pero con una reducción en la dosis del 25% y añadiendo el producto Nutragreen™ a una dilución 1:10.000 para el tratamiento (T). Se aplicó en el estado fenológico B (según Feckinger), yema comienza a hincharse.

Posteriormente, un tratamiento insecticida con imidacloprid a la dosis recomendada (NT) y el mismo tratamiento para el tratamiento (T) pero con una reducción de la dosis del 25% y la misma dilución de Nutragreen™ que en el anterior tratamiento. Se aplicó en el estado fenológico E (según Feckinger), en prefloración.

Finalmente, se aplicaron dos tratamientos con fertilizantes foliares basados en aminoácidos y micronutrientes durante la división celular con el fin de favorecer el tamaño final del fruto. Se utilizó a las dosis recomendadas para el tratamiento (NT) y para el tratamiento (T) se redujo al 50% la dosis del fertilizante foliar y se añadió a una concentración 1:10.000 el producto Nutragreen™. Se aplicó en estado fenológico G y posteriormente en I (según Feckinger), en caída de los primeros pétalos y en cuajado del fruto respectivamente.

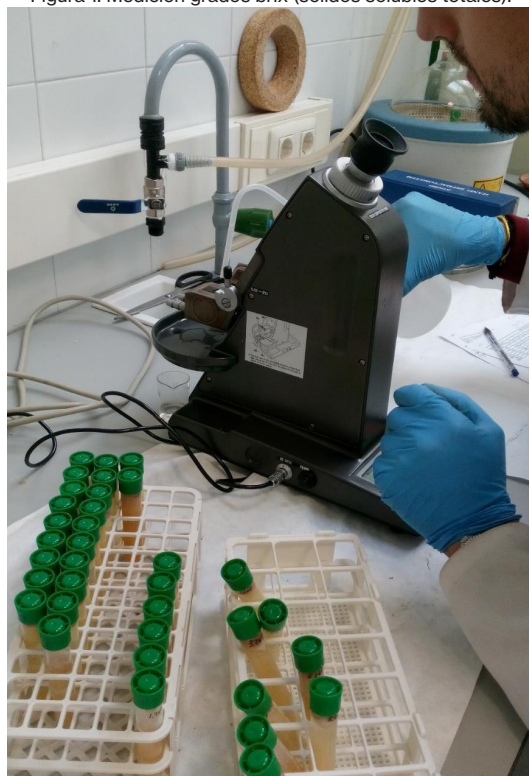
## 2.2 EVALUACIÓN DE LA COSECHA

Para la determinación de la recolección, se utilizó el método de la solución de yoduro potásico con el fin de determinar el momento óptimo de recolección de la cosecha (Brookfield et al., 1997). Se recolectaron diez frutos por árbol analizando sus características físicas, mecánicas y químicas.

Se evaluaron sus características físicas mediante el peso y el tamaño de la fruta. Mediante una báscula de precisión, se realizó el pesado en gramos de 10 frutos por árbol. También se realizaron mediciones mediante un calibre digital de mano para su diámetro, realizando dos mediciones perpendiculares en la parte más ancha del fruto.

Para la evaluación de las propiedades mecánicas, se determinó la dureza por medio de un penetrómetro digital debidamente calibrado. En la zona de máximo diámetro del fruto, se realizaron dos cortes en partes distintas. La capa de epidermis que se retiró tenía una superficie entre 1-2 cm<sup>2</sup>, donde se introdujo el penetrómetro. Se colocó el fruto en la plataforma del penetrómetro y de manera perpendicular se introdujo el pistón en el fruto. Se realizaron dos mediciones por fruto, obteniéndose el valor medio de la dureza de la pulpa en Newtons (N).

Figura 1: Medición grados brix (sólidos solubles totales).



Para la evaluación de las propiedades químicas de las frutas, se determinó el pH y el contenido de sólidos solubles totales. Para el pH se realizó un puré o cremogenado de cada fruto tras haberle retirado la piel y se midió directamente con un pHmetro. Se determinó el contenido de los azúcares (fructosa, sacarosa y glucosa, y en menor concentración sorbitol, xilosa, galactosa, rafinosa y estaquiosa (Colaric et al., 2007) mediante un refractómetro. Sobre el prisma inferior, se echaron unas gotas del zumo obtenido en la licuadora y se cerró el prisma. Seguidamente, se adecuó el ocular hasta que la escala quedó nítida y se ajustó la línea de reflexión en el punto medio de la cruz para realizar la lectura, expresada en grados Brix.

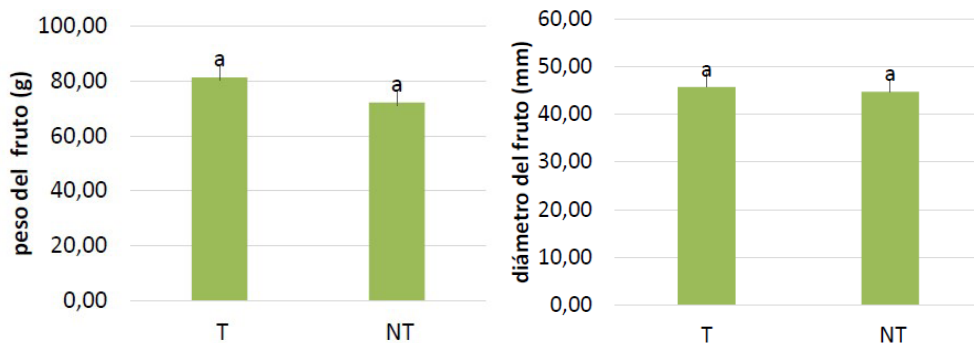
Con el objetivo de comparar los resultados obtenidos, se realizó un tratamiento estadístico de los datos mediante comparación de medias mediante la realización de ANOVA de una vía y su análisis *post-hoc* mediante el test de Tukey para establecer la existencia de diferencias entre los dos tratamientos ( $P < 0.05$ ). Los análisis estadísticos se realizaron con el programa informático SPSS (Statistics for Windows Version 21.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA).

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante todo el desarrollo vegetativo del cultivo, así como en recolección no se observó ningún daño causado por plagas o enfermedades en ninguno de los tratamientos. La fruta en ambos casos tuvo un aspecto comercial adecuado.

En lo referido a las propiedades físicas, el peso del fruto para los árboles tratados con Nutragreen (T) obtuvieron un valor medio de 81,34 g mientras que para los árboles sin tratar con Nutragreen (NT) fue de 72,17 g. Para la evaluación del diámetro del fruto, los árboles tratados con Nutragreen (T) fue de 45,44 mm de diámetro mientras que para NT fue de 44,73 mm. Para ambos casos no hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) (Figura 2).

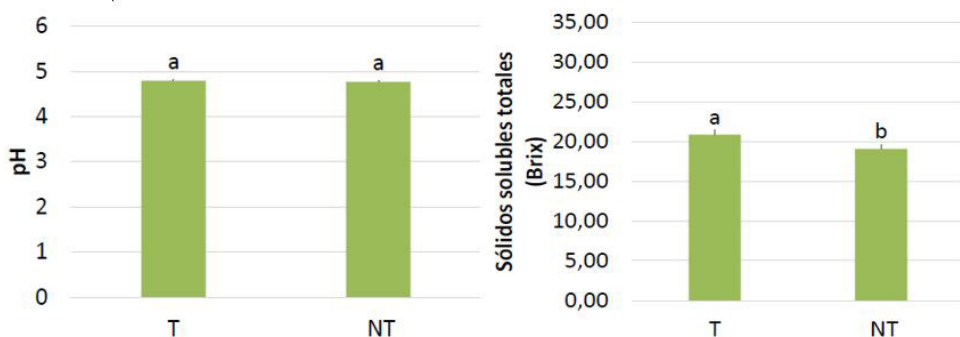
Figura 2: Propiedades físicas de la cosecha de pera. Izquierda: Peso medio del fruto (g). Derecha: Diámetro del fruto (mm). Las letras diferentes indican diferencias significativas Tukey ( $P < 0.05$ ). T: árboles tratados con Nutragreen. NT: árboles sin tratamiento de Nutragreen.





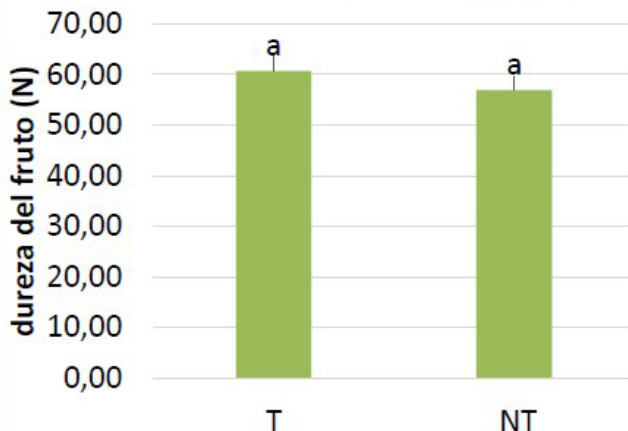
En lo referido a las propiedades químicas, el pH del fruto para los árboles tratados con Nutragreen (T) obtuvieron un valor medio de 4,79 mientras que para los árboles sin tratar con Nutragreen (NT) fue de 4,76, sin diferencias significativas entre los tratamientos. En el caso de los grados brix (contenido de sólidos solubles totales), los árboles tratados con Nutragreen (T) obtuvieron un valor de 20,83°Brix mientras que para NT fue 19,06°Brix. En aquellos árboles tratados con Nutragreen (T), se obtuvieron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), siendo significativamente mayor en aquellos árboles tratados con Nutragreen (Figura 3).

Figura 3: Propiedades químicas de la cosecha. Izquierda: Valor del pH del fruto. Derecha: Sólidos solubles totales (°Brix). Las letras diferentes indican diferencias significativas Tukey ( $P < 0.05$ ). T: árboles tratados con Nutragreen. NT: árboles sin tratamiento de Nutragreen.



Finalmente, se evaluó la dureza del fruto. Los árboles tratados con Nutragreen (T) obtuvieron un valor medio de 60,70 N mientras que para los árboles sin tratar con Nutragreen (NT) fue de 56,95 N, sin diferencias significativas entre los tratamientos  $P > 0.005$  (Figura 4).

Figura 4: Propiedades mecánicas de la cosecha. Dureza del fruto (N). Las letras diferentes indican diferencias significativas, Tukey ( $P < 0.05$ ). T: árboles tratados con Nutragreen. NT: árboles sin tratamiento de Nutragreen.





Los resultados obtenidos en este ensayo solo mostraron diferencias significativas en los sólidos solubles, pero todos los parámetros descritos mejoraron mediante el uso de Nutragreen™. Por lo tanto, es posible concluir, basándose en estos resultados preliminares, que la reducción de las dosis de fertilizantes y pesticidas mejoran o no afectan los parámetros del fruto, con lo que se redujo los residuos y la posible contaminación ambiental.

#### 4 CONCLUSIONES

La adición de Nutragreen permite obtener cosechas con una buena calidad de fruta y lograr una reducción en los insumos reduciendo la dosis de materia activa por aplicación. Así como un mayor contenido de sólidos solubles totales en fruto. Esto genera beneficios ambientales y una reducción en los costes. Por lo que mediante este estudio se demostró que el consumo de insumos podría reducirse.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso Gaite, A. (2011). *Caracterización sensorial y físico-química de manzanas reineta y pera conferencia, figuras de calidad en Castilla y León*. Universidad de León.

Brookfield, P., Murphy, P., Harker, R., & MacRae, E. (1997). Starch degradation and starch pattern indices; interpretation and relationship to maturity. *Postharvest Biology and Technology*, 11(1), 23-30. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(97\)01416-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(97)01416-6)

Carvalho, F. P. (2006). Agriculture, pesticides, food security and food safety. *Environmental Science and Policy*, 9(7-8), 685-692. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2006.08.002>

Colaric, M., Stampar, F., & Hudina, M. (2007). Content levels of various fruit metabolites in the «Conference» pear response to branch bending. *Scientia Horticulturae*, 113(3), 261-266. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.03.016>

Espluga Trenc, J. (2004). La exposición laboral a pesticidas en la agricultura. Un caso de aparente subestimación del riesgo. *Sociología del Trabajo*, 33, 33-60.

Ferreira, J., Técnica, A. A., Lda, B., & Vento, C. M. De. (2016). Perspetivas da agricultura biológica em Portugal e na União Europeia. *Iv Coloquio Nacional de agricultura biológica, Actas Portuguesas de Horticultura*, 25, 3-7.

Hueso Martín, J., & Cuevas González, J. (2014). La fruticultura del siglo XXI en España. En *Serie Agricultura (10): La Fruticultura del siglo XXI en España* (Número 10).

Iglesias Castellarnau, I., Vilardel, P., & Bonany, J. (2016). Innovación varietal en el Características y comportamiento de nuevas variedades. *Vida Rural*, 44-50.

Lamichhane, J. R., Dachbrodt-Saaydeh, S., Kudsk, P., & Messéan, A. (2016). Toward a reduced reliance on conventional pesticides in European agriculture. *The American Phytopathological Society*, 100(1), 10-24.

# CAPÍTULO 18

## CARACTERIZACIÓN AGROECOLÓGICA DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIOS SIPAS

*Data de submissão: 05/02/2021*

*Data de aceite: 24/02/2021*

**Gustavo Adolfo Alegría Fernández**

Docente Universidad del Cauca.

Popayán. Colombia.

[gustavoalegría@unicauca.edu.co](mailto:gustavoalegría@unicauca.edu.co).

CvLAC

<https://orcid.org/0000-0002-7211-108X>

**RESUMEN:** La investigación se centró en la implementación de una metodología de trabajo de campo que permite la caracterización y evaluación de la sustentabilidad agroecológica de fincas a partir de indicadores, mediante la utilización de herramientas de Investigación Acción Participativa IAP (Colmenares E., 2012). Ello permite un proceso recíproco entre el investigador y el productor, horizontal, de intercambio de saberes, en el cual prevalece el relacionamiento sujeto-sujeto (Borda, 1999). El trabajo se llevó a cabo en el municipio de Sotará, vereda Sachacoco, junto a varios miembros del resguardo indígena Yanacona. Se trabajó en 13 fincas, con 52 beneficiarios, a quienes se les hizo un acompañamiento

técnico, con el fin de fortalecer procesos productivos e identificar las posibles rutas de transición a sistemas integrados de producción agropecuaria SIPAS. La metodología consta de tres partes en la primera es la aplicación de guías de campo, luego una evaluación con una batería de indicadores de sustentabilidad agroecológica y la tercera parte es la generación de una ruta de transición participativamente (Spers, 2020). La caracterización de fincas permite identificar el nivel y estrategias de sustentabilidad que realizan los campesinos en las fincas, los modelos impulsados por la agricultura industrial en procura de aumentar los índices de producción y hacerla eficiente en el corto plazo, bajo la premisa de una alta productivista, llevo a que los pequeños productores campesinos asumieran una alta dependencia de agro insumos externos de sus sistemas productivos. Colocando en riesgo la soberanía alimentaria de las familias; contrario a esta incidencia, se debe fortalecer el diseño y modelos de producción diversificados, integrados y autosuficientes, donde predomine el cuidado de la naturaleza (Alegría, 2019). Los resultados ratifican que después de la caracterización de los sistemas productivos, las fincas diversificadas, integradas y con un grado mayor de autosuficiencia, son resilientes a los trastorno y cambios bruscos ambientales.

**PALABRAS CLAVES:** Investigación acción participativa. Apropiación social. Cambio climático. Agricultura industrial. Indicadores de sustentabilidad.

## AGROECOLOGICAL CHARACTERIZATION OF INTEGRATED SYSTEMS OF AGRICULTURAL PRODUCTION SIPAS

**ABSTRACT:** The research focused on the implementation of a fieldwork methodology that allows the characterization and evaluation of the agroecological sustainability of farms based on indicators, through the use of PAR Participatory Action Research tools. This allows a reciprocal process between the researcher and the producer, horizontal, of knowledge exchange, in which the subject-subject relationship prevails. The work was carried out in the municipality of Sotará, Sachacoco village, together with several members of the Yanacona indigenous reservation. Work was done on 13 farms, with 52 beneficiaries, who received technical support in order to strengthen production processes and identify possible transition routes to integrated SIPAS agricultural production systems. The methodology consists of three parts: the first is the application of field guides, then an evaluation with a battery of indicators of agroecological sustainability and the third part is the generation of a participatory transition route. The characterization of farms allows to identify the level and sustainability strategies that peasants carry out in the farms, the models promoted by industrial agriculture in an attempt to increase production rates and make it efficient in the short term, under the premise of high productivity, led small peasant producers to assume a high dependence on external agricultural inputs from their production systems. Putting the food sovereignty of families at risk; Contrary to this incidence, the design and diversified, integrated and self-sufficient production models must be strengthened, where the care of nature prevails. The results confirm that after the characterization of the productive systems, the diversified, integrated farms and with a greater degree of self-sufficiency, are resilient to upheavals and sudden environmental changes.

**KEYWORDS:** Participatory action research. Social appropriation. Climate change. Industrial agriculture. Sustainability indicators.

### 1 INTRODUCCIÓN

Los sistemas productivos campesinos, hoy requieren ser diversificados, integrados y autosuficientes, por ello cobra gran importancia hablar de los sistemas integrados de producción agropecuarios – SIPAS (Marasas et al., 2015). Desde una perspectiva regional en el departamento de Cauca-Colombia, se han convertido los SIPAS en una de las principales alternativas de la economía campesina, indígena y afro, en este sentido es necesario el apoyo a procesos productivos y sociales que existen en torno a los SIPAS con un cultivo principal que puede ser agrícola o pecuario (Acevedo O & J., 2018). Las organizaciones sociales como el Comité de Integración del Macizo Colombiano – CIMA, impulsa y se sustenta su producción bajo esta propuesta, la cual les permite una

producción, basada en procesos agroecológicos y territoriales apoyados en lo cultural, lo político y en la economía propia.

La prolongada lucha de las comunidades campesinas en el sector rural para el reconocimiento de las necesidades básicas, que hasta la fecha se mantienen insatisfechas y, sobre todo, en el tema productivo agropecuario, que el Estado hace caso omiso a las protestas e inconformidades, que debilitan cada vez más el ser campesino (Forero, 2016). Dicho sector productivo no representa grandes entradas de ingreso para el Estado, como si otros sectores como la industrial, la minería o los servicios. Esta situación de abandono y vulnerabilidad es aprovechada por el mercado capitalista donde la agricultura industrial y sus casas comerciales impulsan la masiva venta de agro insumos químicos, logran generar una solución rápida pero a corto plazo, toda vez que deteriora el ambiente debido por su constante uso (Naredo, 2007), al igual contaminan el agua, disminuye la biodiversidad macro y microbiológica del entorno y por ende, la disminución del potencial productivo de los suelos, acompañado del aumento de la dependencia externa de insumos, que disminuye el ingreso percibido por parte del productor (Lef, 1993). A la vuelta de algunos años, genera en las fincas un desbalance mineral, aumenta la salinidad o acidez del suelo, una marcada reducción de microorganismos edáficos, la erosión del suelo, disminuye su capacidad de almacenamiento de agua y nutrientes, entre innumerables daños (Gliessman et al., 2007). Los campesinos se ven cada vez más afectados por la presión de un mundo más globalizado donde prima el producir más rápido, más volumen y más barato, obligando a los cultivadores a la adopción de paquetes tecnológicos más dependientes pero que implican un desbalance negativo de los costos de producción y de la biodiversidad (González, 2012). Donde cada vez más se erosionan los conocimientos y prácticas, de sistemas productivos integrales, es urgente entonces promover el diseño y modelos de producción diversificados, integrados y autosuficientes, donde predomine el cuidado de la naturaleza, las semillas criollas, los circuitos cortos abastecimiento alimentario, la diversidad étnico-cultural de los pueblos y la diversidad biológica de los territorios (Toledo et al., 2008).

Para ello, es necesario avanzar en la consolidación de metodologías y herramientas, que permitan una caracterización holística, de las unidades productivas, mediante una evaluación de indicadores sustentable, para consolidar la planificación y rutas de transición agroecológica, no obstante, es muy poco lo que se encuentra en la literatura sobre los sistemas integrados de producción agropecuarios SIPAS (Acevedo O & J., 2018).

El sustento de esta investigación se realizó en el corregimiento de Sachacoco esta ubica al noroccidente del Municipio de Sotará, departamento del Cauca-Colombia, se encuentra a una altura de 1.800 m.s.n.m., tiene una temperatura de 19°C, para llegar

a este corregimiento existen tres vías de acceso, sin embargo, la más usada y que se encuentra en mejor estado es, saliendo de Popayán y tomando la carretera Panamericana al sur hasta el puente de los Robles Km 8, aquí se desvía 2 Km hasta encontrar la vereda de Sachococo, la vía de acceso, se encuentra en regular estado debido a que no es pavimentada y en época de invierno se hacen encharcamientos, sumado a esto, presenta un relieve con lomas alargadas y pendientes moderadas a fuertes entre 50 y 75 %. Sus actividades fundamentales son la agricultura y la ganadería vacuna doble propósito (producción de carne y leche), los principales productos agrícolas son: papa, ulluco, café, hortalizas y frutales, tomate de árbol, fresa, lulo, mora, entre otros.

Esta propuesta epistémica y práctica reivindica que existen otras formas de relacionarnos con la naturaleza y en ese camino validar modelos sustentables en los sistemas integrados de producción (Alegría, 2019). La metodología se divide en tres momentos: primero, el levantamiento topográfico y la caracterización de los sistemas y subsistemas productivos, el segundo determina participativamente con el productor el estado de la sustentabilidad de la finca por medio de indicadores, el tercero, propone el diseño y el plan de implementación de una ruta consensuada de transición agroecológica con enfoque territorial con el productor a su unidad productiva, con el fin de avanzar hacia un sistema integrado de producción agropecuario SIPA (GUTIÉRREZ V et al., 2013).

Las fincas que están trabajando con fundamentos de los SIPAS, garantiza la permanencia de la producción sustentable y como tal dan un soporte a los procesos territoriales locales (Alexandre et al., 2017). Así como también es necesario que las fincas que aún no poseen ese enfoque sustentable realicen la transición hacia los SIPAS, sistemas sustentables (Gliessman et al., 2007) y que esos lugares se conviertan también en espacios de fincas escuelas demostrativas agroecológicas para el territorio.

## 2 MÉTODO

Se implementó una metodología que incluye, la caracterización de finca, la evaluación mediante indicadores de sustentabilidad, la generación de una ruta de transición agroecológica y la postpuesta de un sistema integrado de producción agropecuaria. Para llevar a cabo este trabajo se realizan 4 salidas de campo.

En la primera salida, se realiza el trabajo de caracterización, lo que se hace es llenar unas guías junto con el productor haciendo un recorrido alrededor de la finca para ir conociendo cada uno de los subsistemas que la integraban. Se elabora un mapa de uso actual, y luego un mapa soñado; también se evalúan las principales actividades productivas de la zona y la finca, las características del suelo, los bosques y las fuentes de agua, los roles de los miembros de la familia y la participación de mujeres y jóvenes, el

destino de la producción, la participación en procesos comunitarios, organizativos y las instituciones que apoyan los procesos productivos.

La evaluación de indicadores de sustentabilidad, se realiza en la segunda salida, donde se evalúan todos los aspectos tanto positivos como negativos, para así poder identificar los problemas o fallos que presenta cada finca en los componentes, ambientales, económicos, socio culturales, técnico agrícola y técnico pecuario, aquí junto al productor se evalúa la finca calificando de 1 a 5.

La ruta de transición se realiza en la tercera salida, donde cada productor, realizan la propuesta de la ruta de transición, el cual se concretan metas comunes con el investigador, con el fin de que se defina la proyección y el diseño de un sistema integrado de producción agraria sostenible, introduciendo compromisos y beneficios al futuro, contribuyendo así a dar un mejor uso a los recursos naturales disponibles y mejorando la sustentabilidad de la finca. En la cuarta y última salida, se socializa a los productores los resultados del trabajo.

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El trabajo se llevó a cabo en el municipio de Sotará, vereda Sachacoco, con las familias pertenecientes al resguardo indígena Yanacona, se trabajó con 13 fincas, es decir, con 52 beneficiarios directos y 208 indirectos, el fin es fortalecer procesos productivos.

Tabla1. Promedio de indicadores de cada finca y de las 13 fincas de Sotará.

FINCA	INDICADORES ECONÓMICOS	INDICADORES AMBIENTALES	INDICADORES SOCIO CULTURALES	INDICADORES TÉCNICO PECUARIO	INDICADOR RES TÉCNICO AGRÍCOLA	SUSTENTABILIDAD POR UNIDAD PRODUCTIVA
1	3,0	3,1	2,7	3,2	3,8	3,2
2	3,4	3,5	3,4	2,1	2,6	3,0
3	1,5	4,0	3,7	No aplica	3,8	3,2
4	2,3	3,6	3,7	2,1	3,8	3,1
5	2,3	4,0	4,2	2,1	2,6	3,0
6	3,6	3,4	4,2	3,0	2,9	3,4
7	3,0	3,6	4,5	3,6	3,9	3,7
8	3,4	3,9	3,5	2,0	3,7	3,1
9	3,9	3,8	2,7	4,6	4,4	3,9
10	3,4	3,9	4,1	2,1	3,7	3,4
11	2,5	3,6	2,8	2,3	3,6	3,0
12	3,6	3,4	3,8	3,2	3,0	3,4
13	2,9	3,4	3,6	3,1	2,9	3,2
PROMEDIO	3	3,6	3,6	2,8	3,4	

Fuente: propio autor del trabajo

La evaluación de las trece fincas mediante indicadores de sustentabilidad permite medir el estado actual de las fincas, e identificar las alertas de deterioro ambiental, económico y social en las unidades productivas. La matriz representa la evaluación por indicadores de las trece fincas caracterizadas donde se evaluó:

La dimensión economía: el indicador menor fue 1,5 y el mayor indicador es 3,6 el promedio de las diez fincas es de 3,0. En la dimensión ambiental: el promedio de las fincas es de 3,6 siendo uno de los mayores promedios de las dimensiones evaluadas. En la dimensión socio cultural: el indicador más alto es de 4,2 debido al grado de participación de la finca en procesos organizativos, asistencia a reuniones, liderazgo en la zona, conformación del resguardo indígena y gestión en procesos de soberanía alimentaria que generan en la finca.

La dimensión técnica pecuaria: es una de las menores debido a que el componente animal en los sistemas integrados de las fincas no está desarrollado en su totalidad, teniendo calificaciones de 2,8 esto dificulta el principio de integración de las unidades productivas y aumenta la dependencia de insumos externos. En la última dimensión técnica agrícola: las fincas vienen desarrollados procesos de recuperación de semillas propias con una calificación de 3,2 que es aceptable, pero se deben generar estrategias de mejoramiento.

La evaluación por indicadores de sustentabilidad permite medir el estado actual de las fincas e identificar las prácticas sustentables y las alertas de deterioro ambiental, económico y social en las unidades productivas (Nicholls & Altieri, 2018), para este caso de estudio la finca 9 tiene los mejores indicadores de sustentabilidad.

Figura 1. Consolidado de las 13 fincas de Sotará.  
Evaluación de Indicadores de Sustentabilidad



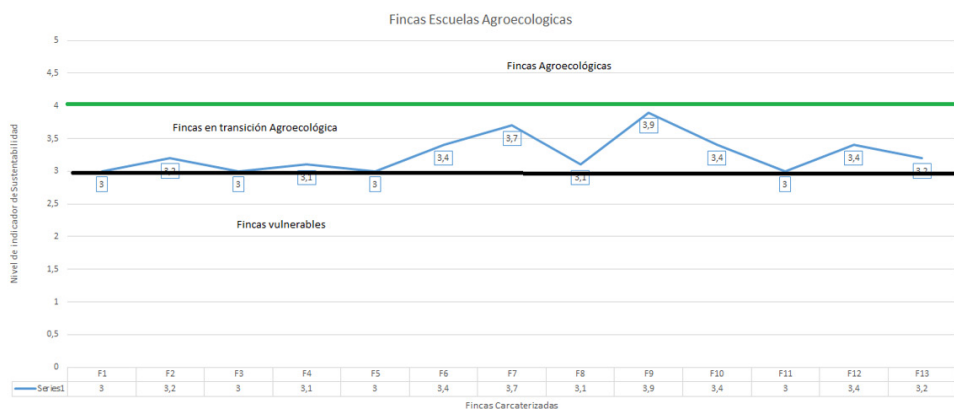
Fuente: propio autor del trabajo

En la evaluación de indicadores de sustentabilidad, la gráfica anterior muestra la calificación de los indicadores de sustentabilidad a nivel de paisaje, como se puede observar los indicadores ambientales y sociales tienen una calificación de 3.6, debido a que son unidos, participan en mingas, se reúnen constantemente en el salón de junta de acción comunal y gestionan asesorías técnicas, en lo ambiental también la mayoría cuida los recursos naturales, se ven variedad de árboles y gran cantidad de biodiversidad, hacen uso adecuado de los recursos naturales, la mayoría tienen fuentes hídricas en la parte de debajo de las fincas, hay guadua y árboles para que no se sequen las fuentes hídricas, sin embargo, la quebrada está siendo contaminada por las aguas mieles del café, la mayoría no cuentan con soluciones ambientales como atrapa grasas o biofiltros.

En cuanto a los indicadores técnico pecuarios, son los más bajos con una calificación de 2.8, esto debido a que casi todas las fincas tienen el componente pecuario, pero lo tienen muy descuidado y en la mayoría no se les brinda bienestar animal, ni llevan registros de sanidad y alimentación; el componente técnico agrícola también muestra una calificación regular de 3.4, esto se debe a que a pesar de que los cultivos de café están intercalados con plátanos, árboles y otros cultivos, no tienen un arreglo espacial, cabe resaltar que la mayoría han renovado los cafetales y los han organizado con distancias de siembra, de modo que se ve ordenado; respecto a los indicadores económicos, en la mayoría de fincas no hay un flujo de caja constante, porque no escriben en un calendario las fechas de siembra, por eso solamente hay cosecha por épocas.

Con el análisis de la información de campo se construye y se promueve participativamente una ruta de transición agroecológica para el diseño de las fincas como sistemas integrados de producción SIPAS (Sarandón & Flores, 2014).

Figura 2. Nivel de sustentabilidad de las fincas caracterizadas de Sotará.



Fuente: propio autor del trabajo



En la gráfica se determina con el color verde las fincas que están sobre esta línea la calificación es superior a 4, se convierten en las fincas escuelas demostrativas agroecológicas en la región, por los altos índices de sustentabilidad en cada una de las dimensiones evaluadas; en color negro con puntaje superior a 3 las fincas que están en transición en las cual se debe mejorar algunas prácticas agroecológicas para alcanzar mayores niveles de sustentabilidad y las fincas que están por debajo de la línea negra son las fincas con una puntuación menor a 3 las cuales se identifican muchas limitantes productivas y vulnerables a los cambios climáticos; con estos insumos se desarrolla para cada una de la fincas junto al propietario un diseño de ruta de transición agroecológica que permite llegar a la situación deseada un nivel de sustentabilidad en cada finca de rango o nivel 5 situación ideal que se busca en todas las dimensiones, Ambiental. Económica. Socio cultural y técnico productiva (Sarandón & Flores, 2014).

#### 4 CONCLUSIONES

La caracterización y evaluación de la sustentabilidad de las fincas, a partir de indicadores, permite tener estrategias en la construcción de rutas de transición agroecológica como una herramienta potente en proceso de gobernanza de los territorios, planificando desde la finca, vereda y micro cuenca.

Las fuentes hídricas están generalmente en la parte de abajo de las fincas, las cuales son contaminadas por las aguas mieles del café, para ello se dio una solución a corto plazo con un atrapa grasa para disminuir la contaminación, se recomienda utilizar las aguas mieles tratadas como un recurso para implementar un sistema de riego a los lotes de café y mejorar las instalaciones en donde se hace el tratamiento de aguas. En las unidades productivas de la región deben sembrar más árboles cerca a la quebrada de agua y recolección de aguas lluvias para las necesidades pecuarias y agrícolas. Para mejorar la fertilidad del suelo se concretó la aplicación de abono orgánico en los cultivos y sembrar más limoncillo para mayor cobertura y amarrar el suelo, esto con el fin de evitar erosión, además hacer reforestación para proteger fuentes hídricas y mejorar la conservación de fauna y flora silvestre.

Otro aspecto general que se veía en las fincas es que no se realizan labores culturales a los árboles del bosque, ni se reponen rápidamente los árboles o guaduas, lo cual afecta la biodiversidad, por ello se debe hacer un buen manejo a los árboles.

Trabajar la parte de agroindustria rural, para darles un valor agregado, también disminuir la dependencia de agroinsumos, fabricando biopreparados y abonos orgánicos, para disminuir los costos en fertilizantes químicos y para que las plantas tengan una mejor

producción y ayudando a la estructura y propiedades del suelo. Gestionar proyectos como comunidad, para que la alcaldía los apoye en la parte financiera para trabajar tanto en compostera y como en el tratamiento de aguas mieles, también gestionar proyectos con las universidades para asesoría del manejo, organización y administración de la finca; otra propuesta es generar diversas fuentes de ingreso, para no depender de un solo cultivo.

Llevar registros de las actividades que se hacen y anotar las fechas de siembra cosecha y todas las demás labores culturales, unirse como comunidad para realizar mingas y trabajar en equipo, así mismo organizarse para producir diversidad de alimentos y hacer trueques con los vecinos para que no vean entre ellos como competencia, sino que haya diversidad y todos se beneficien. También tener en cuenta las épocas de siembra y cosecha, basándose en las fases de la luna, enseñar todos los conocimientos adquiridos a las futuras generaciones.

Conservar especies nativas, diversificar las fincas con diferentes cultivos y árboles, realizar plan de fertilización de cada cultivo, aplicar abonos orgánicos y un hacer un manejo integrado de plagas y enfermedades. Llevar registros en un calendario con las labores anuales y costos de cada actividad agrícola realizada, con el fin de llevar un registro de todo el dinero que invierta, como también el registro de las ventas para poder hacer una evaluación de rentabilidad.

Disminuir la compra de alimentos comerciales con el fin de minimizar costos, a cambio realizar concentrados artesanales o suplementos elaborados con materiales propios de la zona, se les debe proporcionar agua limpia y potable, y proporcionarles un lugar agradable para que tengan bienestar animal; así mismo tener un plan de nutrición animal, según sus requerimientos en cada etapa productiva, realizar control sanitario y un plan de vacunación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo O, Á., & J, N. (2018). Agroecología. Experiencias comunitarias para la agricultura familiar en Colombia. In *Agroecología. Experiencias comunitarias para la agricultura familiar en Colombia*. Universidad del Rosario. <https://doi.org/10.12804/tp9789587842326>

Alegría, G. (2019). La agroecología una estrategia de educación ambiental. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).

Alexandre, J., Da Costa, A., Jesús Pérez Luna, E., Giovanni, S., Villafuerte, E., Kichel, A. N., & Reis, F. A. (2017). *SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA-SIPA, TODOS LOS MOTIVOS PARA INICIARLOS*.

Borda, O. F. (1999). Orígenes universales y retos actuales de la IAP. In *Análisis Político* (Issue 38). <https://revistas.unal.edu.co/index.php/anpol/article/view/79283>

Colmenares E., A. M. (2012). Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. *Voces y Silencios. Revista Latinoamericana de Educación*, 3(1), 102-115. <https://doi.org/10.18175/vys3.1.2012.07>

Forero, A. (2016). *Contribución al entendimiento de la adaptabilidad y la resiliencia de la economía campesina colombiana*.

Gliessman, S. R., Rosado-May, F. J., Guadarrama-Zugasti, C., Jedlicka, J., Cohn, A., Gliessman, S. R., Rosado-May, F. J., Guadarrama-Zugasti, C., Jedlicka, J., Cohn, A., Mendez, V. E., Cohen, R., Trujillo, L., Bacon, C., & Jaffe, R. (2007). *Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad Part of the Environmental Studies Commons Recommended Citation*. <http://scholarcommons.scu.edu/ess>

GUTIÉRREZ V, L. A., RUIZ M, L. R., VIVAS-QUILA, N. J., & LONDOÑO-VELEZ, L. A. (2013). Diseño De Un Sistema Integrado De Producción Agropecuaria En El Municipio De Popayán (Cauca) Tt - Design of an Integrated System for Agricultural Production in the Popayán (Cauca) Municipality Tt - Desenho De Um Sistema Integrado De Produção Agropecuári. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2), 164-172. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612013000200019&lang=pt%0Ahttp://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11n2/v11n2a19.pdf](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612013000200019&lang=pt%0Ahttp://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11n2/v11n2a19.pdf)

Lef, E. (1993). *SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES*.

Marasas, M., Blandi, M. L., Dubrovsky Berensztein, N., & Fernández, V. (2015). MARCO TEÓRICO TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA: CARACTERÍSTICAS, CRITERIOS Y ESTRATEGIAS. DOS CASOS EMBLEMÁTICOS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA. In *Agroecología* (Vol. 10, Issue 1). <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300731>

Naredo, M. (2007). *Las raíces económicas del deterioro ecológico y social*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2512713>

Nicholls, C. I., & Altieri, M. A. (2018). Pathways for the amplification of agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(10), 1170-1193. <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1499578>

Spers, E. E. (2020). Agrárias: Pesquisa e Inovação nas Ciências que Alimentam o Mundo IV. In *Agrárias: Pesquisa e Inovação nas Ciências que Alimentam o Mundo IV*. Editora Artemis. [https://doi.org/10.37572/edart\\_255311220](https://doi.org/10.37572/edart_255311220)

Toledo, / V M, Barrera-Bassols, N., Toledo, V. M., & Barrera-Bassols, N. (2008). *La memoria biocultural : la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales POLITICAL ECOLOGY: STRUGLESS FOR LIFE IN MEXICO View project Ethnopedology View project*. <https://www.researchgate.net/publication/31865682>

# CAPÍTULO 19

## LEITE A PASTO EM SISTEMA DE PASTOREIO RACIONAL VOISIN (PRV) COMO FORMA DE RESISTÊNCIA À “SOJIFICAÇÃO DA SOCIEDADE”: O CASO DA FAMÍLIA SCHIMITH DA ROCHA

Data de submissão: 05/02/2021

Data de aceite: 24/02/2021

### Tatiana Aparecida Balem

Eng. Agrônoma,  
Mestre e Dra. Em Extensão Rural,  
Professora EBTT IFFarroupilha/RS  
Campus Júlio de Castilhos.  
Email: tatiana.balen@iffarroupilha.edu.br  
<http://lattes.cnpq.br/6538418369078880>

### Ricardo Lopes Machado

Médico Veterinário,  
Extensionista Rural  
EMATER/RS E.M. Santa Maria/RS.  
<http://lattes.cnpq.br/1718649717421860>

**RESUMO:** Este ensaio discute o processo de transição de sistemas de produção da família Schimith da Rocha, residente no município de Santa Maria/RS. O objetivo do trabalho é refletir os motivos que levaram a família, com tradição na produção de soja, a abandonar a referida atividade em um cenário atual de “sojificação da sociedade” para se dedicar integralmente a atividade leiteira de base ecológica. O trabalho foi desenvolvido através de observação, entrevista e análise dos dados técnicos, econômicos e produtivos dos sistemas de

produção. Em 2012 a soja ocupava 86% da área produtiva da propriedade e a atividade leiteira apenas 14%. Em 2018, a atividade leiteira ocupava 69% da área produtiva e a soja 31%. A partir de 2019, 100% da área produtiva foi ocupada pela atividade leiteira. De 2016 para 2020 houve um incremento da renda líquida mensal da atividade leiteira de 208%. A família afirma que apesar do leite ser uma atividade com maior demanda de trabalho, o sistema atual possibilita o não uso de agrotóxicos, maior renda e possibilidade da sucessão rural na propriedade, onde os dois filhos jovens visualizam a permanência no meio rural. Os referenciais técnicos de base ecológica utilizados na produção leiteira, ou seja, produção de leite a base de pasto, sob Pastoreio Racional Voisin, foram determinantes para a migração do sistema produtivo soja para o sistema produtivo leite. Os comparativos de renda líquida por unidade de área (ha), na cultura da soja e na atividade leiteira; o maior impacto ambiental causado pela cultura da soja em relação a atividade leiteira, o que reflete também no cotidiano e na qualidade de vida da família agricultora; a real possibilidade da reprodução social no campo possibilitada por sistemas de produção de base ecológica, são questões de fundo do ensaio.

**PALAVRAS-CHAVE:** Atividade Leiteira. Cultura da soja. Produção de base ecológica.

## PASTURE MILK WITH VOISIN RATIONAL GRAZING SYSTEM AS A FORM OF RESISTANCE TO “SOCIETY’S SOJIFICAÇÃO”: THE CASE OF THE SCHIMITH DA ROCHA FAMILY

**ABSTRACT:** This paper discusses the production system transition of Schimith da Rocha family, resident in Santa Maria- RS municipality. The paper aims reflect about reasons family with soybean production tradition, to abandon de soybean culture in actual scenery of “society's sojificação” for to dedicate themselves entirely to ecologically based dairy activity. The paper was development with observation, interview and technical, productive and economics data analyses of the production systems. In 2012 the soybean occupied 86% of productive area and the dairy activity only 14%. In 2018, the dairy activity occupied 69% of area and the soybean, 31%. Since 2019, 100% of the area was occupied with dairy activity. From 2016 to 2020 there was an increase in the monthly net income of dairy activity of 208%. The family says that even though milk is an activity with a higher demand for work, the current system allows the non-use of pesticides, higher income and the possibility of rural succession on the property, where the two sons thinking in their stay in countryside. The technical references about ecological dairy production used, that is, pasture-based milk production, under Voisin Rational Grazing, were decisive for the migration from the soybean production system to the milk production system. Comparisons of net income per unit area, in soybean and dairy activity; the greater environmental impact caused by soybean culture in relation to dairy activity, which also reflects in the daily life and life's quality farming family; the real possibility of social reproduction in the field made possible by ecologically based production systems are fundamental questions of the essay.

**KEY WORDS:** Dairy activity. Soybean culture. Ecology production.

### 1 INTRODUÇÃO

O setor leiteiro mundial pode ser considerado como uma das principais cadeias produtivas, pois são 133 milhões de propriedades, 363 milhões de cabeças com aptidão leiteira, 20% das terras agrícolas do planeta ocupadas e mais de 600 milhões de pessoas que vivem em propriedades leiteiras (FIGUEIREDO, 2019). O leite é o 3º produto agropecuário em produção total e o 1º em valor monetário, fornecendo 5% da energia, 10% da proteína e 9% da gordura consumida em nível global (FIGUEIREDO, 2019). O Brasil é o quarto maior produtor mundial de leite (FAO, 2017) e este produto é o quarto produto nacional com maior valor bruto de produção (CNA, 2020), sendo essencial no suprimento de alimentos e na geração de emprego e renda.

De acordo com Hirakuri e Lazzarotto (2014) a cultura da soja está entre as atividades econômicas que apresentaram os crescimentos mais expressivos nos últimos anos. A consolidação da soja como fonte de proteína vegetal, as características

agronômicas da cultura que possibilitam o seu cultivo em diferentes regiões do mundo, inclusive com diferenças climáticas significativas, o investimento massivo em pesquisa e a geração de tecnologias que viabilizaram a expansão e produção em larga escala da cultura atingido novas fronteiras agrícolas, conferem a essa o *status* de uma das culturas de maior importância econômica do agronegócio brasileiro e mundial (HIRAKURI e LAZZAROTTO, 2014). De acordo com o USDA (2020) a produção mundial de soja gira em torno de 337,298 milhões de toneladas, sendo a estimativa da área plantada de 122,647 milhões de hectares (ha). O Brasil é o maior produtor mundial de soja, seguido dos Estados Unidos e Argentina (USD, 2020). A área plantada com soja no Brasil é de 37 milhões de hectares (USD, 2020), comparativamente com a área cultivada com cereais, leguminosas e oleaginosas, 65,6 milhões de ha, a cultura da soja representa 57,8% da área plantada. Se compararmos com o total de lavouras temporárias e permanentes no Brasil (81,3 milhões de hectares) a cultura da soja ocupa 45,5% da área de lavouras (IBGE/SIDRA, 2020).

De acordo com a Confederação Nacional da Agricultura (CNA, 2020) o *ranking* do Valor Bruto da Produção no Brasil (VBP) em 2020, contabilizado em bilhões de reais (R\$) é o seguinte: soja (R\$ 175,63); carne bovina (R\$ 139,71); milho (R\$ 90,70); leite (R\$ 50,86); cana-de-açúcar (R\$ 47,43); frango (R\$ 43,87), café (R\$ 28,55); algodão (R\$ 20,47). Com esses dados percebemos que o leite e soja são duas importantes cadeias produtivas no entanto, o que observamos no Rio Grande do Sul (RS) é uma diminuição do número de famílias produtoras de leite e as áreas antes ocupadas com leite passam a ser ocupadas por soja (IGL/ EMATER/RS-ASCAR, 2015; EMATER/RS-ASCAR, 2017 e 2019; BALEM ET AL, 2019; MARCON, 2019).

Esse ensaio apresenta uma discussão sobre o processo de sojificação da sociedade e a influência dessa na cadeia produtiva do leite, além disso, mostra um processo de transição de uma família que tinha a cultura da soja como principal atividade e mudou para atividade leiteira, ou seja, o contrário do que tem acontecido com muitas famílias no estado. Dessa forma, apresenta-se as variáveis influenciadoras nessa tomada de decisão da família. Assim o objetivo do trabalho é refletir sobre os motivos que levaram a família, com tradição na produção de soja, a abandonar a referida atividade em um cenário atual de “sojificação da sociedade” para se dedicar integralmente a atividade leiteira de base ecológica.

## 2 METODOLOGIA

A propriedade da família Schimith da Rocha está localizada no município de Santa Maria-RS, BR, em uma região de abrangência do Bioma Pampa. A propriedade possui 84 ha

de área total, sendo 75ha de área útil. O trabalho foi desenvolvido através de observação e análise dos dados técnicos e produtivos dos sistemas de produção, levantados através do acompanhamento técnico da propriedade desde 2012. O registro dos dados econômicos, produtivos e técnicos relativo ao manejo do rebanho e das pastagens se deu a partir de 2016 através da planilha GPL (Gestão da Produção do Leite) da Emater/RS-ASCAR. Da mesma forma, nesse período através de uma planilha contábil, se estabeleceu o fluxo de caixa da cultura da soja, contabilizando-se também a depreciação de máquinas e equipamentos envolvidos no cultivo. O trabalho de extensão rural com a família, desenvolvido pela EMATER/RS, iniciou em 2011. Esse trabalho de extensão rural visa a mudança dos sistemas produtivos de leite convencionais para sistemas de base ecológica, com Pastoreio Racional Voisin (PRV) como tecnologia de fundo.

Além disso, outros instrumentos de coleta de dados foram: a observação, pois um dos autores desse artigo é o extensionista que acompanha a propriedade; e aplicação de uma entrevista. Para Minayo (1997), numa pesquisa científica os tratamentos quantitativos e qualitativos podem se complementar, engrandecendo a análise e as discussões finais. A análise dos dados foi realizada pela análise interpretativa e comparativa, avaliando dados técnicos, econômicos e sociais da atividade leiteira.

### **3 PRODUIR SOJA OU LEITE NA AGRICULTURA FAMILIAR? UMA DECISÃO INFLUENCIADA PELA “SOJIFICAÇÃO” DA SOCIEDADE**

O avanço e expansão do cultivo da soja, no estado do Rio Grande do Sul (RS), vêm causando uma grande pressão nos ecossistemas e comunidades locais. Resulta em concentração de renda e terra, êxodo rural e uma percepção social e produtiva “quase religiosa”, a que chamamos de “sojificação da sociedade”. O termo “sojificação da sociedade” explica o domínio técnico, econômico, de infraestrutura de apoio à produção (insumos, assistência técnica, serviços, máquinas, crédito agrícola) e de mercados estabelecidos, voltados basicamente para a soja, em regiões inteiras (BALEM e ALVES, 2020). No Brasil, a cultura da soja passou de 949 mil hectares (ha) na safra 1976/1977, para 36,950 milhões de hectares na safra 2019/2020, e o Rio Grande do Sul (RS) é o terceiro maior estado brasileiro produtor do grão, com 5,902 milhões de hectares plantados (CONAB, 2020). De acordo com Feix e Leusin Jr. (2019), no RS há 365.052 estabelecimentos agropecuários ocupando uma área de 21,7 milhões de hectares. Essa área ocupada pelos estabelecimentos está distribuída: 42,2% ocupadas por pastagens, 36,2% por lavouras e 21,5% distribuídos nas categorias matas e florestas e outros usos. Feix e Leusin Jr. (2019) ainda apresentam que os dados dos últimos sensores revelam um

crescimento da área ocupada por lavouras em dois pontos percentuais, enquanto houve uma queda da área ocupada por pastagens em 3,3 pontos percentuais. Como a área dos estabelecimentos ocupada por matas e florestas aumentou, a lavoura está ocupando progressivamente áreas antes ocupadas por pastagens (FEIX e LEUSIN Jr., 2019).

Comparando a área total ocupada por lavouras, ou seja, 7,855 milhões de ha, e a área ocupada pela cultura da soja, 5,902 milhões de ha, percebe-se que essa cultura ocupa 75,14% da produção vegetal do estado. As lavouras temporárias e permanentes ocupam em torno de 9 milhões de hectares, sendo que de 95% dessa área são voltados à produção de grãos. Além disso, a cultura da soja responde a 52% das exportações referentes ao agronegócio do estado do RS. Outros produtos de significativa importância na exportação do agronegócio do estado são fumo e subprodutos (13%), carnes e produtos (10%), produtos florestais (9%), cereias e farinhas (4%), couro e peleteria (3%), máquinas e equipamentos agrícolas (2,5%) e demais produtos (6,5%) (FEIX e LEUSIN Jr., 2019).

Nesse cenário onde o ideário do agronegócio impera, agravado pela hegemonia de uma única cultura, a soja passa ser a cultura sinônimo de “sucesso” para a sociedade e, principalmente para os agricultores. Claramente ocorre um processo de reificação da cultura agrícola. Para Berger e Luckmann (2004) a reificação “é a apresentação dos fenômenos humanos como se fossem coisas, isto é, em termos não humanos ou possivelmente super-humanos”. No caso da cultura da soja, estamos transpondo o conceito de Berger e Luckmann para a compreensão social da agricultura, ou seja, as famílias agricultoras acabam sendo bombardeadas com as informações referente à cultura da soja, hoje a maior cultura cultivada em todo o Brasil, dessa forma o assunto cotidiano relativo a culturas agrícolas permeia à soja. Aliado a isso, toda a organização de apoio produtivo à jusante da produção está relacionado a esse ideário, constrói-se assim uma cultura coletiva reificada de que a agricultura que “dá certo” e é lucrativa é a monocultura da soja.

Outro elemento fundamental desse processo é a tendência geral da sociedade de desvalorizar qualquer iniciativa de agricultura fora do modelo do monocultivo da soja. Para Berger e Luckmann (2004) o mundo da vida cotidiana é estruturado através de rotinas e ideias reproduzidas regularmente e repetidamente à lógica de vida que as pessoas estão vivendo, assim, as pessoas constroem as ideias e acostuma-se a elas, logo em um cenário “sojificado”, “sojifica-se” a sociedade. Nessa última afirmação reside a explicação da percepção “quase religiosa”, pois parâmetros técnicos, produtivos e de mercados são completamente ignorados, quando se trata de outras culturas agrícolas ou outras formas



produtivas. O conhecimento científico e técnico acaba tomando ares de conhecimento religioso. Percebe-se um “endeusamento” da cultura da soja, há uma defesa irrestrita desta como única cultura agrícola viável, que ignora os feitos ambientais e econômicos na agricultura familiar, por exemplo. E a ênfase de instituições na esfera da administração pública, de ensino, de extensão e de pesquisa, direcionando o conhecimento técnico para a cultura da soja, leva os *experts* da soja a exercer uma “certa autoridade” sobre os outros profissionais. Nesse cenário, constrói-se uma realidade tipificada. Para Berger e Luckmann (2004) se um ator social não tem conhecimento suficiente para interpretar a realidade, lança mão de uma tipificação para poder descrevê-la e compreendê-la, a partir do seu mundo, das informações que recebe e seu conhecimento. Sair dessa visão de senso comum para uma visão mais filosófica ou científica da realidade exige um esforço deliberado e difícil, pois tudo o que se refere ao não rotineiro, que me é conhecível e não problemático, tende a ser rejeitado (BERGER e LUCKMANN, 2004).

Essa postura dialoga com o apontado por Khun (2011), ou seja, a defesa irrestrita do paradigma dominante da ciência, o que aproxima a discussão científica com o saber tradicional e religioso, que se pauta pela autoridade. De acordo com Kuhn (2011), depois que um paradigma científico está totalmente estabelecido, há uma tentativa de forçar a natureza a encaixar-se dentro dos limites preestabelecidos e relativamente inflexíveis do paradigma. Segundo o autor, a comunidade científica, ao adquirir um paradigma, adquire igualmente um critério para a escolha de problemas que, enquanto o paradigma for aceito, podem ser considerados como dotados de uma solução possível. Em larga medida, esses são os únicos problemas que a comunidade admitirá ou encorajará seus membros a resolver, os outros passam a ser rejeitados como sendo metafísicos, ou como sendo de outra disciplina. Isso gera um efeito castada e leva a “eleição” da cultura da soja como única viável, inclusive em pequenas áreas de produção. Balem e Silveira (2015) e Balem et al (2019) observam ao estudar assentamentos de reforma agrária de Júlio de Castilhos-RS um progressivo abandono das culturas diversificadas e uma expansão da lavoura de soja nessas áreas, produzindo uma erosão da cultura alimentar e modificando drasticamente os agroecossistemas.

O Bioma Pampa, presente unicamente no estado do RS, no Brasil, é um bioma único e com um potencial extraordinário para produção de carne e leite de forma sustentável, pois a condição ambiental é o potencial para a produção agrícola, diferentemente dos outros biomas onde a atividade agrícola faz supressão das características ecossistêmicas. Este bioma está sendo desfigurado pelo cultivo da soja. Por outro lado, os sistemas de produção animal convencionais, por estarem atrelados à modernização da agricultura,

tem apresentado elevado custo de produção por hectare (ha), o que leva a muitos pecuaristas familiares a arrendarem suas terras para o cultivo de soja.

No Rio Grande do Sul, segundo a EMATER/RS-ASCAR (2019), a produção de leite está presente 152.489 propriedades rurais presentes em 494 dos 497 municípios do estado, sendo estas distribuídas em três categorias: Produtores com atividade econômica formal, produtores com atividade econômica informal e produtores sem atividade econômica. Os produtores com atividade econômica formal são aqueles que comercializam leite cru para indústrias, cooperativas ou queijarias e os que processam leite em agroindústria própria legalizada. Esses totalizam 50.664 produtores em um percentual de 33,22%. Dos agricultores que comercializam o leite no RS, 97,5% são agricultores familiares, de acordo com a Lei 11.326, de 24 de julho de 2006, sendo que a área média das propriedades produtoras de leite no RS foi estimada em 18,3 hectares (EMATER/RS-ASCAR, 2019).

Se observarmos os dados do “Levantamento Socioeconômico da Cadeia Produtiva do Leite no Rio Grande do Sul” ocorridos nos anos de 2015, 2017 e 2019, é possível observar profundas mudanças nessa atividade e exclusão de milhares de famílias (IGL e EMATER/RS-ASCAR, 2015; EMATER/RS-ASCAR, 2017; EMATER/RS-ASCAR, 2019). Houve uma diminuição no número total de famílias produtores de leite comercial formal de 33.535, ou seja, 39,8% abandonaram a atividade. Se somarmos as famílias com produção formal às com produção informal que abandonaram a atividade perceberemos 34.647 famílias que deixaram de produzir leite para comercialização de um total de 96.334 famílias. O que representou um abandono da atividade comercial de 35,96% dos produtores de leite. Por outro lado, observa-se no período de 2015 a 2019 um aumento no número de animais por produtores, na produção média por animal e na produção média por propriedades produtoras, o que indica um aumento da especialização na atividade. No entanto, essa especialização que aumentou a produção das propriedades que permaneceram na atividade não foi suficiente para manter a produção do ano de 2015, houve uma diminuição na produção anual do estado em 271 milhões de litros.

Dentro da visão da agricultura convencional, os sistemas agrícolas são subsidiados por energia fóssil, nutrientes de síntese industrial e agroquímicos, o que não implica em sua sustentabilidade ecológica e econômica (CANAVAR et al, 2006; ALTIERI, 2012). Prova disso é a realidade dos agricultores que enfrentam um quadro geral, nas últimas décadas, de aumento progressivo dos custos dos insumos e equipamentos, com tendência à estabilização e até à redução dos preços dos produtos primários pagos ao produtor (CANAVAR et al, 2006). No caso da cadeia produtiva do leite, de acordo com Breitenbach e Souza (2010), as transformações pelas quais passa o setor brasileiro tem passado, do

ponto de vista estrutural e institucional, ocorrem em mercado de concorrência imperfeita, o que ocasiona margens de lucro cada vez menores, principalmente para os agricultores.

No RS, 94,5% das famílias que vendem leite para a indústria ou industrializam, possuem sistemas de produção de leite à base de pasto (EMATER/RS-ASCAR, 2019). Os sistemas à base de pasto são hegemonicamente desenvolvidos com culturas anuais de verão e de inverno, com expressivos vazios forrageiros na transição dessas culturas, o que demanda a suplementação com silagem, normalmente de milho, de alto custo de produção e conseqüentemente um fator de exclusão das famílias da atividade.

Um dos contextos discutidos pela literatura sobre a exclusão dos agricultores familiares de pequena escala da atividade leiteira são os sistemas de produção praticados, ou seja, aqueles de alto custo demonstram mais incerteza e maior risco. Além disso esses autores discutem que é possível propor níveis tecnológicos para a produção de leite mais adaptados à realidade das pequenas áreas, com menor custo e melhoras nas condições de trabalho (CANAVAR et al, 2006; BERTON e RICHTER, 2011; MACHADO, 2013; LIMA, 2017; MACHADO, BALEM, SANTINI, 2018; BALEM e MACHADO, 2019; BALEM et al, 2019; BIASI e ALESSIO, 2020).

Um fator a ser considerado, nesse processo de exclusão das famílias de pequena escala, é a mudança da relação comercial das empresas e cooperativas industrializadoras de leite com as famílias produtoras, pois essas foram gradativamente aumentando a escala mínima de coleta diária. Balem et al (2019) demonstram em estudo realizado em um assentamento de reforma agrária de Júlio de Castilhos-RS que de 2011 a 2019, houve a exclusão de 56% das famílias. E foram as famílias de menor escala e menos capitalizadas que abandonaram a atividade devido as exigências de volume, qualidade, alto custo de produção e oscilações de preço. Outra questão importante apontada nesse estudo é que as famílias que abandonaram a atividade leiteira migraram para a produção de soja, o que tem mudado drasticamente a paisagem do assentamento (BALEM et al., 2019).

Nesse contexto de aumento do custo de produção, exigências legais e técnicas da atividade leiteira, e de sojificação da sociedade, a atividade leiteira antes vista como uma alternativa geradora de renda para a agricultura familiar passa a sofrer a concorrência com o cultivo da soja. No entanto o que procuramos ressaltar nesse artigo, que além do processo de sojificação da sociedade que exerce uma forte pressão na atividade leiteira, os sistemas de produção praticados, com alta demanda de trabalho e baixa rentabilidade líquida, favorecem a mudança dos sistemas produtivos de leite para soja.

### 3.1 O CÂMBIO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DA SOJA PARA O LEITE: NA CONTRAMÃO DA SOJIFICAÇÃO

A família Schimith da Rocha começou com a atividade leiteira em 1997, logo após ser constituída, em função da necessidade de diversificação de renda. Hoje fazem parte da família o casal e dois filhos de 21 anos. A atividade leiteira ocupava uma pequena parte dos 75 ha de área útil da propriedade, onde predominava a cultura da soja. Por muito tempo adotaram um sistema convencional de produção de leite, baseado em pastagens anuais e complementação com silagem de milho. Esse sistema, além de apresentar alto custo de produção, incidia em acentuada penosidade do trabalho, principalmente o trabalho de retirada da silagem dos silos.

Na primeira visita do extensionista à família, esta estava desanimada com a atividade leiteira, havia vendido os melhores animais do rebanho e tinha intenção de abandonar a atividade. A família afirmava que o leite deixava pouca renda e demandava bastante trabalho, entendiam que se dedicar integralmente à cultura da soja seria o mais adequado. Ao se defrontar com a proposta de extensão rural diferenciada, que tinha por objetivo a implantação do PRV e a construção e apropriação de conhecimentos por parte dos agricultores, a família ficou desconfiada, pois estava acostumada à presença de técnicos na propriedade buscando unicamente vender insumos. Mesmo assim, passou a participar dos encontros do grupo de produtores de leite do município, para trocar experiências e refletir sobre a possibilidade de desenvolver outro sistema de produção. Tomar conhecimento dos resultados em outras propriedades foi determinante para a família acreditar na proposta extensionista.

A execução do projeto de PRV começou em 2012, inicialmente em 12,9 ha, onde foram implantadas pastagens perenes (Tifton e Aruana) e manejada uma área já existente de campo nativo. Em 2013, a família, através do programa RS Biodiversidade (uma política pública a fundo perdido do governo do estado do RS), implantou espécies arbóreas na linha da cerca elétrica para proporcionar sombra aos animais e água encanada nos piquetes, estratégias que visam o bem estar animal e otimização produtiva. Nesse mesmo ano, a família investiu em uma sala de ordenha nova com ordenha canalizada, o que melhorou muito a condição de trabalho. Nesse ano também foi abolida a silagem e a alimentação passou a se basear somente no pastejo rotacionado, com suplementação de alimento concentrado no cocho, simplificando o sistema. Essa mudança impactou positivamente em um dos principais problemas apontados pela família, a alta demanda de trabalho.

A proposta de extensão rural também engloba o acompanhamento da gestão da propriedade como um todo, pois é necessário para a família visualizar os custos e rendimentos da produção, e a interação entre as diferentes atividades produtivas. Em 2016,

observando os dados econômicos das duas atividades, leite e soja, a família percebeu que a atividade leiteira, com a implantação do sistema de base ecológica baseado em PRV era mais rentável que a atividade de grãos. Assim, decidiram continuar a diminuir a área destinada ao cultivo da soja e dedicar-se prioritariamente ao leite, perenizando mais 20 ha com pastagens e restando apenas 23 ha de soja. Em 2017 foi o último em que a família plantou soja. Em 2018, venderam a máquina colheitadeira que em outros tempos foi objeto de desejo e arrendaram os 23 ha restantes para cultivo de soja por terceiros. O ano de 2018 foi o último com plantio de soja na propriedade, pois a família decidiu não arrendar mais a área de 23 ha destinada para esse plantio e transformar toda a área produtiva em pastagens para os animais.

As mudanças dos índices produtivos observadas de 2012 para 2020 são as seguintes: a- de 10 para 18,2 litros/animal/dia; b- de 20 para 66 vacas em lactação; c- de 200 para 1.160 litros diários. Porém, mais importante que os índices produtivos são os índices econômicos, ou seja, custos de produção e melhoria de renda líquida por área trabalhada. Consideramos que um indicador de referência deve ser a aferição de quanto de renda real líquida deixa a atividade por cada ha trabalhado. No custo de produção estão computados os custos variáveis e custos de investimentos em estrutura, máquinas e implementos. A renda gerada por ha na atividade leiteira serve de parâmetro para as famílias agricultoras comparar com outras atividades praticadas na região, principalmente a cultura da soja, pelo o que já foi exposto aqui. Como a base do sistema é o PRV e a alimentação basicamente é a pastagem, trabalhamos com o índice norteador de renda líquida por ha e não meramente produtividade por animal ou área, como é utilizado nos sistemas convencionais de produção de leite. O quadro 01 demonstra a evolução de alguns dos índices produtivos e econômicos da propriedade.

Quadro 1 – Evolução dos índices produtivos e econômicos da atividade leiteira, e econômicos da produção de soja, de 2016 a 2018.

Ano	Produção total leite litros vendidos/ano	Produção total leite litros/mês	Renda mensal líquida (R\$) <sup>1</sup> (Soja e leite)	Valor Médio recebido/Litro de leite <sup>1</sup>	Custo de produção Total (%) Leite	Renda líquida/ha/ano Leite (R\$) <sup>1</sup>	Renda líquida/ha/ano/Soja (R\$) <sup>1</sup>
2016	168.222	14.018	17.072,00	1,67	27%	3.880,00	865,00
2017	266.897	22.241	21.898,00	1,64	40%	4.975,00	1.767,00
2018	359.214	29.935	11.859,00	1,72	77%	2.145,00 <sup>2</sup>	1.031,00
2019	382.730	31.894	12.724,00	1,70	78%	2.036,00 <sup>2</sup>	-
2020	417.706	34.809	35.576,00	1,82	50%	4.796,00	-

<sup>1</sup>Correção dos preços realizada pelo IGP-DI até fevereiro de 2021.

<sup>2</sup>Alto investimento em estrutura e equipamentos nos anos de 2018 e 2019 = R\$136 mil e R\$150 mil respectivamente.

Avaliando o quadro acima, fica claro, a melhor rentabilidade por área da atividade leiteira frente ao cultivo da soja, seja plantando ou arrendando a área para terceiros. Além disso é possível observar o aumento da renda líquida por ha da atividade leiteira. Em 2016 o custo de produção foi o mais baixo porque tinha tinha uma área de 51 ha de pastaem implanta e piqueteada e somente 32 animais em lactação, ou seja, alimento em abundância. Além disso os maiores investimentos na melhoria da infra-estrutura produtiva foram realizadas em 2017 e 2018. Essa informação é importante pois hegemonicamente a atividade leiteira é desenvolvida pela agricultura familiar em pequenas propriedades e por isso a rentabilidade por área deve ser alta para permitir a reprodução social das famílias e ter capacidade de competir com a cultura a soja. Pois, além da rentabilidade, devemos considerar que a atividade leiteira é altamente demandante de mão de obra, se a rentabilidade da mesma for similar a soja, o que acontece em sistemas convencionais de leite, é vantajoso o arrendamento da área para essa cultura. Outro dado importante a ser analisado no quadro 01 é a renda líquida mensal obtida pela família em 2020, no contexto da agricultura familiar é muito significativa.

A gestão econômica da família em questão, bem como de outras famílias do município que participam do mesmo processo de assistência técnica e extensão rural, tem indicado que valores entre R\$ 4.000,00 e R\$5.000,00 de renda líquida por cada ha trabalhado ao ano nos dias atuais, são plenamente possíveis com atividade leiteira de base ecológica. Considerando que Santa Maria/RS tem limitação de fertilidade natural dos solos, regiões com uma melhor condição nesse aspecto podem ampliar esse indicador. A família não alcançou esse índice nos anos 2018 e 2019, pois com recursos próprios fez uma série de investimentos em estrutura e aquisição de máquinas para a propriedade como os que seguem: Ampliação da sala de ordenha, calçamento de concreto na área de espera das vacas, canalização com canos de pvc de água para todos os piquetes do projeto de PRV, ampliação do piqueteamento para toda a área, compra de quadriciclo para manejo dos animais, compra de trator novo, compra de roçadeira dupla, entre outros. Também por iniciativa dos filhos quitaram as dívidas de PRONAF pendentes. Assim a partir de 2020, apesar da estiagem no início do ano, a rentabilidade voltou ao patamar pretendido, a família arrendou no inverno áreas vizinhas de restevas de soja, perfazendo na média do ano, uma ocupação de 89ha, e chegando à significativa média de renda mensal líquida de R\$ 35.576,00, que permite com tranquilidade a reprodução social da família. O planejamento e a perspectiva é de ampliação desses valores para 2021 e próximos anos, pois restam poucos investimentos para serem feitos, o custo de produção está estável em função do sistema produtivo adotado, e a meta é a ampliação para 80 vacas em lactação. Esse trabalho também deixa claro, que uma pecuária sustentável pode ser desenvolvida em

uma significativa escala, gerando em grande volume de alimento de alto valor biológico. Para Primavesi (2003) um alimento produzido com deficiência mineral, o que geralmente acontece nos cultivos convencionais são lamentos e baixo valor biológico, ou seja, vão resultar deficientes também. Ao contrário, um alimento produzido em sistema orgânico e com adubação equilibrada terá menor probabilidade de ser deficiente nutricionalmente, logo será um alimento de alto valor biológico.

O problema sentido pelo grande uso de agrotóxicos na lavoura de soja somado à excelente renda líquida do atual sistema de produção de leite estimulou a família a fazer a transição da lavoura de grãos para a pecuária de base ecológica. Em 2012 a soja ocupava 86% da área produtiva e a atividade leiteira apenas 14%. Na safra 2017/2018, a atividade leiteira ocupou 69% da área produtiva e a soja 31%, no entanto, a partir de maio de 2018 a área foi destinada exclusivamente à atividade leiteira. Os referenciais técnicos de base ecológica utilizados na produção leiteira, ou seja, produção de leite a base de pasto, sob Pastoreio Racional Voisin, foram determinantes para a mudança nos sistemas produtivos.

Os comparativos de renda líquida por ha, na cultura da soja e na atividade leiteira; o maior impacto ambiental causado pela cultura da soja em relação a atividade leiteira, refletidos no cotidiano e na qualidade de vida da família; e a reprodução social, viabilizada por sistemas produtivos de base ecológica, são questões de fundo desse processo de transição produtiva da família, o que vai na contramão do processo observado na região, ou seja, abandono da atividade leiteira e produção de soja nas áreas antes ocupadas com pastagens.

A família afirma que apesar da atividade leiteira ser uma atividade com maior demanda de trabalho, quando comparada a cultura da soja, com o sistema de produção de base ecológica implantado, a atividade pode ser desenvolvida sem o uso de agrotóxicos. Para os pais esse foi um fator importante, pois afirmaram que não se sentiam bem em ter que envolver os filhos no manejo e uso intensivo de agrotóxicos que são demandados pela lavoura. Também relatam que a atividade leiteira traz mais segurança, e agora “dormem tranquilos”. A lavoura é profundamente impactada em situações de riscos climáticos. No entanto a pecuária ecológica é mais resiliente a esses transtornos. A resiliência ecológica foi alcançada: com a mudança no microclima, proporcionado pela arborização do sistema e melhoria significativa da estrutura do solo. Essa última oportunizada pela adubação orgânica, pela adubação verde, pois são feitas roçadas após a saída dos animais piquetes, e a distribuição do esterco e da urina das vacas de forma uniforme na área. Para Primavesi (2016), a vida no solo garante a estrutura do mesmo, a aeração e o armazenamento de água, assim como o fornecimento adequado e equilibrado de nutrientes às plantas (Primavesi, 2016). Assim o retorno da matéria orgânica ao solo é necessário para manter a vida no

solo e não ter um solo decadente, pois assim teremos pastagem decadente e animais mal nutridos (Primavesi, 2016). O retorno da matéria orgânica ao solo se dá pelas roçadas e distribuição do esterco dos animais nos piquetes.

Outro fator positivo é que a alta rentabilidade do sistema possibilitou a sucessão familiar rural na propriedade, já que os dois filhos jovens visualizam a permanência no meio rural, trabalhando na propriedade. Hoje a rotina diária e trabalho na propriedade é dividida equitativamente e a renda gerada é administrada de forma conjunta pela família. A família tem feito investimentos visando o bem estar e a qualidade de vida dos integrantes, dessa forma infraestruturas relacionadas ao lazer foram construídas e/ou melhoradas, houve investimento em carros utilitários e também em infra-estrutura produtiva, visando facilitar o manejo dos animais e diminuir a mão de obra, em termos de horas trabalhadas e penosidade do trabalho.

Quando questionados sobre as principais dificuldades encontradas a família relata que o assédio dos técnicos da empresa compradora do produto (leite), que tinha como principal objetivo a venda de insumos, tais como sementes de forrageiras anuais, agrotóxicos e fertilizantes químicos é algo que incomoda muito. A família afirma que os técnicos afirmam não acreditar nos resultados econômicos e na viabilidade da produção somente com pastagens. Como principal argumento esses técnicos buscavam desconstruir a proposta tecnológica do PRV, baseado em pastagens perenes, argumentando que as pastagens anuais e a suplementação com silagem seria mais viável e mais rentável para a família.

Essa tentativa dos técnicos que visam vender insumos para as famílias demonstra o paradigma científico dominante atual da agricultura, ou seja, o paradigma da modernização da agricultura e o acordo institucional estabelecido entre a empresa compradora e os (as) agricultores (as). Nesse acordo, a empresa compra o leite e comercializa para as famílias insumos “necessários” para a atividade leiteira. No entanto, na produção de leite de base ecológica esses insumos não são necessários, o que rompe com o paradigma científico dominante e põe a prova o discurso legitimador dos técnicos, o que explica a nomeação da tentativa de intervenção técnica como “assédio” por parte da família. A legitimação, de acordo com Berger Luckmann (2004, p. 127), tem como função “tornar objetivamente acessível e subjetivamente plausível as objetivações de “primeira ordem”, que foram institucionalizadas”. Logo, se a empresa compradora de leite tem como norma institucional comercializar insumos para as famílias e os técnicos tem como paradigma de formação uma agricultura com base em significativas entradas de insumos químicos, esse modelo de agricultura praticado pela família é contraditório a ordem institucional estabelecida.



### 3.2 O SISTEMA DE PRODUÇÃO DE BASE ECOLÓGICA.

Segundo Balem e Machado (2019) o sistema de produção agroecológico de leite é composto pelas ferramentas presentes nas categorias: Pastoreio Racional Voisin; manejo de agroecossistemas; manejo ecológico de solos; bem-estar animal, homeopatia e fitoterapia; relação ser humanonatureza; e reprodução social. Do ponto de vista tecnológico do processo em questão o PRV compõe o pano de fundo desse sistema, sendo complementado com o manejo do agroecossistema e do solo, assim como as ferramentas e princípios que garantem o bem-estar animal. No entanto, os agricultores são o centro da proposta, assim a relação ser-humano-natureza e a reprodução social discutem a importância da apropriação e construção do conhecimento pelos agricultores e a viabilização econômica e social das famílias. Esse conhecimento apropriado garante a independência e empoderamento dos agricultores, inclusive para rejeitar o “assédio” dos técnicos-vendedores de insumos que tendam por em dúvida a todo momento o sistema.

Com o sistema de base ecológica o custo de produção tende a diminuir, isso se deve a quatro aspectos principais: 1- com o PRV a pastagem deixa na área uma quantidade significativa de matéria seca, pois quando sobra pastagem utiliza-se a roçada para favorecer um rebrote homogêneo e uma pastagem de maior valor forrageiro, o resíduo das roçadas funciona como adubação orgânica, de menor custo e mais sustentável; 2- os animais ficam em média um dia nos piquetes, o esterco e a urina voltam distribuídos para a pastagem na forma de adubação, além disso, os agricultores diminuem a suplementação externa de adubação química e em alguns casos substituem completamente ao longo dos anos por adubação orgânica; 3- a rotação dos animais nos piquetes diminui sensivelmente os problemas de enfermidades e infestações parasitárias no rebanho, mas havendo incidência os agricultores utilizam como terapêutica a homeopatia, mais eficiente e também de menor custo que a terapêutica alopática; 4- o sistema proporciona um aumento significativo de produtividade por ha e o custo de produção tende a ficar estável. Os principais insumos deste sistema são o esterco, a urina do rebanho e a energia solar, que viabiliza a fotossíntese e produz biomassa. Quando atingir um equilíbrio do sistema, não será mais necessário o aporte externo de adubação (MACHADO, 2013; BALEM e MACHADO, 2019; PRIMAVESI, 2019).

### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de sojificação da sociedade induz a troca de sistemas produtivos antes praticados pela cultura da soja. Esse processo de câmbio de sistemas produtivos não é baseado apenas em critérios técnicos e econômicos, mas também em processos sociais de reificação da cultura da soja, como a única via possível.

O paradigma tecnológico da modernização da agricultura e a importância econômica da soja, como um dos principais produtos brasileiros de exportação, produz um discurso tipificado entre as estruturas técnicas e científicas, que reforçam o processo de reificação.

A família Schimith da Rocha fez uma troca de sistemas de produção na contramão do processo de sojificação da sociedade e trocou a cultura da soja pela produção e leite de base ecológica. Em 2012 a soja ocupava 86% da área produtiva da propriedade e a atividade leiteira apenas 14%. Em 2018, a atividade leiteira ocupava 69% da área produtiva e a soja 31%. A partir de 2019, 100% da área produtiva foi ocupada pela atividade leiteira. A família afirma que, apesar do leite ser uma atividade com maior demanda de trabalho, o sistema atual possibilita o não uso de agrotóxicos, maior renda e possibilidade da sucessão rural na propriedade, onde os dois filhos jovens visualizam a permanência no meio rural. Os referenciais técnicos de base ecológica utilizados na produção leiteira, ou seja, produção de leite a base de pasto, sob Pastoreio Racional Voisin, foram determinantes para a migração do sistema produtivo soja para o sistema produtivo leite. Os comparativos de renda líquida por unidade de área (ha), na cultura da soja e na atividade leiteira; o maior impacto ambiental causado pela cultura da soja em relação a atividade leiteira, o que reflete também no cotidiano e na qualidade de vida da família agricultora; a real possibilidade da reprodução social no campo possibilitada por sistemas de produção de base ecológica, são questões de fundo do ensaio.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

ALTIERI, M. **Agroecologia: Bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3.ed.rev.ampl. São Paulo: Expressão Popular; Rio de Janeiro: AS-PTA, 2012.

BALEM, T. A.; ALVES, E. de O. A persistência das feiras de agricultores familiares em um cenário de “sojificação da sociedade”: elementos da realidade de Júlio de Castilhos e Tupanciretã/RS. **Economia e Desenvolvimento**, Santa Maria, v.32, ed. esp., e2, p. 01 - 12, 2020.

BALEM, T. A.; MANFIO, T. S.; AMARANTE, R. T.; AMARANTE, R. T..Os desafios e os problemas enfrentados na produção leiteira no assentamento Santa Júlia, Júlio de Castilhos, RS. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 57, 2019, Ilhéus- BA. **Anais...** Brasília: SOBER, 2019.

BALEM, T. A.; SILVEIRA, P. R. C. da. Erosão da cultura alimentar e os desafios para a segurança alimentar. In: GUIMARÃES, G. M. et al. **O rural contemporâneo em debate: temas emergentes e novas institucionalidades**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2015. p. 187- 210 - (Coleção ciências agrárias).

BERGER, P. ; LUCKMANN, T. **A construção social da realidade: tratado de sociedade do conhecimento**. FERNANDES, F. de. S. (Trad.). – 24. Ed.- Petrópolis: Editora Vozes, 2004.

BERTON, C.T; RICHTER, E.M. **Referências Agroecológicas:** Pastoreio Racional Voisin (PRV): Curitiba: Governo do Estado do Paraná; Centro Paranaense de Referência em Agroecologia – CPRA: 2011. Disponível em: <<http://www.cpra.pr.gov.br/arquivos/File/CartilhaPRV.pdf>>. Acesso em: 04 de abril de 2020.

BIASI, C.; ALESSIO, F, J. **Produção de leite a base de pasto utilizando manejo rotativo de pastagens.** Plataforma de boas práticas para o desenvolvimento sustentável, 2020. Disponível em: <<http://www.boaspraticas.org.br/index.php/pt/areas-tematicas/agricultura/730-leiteepagri>>. Acessado em: 24 de março de 2020.

BREITENBACH, R.; SOUZA, R. S. Estruturas de mercado de fatores e governança na cadeia produtiva do leite: um estudo de caso do município de Ajuricaba-RS. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL (SOBER), 46, 2008, Rio Branco - AC. **Anais...**Brasília: SOBER, 2008.

CANAVER, B, S. et al. Produção agroecológica de leite em Pastoreio Racional Voisin em municípios do oeste catarinense. **Revista eletrônica de extensão.** v. 3, n. 4. p.1-8, 2006. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/extensio/article/view/5588/5075>. Acessado em: 24 de março de 2020.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento safra brasileira de grãos, v. 7 - Safra 2019/20 – Brasília: CONAB: 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos/boletim-da-safra-de-graos>> Acesso em: 01 de fev. 2021.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). Panorama do Agro. CNA, 2020. Disponível em: <<https://www.cnabrasil.org.br/cna/panorama-do-agro>>. Disponível em: 03 de fev. 2021.

EMATER/RS-ASCAR. **Relatório socioeconômico da cadeia produtiva do leite no Rio Grande do Sul:** 2019. -Elaboração: Jaime Eduardo Ries – Porto Alegre RS: Emater/RS-Ascar, 2019.

EMATER/RS-ASCAR. **Relatório socioeconômico da cadeia produtiva do leite no Rio Grande do Sul.** -Elaboração: Jaime Eduardo Ries – Porto Alegre RS: Emater/RS-Ascar, 2017.

FEIX, R. D.; LEUSIN JÚNIOR, S. Painel do agronegócio no Rio Grande do Sul – 2019. Porto Alegre: SEPLAG, DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA, 2019. Disponível em: <<https://estado.rs.gov.br/upload/arquivos/painel-do-agronegocio-no-rs-2019.pdf>>. Acesso em: 01 de fev. 2021.

FIGUEIREDO, A. Desafios da Cadeia Produtiva do Leite. Animal business, 2019. Disponível em: <https://animalbusiness.com.br/negocios-e-mercado/cenario-agro/resumo-de-duas-importantes-publicacoes-sobre-a-cadeia-produtiva-do-leite/>. Acesso em: 03 de abril de 2020

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Food and agriculture data. FAO, 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/>. Acesso em: 05 de outubro, 2018.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 70p.: il. – (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n. 349)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE)/SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA (SIDRA). Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Tabela 1618 - Área plantada, área colhida e produção, por ano da safra e produto das lavouras. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>>. Acesso em: : 02 de fev. 2021.

INSTITUTO GAÚCHO DO LEITE (IGL), EMATER/RS-ASCAR. **Relatório socioeconômico da cadeia produtiva do leite no Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Emater-RS, 2015.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas.** São Paulo: Perspectiva, 2011.

LIMA, J. A. de. **Análise comparativa da sustentabilidade das tecnologias de produção leiteira na agricultura familiar - manejo do Pastoreio Racional Voisin e Balde Cheio:** um estudo no território da Cantuquiriguaçu/PR. 2017:129 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável) Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Laranjeiras do Sul, 2017.

MAPA (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO). Valor bruto da produção agropecuária. 2018. Disponível: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/valor-bruto-da-producao-estimado-para-2018-e-de-r-515-9-bilhoes>>. Acesso em 05 de out. 2018.

MARCON, G. **Transformações socioprodutivas na cadeia do leite: a produção de base ecológica e a informalidade como estratégias da agricultura familiar em Santa Maria/RS.** 2013. 146 p. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019.

MINAYO, M. C. de S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** 7. ed. Petrópolis: Vozes, 1997.

MACHADO, Luiz Carlos Pinheiro. **Pastoreio Racional Voisin:** Tecnologia agroecológica para o terceiro milênio. - 3.ed.- São Paulo: Expressão Popular, 2013. 376p.

MACHADO, R. L.; BALEM, T. A.; SANTINI, B.. Pastoreio Racional Voisin como pano de fundo para a produção agroecológica de leite e a viabilização da sucessão familiar: O caso da família Santini. In: Encontro Pan-Americano sobre Manejo Agroecológico de Pastagens, 2., 2018, RUFINO/SANTA FÉ / ARGENTINA. **Anais...** FLORIANÓPOLIS: ABA, 2018. v. 14.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico de pragas e doenças.** São Paulo: Expressão Popular, 2016.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico de pastagens em regiões tropicais e subtropicais.** São Paulo: Expressão Popular, 2019.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). World Agricultural Production. Disponível em: <<https://usda.library.cornell.edu/concern/publications/5q47rn72z?locale=en>>. Acesso em: 02 de fev. 2021.

## SOBRE O ORGANIZADOR

**EDUARDO EUGENIO SPERS** realizou pós-doutorado na Wageningen University (WUR), Holanda, e especialização no IGIA, França. Possui doutorado em Administração pela Universidade de São Paulo (USP). Foi Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração e do Mestrado Profissional em Comportamento do Consumidor da ESPM. Líder do tema Teoria, Epistemologia e Métodos de Pesquisa em Marketing na Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD). Participou de diversos projetos de consultoria e pesquisa coordenados pelo PENSA e Markestrat. É Professor Titular no Departamento de Economia, Administração e Sociologia, docente do Mestrado em Administração e Coordenador do Grupo de Extensão MarkEsalq no campus da USP/Esalq. Proferiu palestras em diversos eventos acadêmicos e profissionais, com diversos artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, livros e capítulos de livros sobre agronegócios, com foco no marketing e no comportamento do produtor rural e do consumidor de alimentos.

## Índice Remissivo

### A

Ácidos húmicos 120, 121, 123, 130

Active tourism 282, 285

Adsorbentes de bajo costo 296, 297, 298, 299, 306

Agricultura de base ecológica 261, 267

Agricultura familiar 149, 162, 236, 241, 243, 245, 248, 254, 261, 263, 266, 267, 270

Agricultura industrial 228, 229, 230

Agricultura sostenible 160, 220

Agriculturización 41, 43, 47

Agrobiodiversidade 255, 256, 257, 259

Agroecologia 144, 146, 149, 151, 159, 161, 162, 236, 237, 252, 253, 254, 260, 261, 269, 270, 341

Agrofloresta 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 151

Agrotóxicos 238, 249, 250, 252, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343

Área de Proteção Permanente 143, 144

Aridez 152, 157

Atividade leiteira 238, 240, 241, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 252

Avena sativa 55, 56, 57, 59

### B

Baccharis spp 132, 133, 135, 140

Biocompósito 311, 312, 313, 314, 315, 316

### C

Caatinga 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 213, 214, 215

Callejones 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61

Cambio climático 2, 3, 14, 15, 42, 43, 52, 53, 74, 82, 169, 229, 307

Carboximetilcelulose 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 326, 327

Compactación 41, 46, 48, 50, 51

Comunicação de Riscos 329, 331, 334

Comunidades vegetales funcionales 2, 15

Conhecimento agroecológico 255, 257, 259, 269  
Conservação 143, 149, 193, 197, 205, 207, 208, 209, 210, 212, 256, 260, 282, 290, 291, 292, 294  
Conservación 2, 15, 16, 41, 52, 62, 157, 165, 169, 171, 175, 235  
Contaminación 25, 38, 221, 223, 227, 235, 297, 298, 299, 307  
Contaminación ambiental 221, 227, 299  
Cultura 238, 239, 240, 241, 242, 243, 246, 247, 248, 249, 251, 252, 260, 271, 272, 273, 274, 275, 277, 278, 279, 328  
Cultura da soja 238, 239, 240, 241, 242, 243, 246, 247, 249, 251, 252

## D

Densidad 5, 12, 41, 46, 49, 50, 51, 52, 69, 72, 98, 121, 125, 126, 127, 128, 129, 180, 181, 183, 184, 185, 187, 188, 328  
Desenvolvimento rural sustentável 254, 261, 269, 270, 271  
Detección de cambios 65, 66, 67, 69, 70, 72, 78  
Dinámica de la vegetación 1, 2, 4, 9, 11, 12, 13  
DRX 311, 312, 313, 314

## E

Ebenaceae 168, 169, 170, 177, 178  
Ecológico 4, 5, 8, 11, 13, 15, 221, 222, 237, 251, 254, 269  
Educação ambiental 289, 290, 291, 292, 333  
Eficiencia del uso del agua 55, 56  
Energías renovables 84, 85  
Erosión 16, 41, 42, 43, 44, 46, 48, 49, 52, 53, 230, 235  
Estabelecimento de plântulas 194, 203  
Evapotranspiración 56, 57, 58, 67, 96, 116  
Extensão rural 238, 241, 246, 248, 254, 260, 261, 263, 264, 265, 267, 268, 269, 270, 329, 331, 333, 338, 341

## F

Fechas de siembra 180, 181, 184, 186, 187, 234, 236  
Fertilización 48, 180, 181, 183, 184, 185, 188, 236  
Fitoquímica 169, 170

## G

Germinação de sementes 194, 202, 206, 208, 209, 210, 212, 213, 214

Gestión 42, 44, 52, 63, 84, 85, 159, 163, 233

Grano 66, 69, 172, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189

## H

Herbácea 56, 57, 58, 62, 63, 182, 199

Heritage 280, 281, 282, 283, 287

Horticultura 124, 184, 213, 221, 227, 328

Huerta 131, 152, 153, 154, 155, 157, 158

## I

Imágenes Landsat 65, 67, 68

Imágenes multitemporales 65, 69

Indicadores de sustentabilidad 228, 229, 231, 232, 233, 234

Índices de vegetación 65, 66, 67, 68, 69, 71

Inestabilidad climática 2, 5

Infiltración 16, 41, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 156

Insolación 96, 97, 98, 99, 115

Inteligencia computacional 95, 96

Investigación Acción Participativa 228, 229, 237

Irrigation water 24, 26, 27, 28, 29, 190

## J

JBR 197, 289, 290, 291, 292, 293

## L

Land change modeler 132, 136

Landsat 65, 67, 68, 73, 132, 133, 135, 142

Logística Reversa 329, 330, 331, 332, 333, 334, 336, 338, 340, 341, 342, 343

## M

Manejo do solo 121, 124

Manga 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317

Memória hídrica 194, 196, 198, 200, 201, 203, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214



Mezquite 152, 153, 154, 155, 157, 158

Modelo 9, 12, 68, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 102, 103, 104, 105, 108, 109, 110, 111, 114, 115, 116, 124, 142, 143, 145, 146, 152, 154, 157, 158, 163, 228, 230, 231, 242, 250, 255, 256, 257, 262, 267, 282, 301, 322

Montemuro 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280

## O

Optimización 84, 101, 175, 177, 192, 299

Organo-argilominerais 311, 312, 313

## P

Permeability 24, 26, 28, 35, 37, 178

Pesquisa 55, 122, 123, 124, 125, 129, 193, 196, 197, 198, 199, 240, 241, 243, 257, 261, 263, 264, 266, 267, 269, 270, 273, 274, 290, 291, 293, 294, 313, 320, 330, 335, 336, 344

“Picos de Europa” 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288

PLA 26, 29, 38, 311, 312, 313, 314, 315, 316

Plantio 143, 146, 147, 247, 255, 256, 257, 258, 260, 292, 318, 320

Polimérico, 312, 319, 321, 323, 324, 328

Política pública 160, 246

Predicción 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 115, 116

Produção de base ecológica 238, 249, 251, 252, 254

Protected area 132, 134, 138

## R

Redes alimentarias alternativas 159, 160, 161

Relação E4/E6 121, 126, 129

Remote sensing 73, 132, 133, 135, 141

Restauração Florestal 144, 290

Riego 24, 25, 37, 38, 63, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 93, 94, 95, 101, 154, 156, 180, 181, 183, 184, 185, 188, 189, 235, 308

## S

Salinization and sodification 24, 26, 27, 29

Saúde 265, 277, 319, 320, 329, 330, 331, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343

Segmentación de Series Hidrometeorológicas 74, 75, 79

Seguridad alimentaria y nutricional 160, 162, 167

Sementes 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 250, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 292, 293

Silvestre 169, 171, 172, 175

Solos temperados 120, 121, 122, 124

Solos tropicais 120, 121, 123, 125, 126, 129

Sustainable management 24, 283

Sustancia coloidal 220, 221, 222

Sustentable 16, 25, 37, 63, 76, 82, 83, 152, 153, 158, 160, 161, 162, 163, 164, 166, 168, 169, 170, 171, 176, 177, 189, 230, 231, 233, 237

## T

Teatro 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280

Travel Cost Method 282, 284, 286, 288

## V

Variabilidade 41, 42, 75, 79, 84, 89, 182, 183, 184

## Z

Zapotillo 169, 171



**EDITORA  
ARTEMIS**