

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 Não-Derivativos 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**

**CAPÍTULO 10.....132**  
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**

**CAPÍTULO 11.....143**  
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

**CAPÍTULO 12 .....152**  
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

**CAPÍTULO 13.....159**  
¿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 Meirery 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**

## 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 verdosos (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.gob.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*.

## 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 baixo custo 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 sustentável 160, 220

Agriculturização 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**