

VOL IX

# AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE  
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO  
SPERS  
(Organizador)

 EDITORA  
ARTEMIS

2023

VOL IX

# AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE  
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO  
SPERS  
(Organizador)

 EDITORA  
ARTEMIS

2023



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

#### Conselho Editorial

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba  
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal  
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México

Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> 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.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal  
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis, Argentina*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> 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. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg, Suécia*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*  
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil  
Prof. Me. Javier Antonio Alborno, *University of Miami and Miami Dade College, Estados Unidos*  
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*  
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal  
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil  
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*  
Prof. Dr. José Cortez Godinez, Universidad Autónoma de Baja California, México  
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México  
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. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México*  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil  
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*  
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*  
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodríguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil  
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil  
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Mar Garrido Román, *Universidad de Granada, Espanha*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I, Espanha*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal



Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana*, Cuba  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil  
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil  
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil  
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil  
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Sílvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Universidade de São Paulo (USP), Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University*, Russia  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal  
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil  
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia  
Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León*, Espanha

**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 IX / Organizador Eduardo Eugênio Spers. – Curitiba, PR: Artemis, 2023.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilíngue

ISBN 978-65-87396-79-8

DOI 10.37572/EdArt\_260223798

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 e a sociedade no ambiente rural.

É uma obra que fornece dados, informações e resultados de pesquisas tanto para pesquisadores e atuantes nas diversas áreas das Ciências Agrárias, como para o leitor que tenha a curiosidade de entender e expandir seus conhecimentos.

Este Volume IX traz 16 trabalhos de estudiosos de diversos países, divididos em dois eixos temáticos: *Eficiência e tecnologia na produção agrícola* e *Meio ambiente e produtividade agrícola*.

Desejo a todos uma proveitosa leitura!

Eduardo Eugênio Spers

## SUMÁRIO

### EFICIÊNCIA E TECNOLOGIA NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

#### **CAPÍTULO 1..... 1**

USO EFICIENTE DA ÁGUA DE REGA EM OLIVAIS DE ELEVADA DENSIDADE: UMA VISÃO GERAL

Alexandra Tomaz

Justino Sobreiro

Manuel Patanita

Maria Isabel Patanita

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2602237981](https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237981)

#### **CAPÍTULO 2..... 13**

LOGICIELS POUR LA GESTION DE PLANTATIONS FORESTIÈRES

Edilson Batista de Oliveira

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2602237982](https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237982)

#### **CAPÍTULO 3..... 42**

DEVELOPMENT AND TEST OF A LOW-COST TUNNEL SPRAYER FOR VINEYARDS

Antonio Odair Santos

Cláudio Alves Moreira

Antônio Carlos Loureiro Lino

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2602237983](https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237983)

#### **CAPÍTULO 4..... 57**

CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y SOCIOECONÓMICAS DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN FAMILIAR DE OAXACA, MÉXICO

Rafael Rodríguez Hernández

Pedro Cadena Iñiguez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2602237984](https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237984)

#### **CAPÍTULO 5..... 69**

EFEECTO DEL AGROPLASMA EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE LA KIWICHA, *AMARANTHUS CAUDATUS* VAR. OSCAR BLANCO

Roger Veneros-Terrones

Claudia Díaz-Fernández

Lisi Cerna-Rebaza

Luis Felipe Gonzales-Llontop

Vito Quilcat-León

Julio Chico- Ruiz

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2602237985](https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237985)

**CAPÍTULO 6..... 84**

ESTUDIO DE INFECCIÓN DE *CALIGUS ROGERCRESSEYI* EN SALMÓNIDOS DE CULTIVO POR MEDIO DE TÉCNICAS DE MACHINE LEARNING

Patricio R. de los Ríos-Escalante

Juan Barile

Eriko Carreño

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2602237986](https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237986)

**CAPÍTULO 7 ..... 93**

DESARROLLO DE UN LENGUAJE DE INTERCOMUNICACIÓN PARA LA INTEGRACIÓN COLABORATIVA ENTRE DISPOSITIVOS HARDWARE HETEROGÉNEOS Y COMPONENTES SOFTWARE EN EL DOMINIO DE LA GANADERÍA DE PRECISIÓN EN MONOGÁSTRICOS

Vicente López Sacanell

Jesús Pomar Gomá

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2602237987](https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237987)

**MEIO AMBIENTE E PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA**

**CAPÍTULO 8..... 101**

DESARROLLO DE UN MÉTODO CROMATOGRÁFICO COMO ENSAYO DE IDENTIDAD PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE UN REMEDIO HERBOLARIO

Guadalupe Yáñez Ibarra

Gabriela Victoria Ruiz Castillo

Ana María Hanan Alipi

Roberto Hernández Villarreal

Gabriela Ávila Villarreal

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2602237988](https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237988)



**CAPÍTULO 9.....112**

PRESENCIA DEL SUGARCANE YELLOW LEAF VIRUS EN *Saccharum* SPP. EN MÉXICO Y FILOGENIA DE UN AISLADO DE COLIMA

Manuel de Jesús Bermúdez Guzmán

María Inés Barbosa Villa

Karina de la Paz García Mariscal

Claudia Yared Michel López

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2602237989](https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237989)

**CAPÍTULO 10..... 127**

CHARACTERIZATION OF PHENOLOGICAL STAGES AND GRAPE QUALITY OF NINETEEN PORTUGUESE GRAPEVINE VARIETIES PRESENT IN THE DOURO REGION

Ivo Fartouce

Joana Amaral Pinto

Paula Cristina Oliveira

Elza Amaral

Rosa Matias

João Paulo Moura

Aureliano Malheiro

Ana Alexandra Oliveira


 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_26022379810](https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379810)

**CAPÍTULO 11..... 146**

INFLUENCIA DE LAS BRISAS DE TIERRA Y MAR SOBRE EL MICROCLIMA DE LA CANOPIA

Gerardo Echeverría Grotiuz

Nicolás Demetriuk

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_26022379811](https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379811)

**CAPÍTULO 12 ..... 161**

CAPTURA DE CARBONO EN EL SUELO CON PRÁCTICAS DE MANEJO AGRONÓMICO EN MAÍZ PARA GRANO DE TEMPORAL

Hugo Ernesto Flores-López





Gloria Vidrio-Llamas

Irma Julieta González-Acuña

Celia de la Mora-Orozco

Humberto Ramírez-Vega

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_26022379812](https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379812)

<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>169</b>
RECURSOS GENÉTICOS DEL MAÍZ DESPOJO Y RESISTENCIA	
Yolanda Cristina Massieu Trigo	
 <a href="https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379813">https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379813</a>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>179</b>
INSUMOS AGROECOLÓGICOS PARA MANEJO DEL AMARILLAMIENTO EN NARANJA VALENCIA TARDÍA ( <i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck) EN VERACRUZ, MÉXICO	
Manuel Ángel Gómez Cruz	
Laura Gómez Tovar	
María de los Ángeles Hernández-Andrade	
Asunción Gálvez-Mendoza	
Luis Enrique Ortiz-Martínez	
 <a href="https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379814">https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379814</a>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>185</b>
ANTIOXIDANTES <i>IN VITRO</i> : EFECTOS SOBRE VIABILIDAD ESPERMÁTICA EN TRUCHA ARCOÍRIS ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> , Walbaum, 1792)	
Eliana Ibáñez-Arancibia	
Iván Valdebenito Isler	
Jorge G. Farías	
 <a href="https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379815">https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379815</a>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>196</b>
USE OF A PCR-RFLP MOLECULAR TEST FOR THE DIFFERENTIATION OF <i>Babesia bovis</i> AND <i>Babesia bigemina</i> IN THE DIAGNOSIS OF BOVINE BABESIOSIS	
José Juan Lira Amaya	
Diego Jesús Polanco Martínez	
Rebeca Montserrat Santamaría Espinosa	
Grecia Martínez García	
Carmen Rojas Martínez	
Jesús Antonio Álvarez Martínez	
Julio Vicente Figueroa Millán	
 <a href="https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379816">https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379816</a>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>208</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>209</b>

# CAPÍTULO 5

## EFECTO DEL AGROPLASMA EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE LA KIWICHA, *AMARANTHUS CAUDATUS* VAR. OSCAR BLANCO

Data de submissão: 16/01/2023

Data de aceite: 03//2023

### Roger Veneros-Terrones

Laboratorio de Fisiología y  
Cultivo de Tejidos Vegetales  
Facultad de Ciencias Biológicas  
Universidad Nacional de Trujillo-Perú  
<https://orcid.org/0000-0002-9666-528X>

### Claudia Díaz-Fernández

Laboratorio de Fisiología y  
Cultivo de Tejidos Vegetales  
Facultad de Ciencias Biológicas  
Universidad Nacional de Trujillo-Perú  
<https://orcid.org/0000-0001-8523-3919>

### Lisi Cerna-Rebaza

Laboratorio de Biología  
American School  
Trujillo-Perú  
<https://orcid.org/0000-0001-7654-3464>

### Luis Felipe Gonzales-Llontop

Universidad Nacional  
Toribio Rodríguez de Mendoza  
Chachapoyas-Perú  
<https://orcid.org/0000-0001-7944-2642>

### Vito Quilcat-León

Departamento de Química  
Universidad Nacional de Trujillo  
Trujillo-Perú  
<https://orcid.org/0000-0003-1382-3324>

### Julio Chico- Ruiz

Laboratorio de Fisiología y  
Cultivo de Tejidos Vegetales  
Facultad de Ciencias Biológicas  
Universidad Nacional de Trujillo-Perú  
[https://ctivatae.concytec.gob.pe/  
appDirectorioCTI/VerDatosInvestigador.  
do?id\\_investigador=671](https://ctivatae.concytec.gob.pe/appDirectorioCTI/VerDatosInvestigador.do?id_investigador=671)  
<https://orcid.org/0000-0002-7287-321X>

**RESUMEN:** Se aplicó Agroplasma, como fertilizante ecológico, al cultivo de *Amaranthus caudatus* L. con el objetivo de determinar su efecto en el crecimiento y rendimiento de la var. Oscar Blanco “kiwicha”. Se aplicó por aspersión el abono orgánico líquido, a plantas de 15 días de edad, sembradas por pares, con una altura de planta promedio de 10.4 cm. Se utilizó un diseño e bloques completamente al azar, con tres tratamientos (T1=0%; T2= 2%; T3=4%) y tres repeticiones. Los resultados del crecimiento de la “kiwicha”, revelaron que existe diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ), respecto al diámetro de tallo, altura de planta, área foliar, número de hojas y ramas por planta, así también se encontraron diferencias significativas para el rendimiento de semillas cosechadas por planta y Kg/ha respecto al control. Para altura de planta (T1=124,28 cm.; T2= 142.50cm., T3= 191,15 cm.), el tratamiento que recibió una dosis del 4 % tuvo mejor efecto en el crecimiento de la planta, al incrementarla en 53,5 % y en área foliar 65,16 %, con respecto

al control, y un mejor rendimiento (103,94 g de semillas por planta y 2227,07 Kg/ha). Se concluye que Agroplasma aumentó significativamente el crecimiento y rendimiento de semillas por planta y por hectárea en *A. caudatus* var. Oscar Blanco “kiwicha”.

**PALABRAS CLAVE:** Kiwicha. Abono orgánico. *Amaranthus caudatus*.

## EFFECT OF AGROPLASM ON THE GROWTH AND YIELD OF *AMARANTHUS CAUDATUS* VAR. OSCAR BLANCO “KIWICHA”

**ABSTRACT:** Agroplasma was applied, as an ecological fertilizer, to the cultivation of *Amaranthus caudatus* L. in order to determine its effect on the growth and yield of var. Oscar Blanco “kiwicha”. The liquid organic fertilizer was sprayed on plants of 15 days of age, sown in pairs, with an average plant height of 10.4 cm. A completely randomized block design was used, with three treatments (T1 = 0%, T2 = 2%, T3 = 4%) and three repetitions. The results of the growth of the “kiwicha”, revealed that there is significant difference ( $p < 0.05$ ), regarding stem diameter, plant height, leaf area, number of leaves and branches per plant, as well as significant differences were found for the yield of seeds harvested per plant and Kg / ha with respect to the control. For plant height (T1 = 124.28 cm, T2 = 142.50cm, T3 = 191.15 cm.), The treatment that received a dose of 4% had a better effect on the growth of the plant, increasing it in 53.5% and in leaf area 65.16%, with respect to the control, and a better yield (103.94 g of seeds per plant and 2227.07 Kg / ha). It is concluded that Agroplasma significantly increased the growth and yield of seeds per plant per hectare in *A. caudatus* L. var. Oscar Blanco “kiwicha”.

**KEYWORDS:** Kiwicha. Organic fertilizer. *Amaranthus caudatus*.

## 1 INTRODUCCIÓN

El amaranto, especie cultivada por más de cinco mil años de antigüedad, constituyó el alimento básico de los incas y aztecas en América; luego de la conquista pasó a ser un cultivo casi olvidado, así como otros cultivos andinos antiguos, pero actualmente ha logrado captar un creciente interés debido a su potencial alimenticio y su calidad nutritiva (Roque, 2019; Arellano *et al.*, 2004; Mujica, 1997).

Existen cuatro especies cultivadas de amaranto para grano, cuyo origen pertenece a América, ellos son: *A. cruentos* de México y Centroamérica, *A. hypochondriacus* de México, *A. caudatus* de la región de los Andes de América del Sur y *A. edulis* de la región Salta de Argentina (Carmona y Orsini, 2010; Mujica *et al.*, 2001). El origen del *A. caudatus* “kiwicha” o “amaranto” se debe buscar en América. Su fase inicial se relaciona con la fase inicial del desarrollo de la agricultura, y culmina con los logros de los habitantes del Tahuantinsuyo y los aztecas (Peralta *et al.* 2012; Guillén, 1990).

*Amaranthus caudatus* L., conocido como: “kiwicha”, “alegría”, “achita” o “amaranto”; son plantas pertenecientes a la familia Amaranthaceae, las cuales son herbáceas de 1 a 1.5 metros de altura, con hojas largamente pecioladas, oblongo-elípticas u ovals y

la inflorescencia mide hasta 90 cm; en cuanto a color y forma de planta presenta un amplio espectro. Las flores carecen de corola, y toda la inflorescencia aparece en colores rojizos. La inflorescencia puede ser erecta, semirrecta o laxa pudiendo medir hasta 90 cm. de longitud. Las semillas son lenticulares o globosas, blancas, negras y brillantes, con bastante endospermo y, a diferencia de la quinua, carecen de saponinas amargas (García-Parra *et al.*, 2019; INIEA, 2006; Martínez *et al.*, 1979).

La parte verde de algunas especies de Amarantho son consumidas como verdura en regiones húmedas de África, sudoeste de Asia, China, India y Caribe. Los cortes se realizan cuando la planta es joven, lo que origina rebrotes que pueden cortarse nuevamente. Poseen altos contenidos de: proteína 26,7 %, lisina de 4,8 a 6,4 por 100 g de proteína, de 48 a 69% de almidón, fibra 9,9%, cenizas 19,9%, lípidos 3,2% y carbohidratos 39,7%. Se destacan por los tenores de calcio 2034 mg por 100g, hierro 30 mg por 100g y fósforo 311mg por 100g de peso seco; los contenidos de nitratos oscilan desde 0,4% a 0,9% y oxalatos desde 0,6% a 9,1% en peso seco (Pedersen *et al.*, 1991). Según el análisis químico del grano de "kiwicha", la cantidad de proteína varía según su procedencia, 14,5 % en Sella Méndez, 15,43 % en Monte Cercado, 14,84 % en Tarija y 15,97 % en Portillo, del departamento de Tarija-Bolivia (Zamora, 1991). Las semillas de kiwicha tienen el nivel más alto en proteínas, lisina, calcio y fósforo en comparación con el grano de centeno, el arroz y la lecha, esto lo hace un alimento excepcional; las semillas contienen de un 13 a 18% de proteínas y un alto nivel de lisina, aminoácido esencial para la nutrición (INIEA, 2006), y de 12 a 19% de proteínas en *Amaranthus* spp. cultivados en Ecuador (Nieto, 1990). La evaluación del contenido de proteínas y fibra en semillas de 64 muestras de *A. caudatus*, del Centro de Investigación de Cultivos Andinos (CICA) de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC) demostró 14.6% de proteínas en semillas deshidratadas, 13.0 % base húmeda y 9,4% de fibra y 13,5% para *A. caudatus*, 15,7 % *A. cruentus* (Bressani, 1989). El valor nutritivo de *A. caudatus* "achita", en base a los resultados del análisis químico realizado en las semillas, arrojó 16% proteína, 7% de grasa; 58 % de hidratos de carbono; 500 mg de P2O5; 247 mg de CaO; 3.4 mg de Fe; 3.2 mg de vitamina C; 0.3 mg de riboflavina y 0.93 mg de tiamina (Paúcar *et al.*, 2017; Barrantes, 1969).

En el Perú, el amaranto se cultiva principalmente en los valles interandinos de la sierra y en pequeñas extensiones, en muchos casos se observa siembras asociadas a maíz o formando bordes de otros cultivos. Recientemente su cultivo ha tomado auge en la costa, donde se siembra bajo condiciones de riego por aspersión y altos niveles de fertilización, pudiendo considerarse como manejo de alta tecnología, utilizada mayormente para la agroindustria y exportación. El potencial de cultivo es bastante halagador, porque está siendo utilizado como cultivo de rotación y de alta producción. Instituciones como

el INIA y las universidades están efectuando investigaciones en aspectos agronómicos, utilización y producción de semilla mejorada (MINAGRI, 2018; Mujica, 1997).

Los rendimientos de las cuatro líneas seleccionadas, GL8, R1011, K254 y AM9 de amaranto, cultivados en el Institute of Plant and Soil Science Research Center de Dinamarca, rindieron cerca de 1.000 kg ha<sup>-1</sup> en 1988-1990, mientras que en 1991 el rendimiento fue bajo, con c. 200 kg ha<sup>-1</sup>. La razón para este rendimiento muy bajo es que los meses mayo y junio fueron fríos y lluviosos, y el período de cosecha resultó húmedo, en contraste con el año 1992, donde hubo rendimientos altos por un verano caliente y seco; el rendimiento normal del amaranto en condiciones del norte de Europa se estima cerca de 1.000 kg ha<sup>-1</sup>, pero con poca seguridad de un año al otro; también la distancia entre surcos obviamente tiene importancia con respecto al rendimiento de semillas. Una comparación en el año frío de 1991 entre una distancia de 55 cm con otra de 27,5 cm dio como resultado que con la distancia más amplia el rendimiento fue 354±34,7 kg ha<sup>-1</sup> mientras que con 1 una distancia de la mitad fue 552±89,9 kg ha<sup>-1</sup> (Duncan *et al.*, 2018; Jacobsen *et al.*, 2002).

En México se han encontrado dos variedades de *A. caudatus*, “Froncosa” y “Tulyehuaico”, que producen mayor rendimiento de semillas (628 y 1422 Kg/ha), respectivamente en la alta densidad de población (62,500 plantas/ha), también se han registrado altos valores para la biomasa aérea y porcentaje de reverdecimiento, características agronómicas favorables para un mejor rendimiento de semillas; y con una fertilización moderada de 50 Kg/ha de nitrógeno (Torres *et al.*, 2015). En el Ecuador está siendo investigado por el INIAP y las universidades, así como por la actividad privada, teniendo grandes posibilidades, sobre todo en los valles de la sierra, cuyas altitudes no superan los 2800 msnm y que presentan alta luminosidad y poca precipitación (Monteros, 1994). Los rendimientos comerciales que se obtienen varían de 640-3750 kg/ha. En los ensayos llevados a cabo en Quito en la temporada 1992-93, los rendimientos fluctuaron entre 800 y 2492 kg/ha. (Ayala-Garay *et al.*, 2016; Mujica, 1997).

En el Perú el cultivo de *A. caudatus* es semejante a los realizados en otros países antes mencionados, donde en la fertilización, utiliza en la mayoría de los casos como fuente nitrogenada úrea y en algunas oportunidades, además utiliza cloruro de potasio y superfosfato, pero no utilizan un fertilizante orgánico de última generación, como por ejemplo el Agroplasma, que es un fertilizante líquido, ecológico, con una proporción de aminoácidos libres equivalentes a 27 % en peso de microalgas regeneradoras (*F. coronella*), Nitrógeno 720 mg/L, Fósforo 240 mg/L y Potasio 62,2 mg/L, con pH:7, sin componentes químicos de síntesis y totalmente inocuo para personas. La disolución en general es como mínimo en una proporción de 1 litro de agroplasma en 80 litros de

agua (disolución 1:8), variando dicha proporción en función del tipo de cultivo. El uso regular de agroplasma activa los mecanismos sinérgicos de crecimiento y multiplicación celular de las plantas, aportando nutrientes de absorción directamente asimilables de manera compensada, optimizando los procesos metabólicos vegetales. Activa el transporte de sustancias nutritivas y cataliza el proceso fotosintético, así como logra frutos de calidad óptima, aumentando notablemente las cosechas (Mejía *et al*, 2020; Reetz, 2016; Bio-Plasma, 2006).

El cultivo de quinua y amaranto está tomando un gran auge debido a propiedades alimenticias, gracias a la concentración de proteínas de alta calidad y de aminoácidos esenciales. Sin embargo, no se han llevado a cabo investigaciones sobre la utilización del Agroplasma como fertilizante ecológico en el crecimiento y rendimiento de estos cultivos. Por ello, propuso evaluar el efecto del agroplasma en el crecimiento y rendimiento de la kiwicha, *A. caudatus* L. var. Oscar Blanco.

## 2 MATERIAL Y MÉTODOS

El material biológico procedió del Centro Experimental de Cultivos Andinos de la Universidad Santiago Antunez de Mayolo, de la provincia de Huaraz-Departamento de Ancash, estuvo constituido por semillas frescas de *A. caudatus* L. var. Oscar Blanco “kiwicha”.

Se utilizó una parcela distribuida en tres bloques, de 3,6 m x 4,5 m, en dichos bloques se distribuyó en 3 surcos a una distancia de 90 cm. y en cada surco se sembraron 150 semillas en forma directa, después de la germinación de las semillas de kiwicha, que fue de un 90 %, a continuación, se realizó el raleo, cuando las plántulas alcanzaron una altura de 10 cm, dejando 30 plántulas, distribuidas en quince golpes a una distancia de 30 cm. Luego se inició con el experimento, aplicando riegos por gravedad, con agua de caño, cada semana hasta la duración del experimento, así mismo se fertilizó en dos momentos, a los 25 y 50 días después de la siembra, empleando una dosis de 25 K/ha de úrea en las dos aplicaciones y para todos los tratamientos; la aplicación del agroplasma fue 0%, 2% y 4%, por aspersión foliar, cada quince días hasta la maduración de la panoja.

### 2.1 EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO:

- **Longitud de tallo:** Se determinó al azar 10 plantas a las cuales se midió la longitud del tallo, midiendo desde la base hasta la hoja terminal del ápice de tallo, utilizando una wincha metálica de 3 metros de longitud (Castro *et al.*, 1997).

- **Diámetro del tallo:** Se determinó al azar 10 plantas, a las cuales se midió el diámetro en el segundo entrenudo, utilizando un vernier digital marca Starrett 727, con una sensibilidad de 0,01 mm.
- **Número de hojas por planta:** Se determinó al azar 10 plantas, a las cuales se contaron el número de hojas desde la base hasta el ápice del tallo, en la aparición de la panoja.
- **Número de ramas por planta:** Se determinó al azar 10 plantas, a las cuales se contaron el número de ramas por planta, cuando la panoja había madurado, adquiriendo un color pardo oscuro.
- **Peso fresco de hojas y tallo:** Se determinó al azar 10 plantas, cuando las plantas alcanzaron la madurez de la panoja, de las cuales se obtuvieron todas las hojas y los tallos, luego fueron pesados en forma independiente los tallos y hojas, en una balanza de brazo.
- **Peso seco de hojas y tallos:** Se determinó al azar 10 plantas, cuando las plantas alcanzaron la madurez de la panoja, de las cuales se obtuvieron todas las hojas y los tallos, luego fueron pesados en forma independiente los tallos y hojas; luego fueron colocados en una estufa a 103 °C por 72 horas, posteriormente se pesaron las hojas y tallos deshidratado, en una balanza de brazo.

## 2.2 DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO:

- **Peso de semillas frescas:** Se determinó al azar 10 plantas, cuando las plantas alcanzaron la madurez de la panoja en un 90 % aproximadamente, las plantas fueron cortadas y dejadas a exposición del sol por un lapso de 5 días, luego se obtuvieron las semillas por estrujamiento manual y posteriormente tamizado, para separar las semillas libre de restos de panoja; finalmente se procedió a pesar en una balanza de brazo.
- **Longitud de panoja:** Se determinó al azar 10 plantas, cuando las plantas alcanzaron la madurez de la panoja en un 90 % aproximadamente, a las cuales se les midió la longitud de la panoja con una wincha metálica de 3 metros.
- **Determinación de clorofilas a, b y total:** Las hojas fueron cortadas en pequeñas secciones y se pesaron 5 gramos, luego fueron trituradas en un mortero con etanol absoluto, posteriormente filtrado con papel Whatman n° 1, el filtrado se diluyó al décimo y luego se hizo la lectura en el espectrofotómetro Milton Roy 21, a 649 y 665 nm de longitud de onda, con estos valores se determinó las concentraciones de clorofilas (Rivera *et al.*, 2005).



- Determinación de proteínas totales:** Para el procesamiento de las muestras y la extracción de proteínas solubles, se pesaron 15 gramos de semillas secas, luego en un vaso precipitado conteniendo 200 ml de agua potable se sometieron a cocción por 30 minutos. Se dejó enfriar durante 15 minutos, luego se decantó el agua de ebullición. El sedimento constituido por las semillas cocidas, se resuspendió en 200 ml de  $\text{NaHCO}_3$  0,4 M, pH 9,0, se trituró durante 3 a 5 minutos y posteriormente se sometió a centrifugación en dos fases: Fase 1: en esta fase se centrifugó a 4 000 rpm por 30 minutos, a temperatura ambiente, para separar las partículas de mayor tamaño y Fase 2: en esta fase se centrifugó a 5500 rpm, como en la fase anterior, para obtener un sobrenadante. La cantidad de proteínas se determinó con las lecturas en absorbancia a una longitud de onda de 540 nm, leídos en el espectrónico 20 Milton Roy, y luego se procedió a la determinación de las proteínas totales, por el método calorimétrico de Biuret, (Prot.- 2), según laboratorios Wiener (2000).

### 2.3 DETERMINACIÓN DEL ÁREA FOLIAR

Se utilizó el método de las siluetas, que consiste en calcar las siluetas de todas las hojas de la planta papel bond de 80 gramos, luego recorta el papel y se pesa en una balanza analítica, luego se compara con el peso de 1 cm<sup>2</sup> del mismo papel y por regla de tres simple se determina en área foliar de la planta (De Sousa y Rojas, 1992).

### 2.4 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El Diseño utilizado fue en bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones.

VARIETADES	AGROPLASMA	TRATAMIENTOS
<b>V1</b>	0 %	<b>T1</b>
	2%	<b>T2</b>
	<b>4%</b>	<b>T3</b>

V1: *Amaranthus caudatus* L. var. Oscar blanco "kiwicha".

<b>BLOQUE I</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>BLOQUE II</b>	T1	T3	T2
<b>BLOQUE III</b>	T3	T1	T2

## 2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos fueron organizados en tablas para la evaluación estadística del efecto del Agroplasma, en el crecimiento y rendimiento, en los diferentes tratamientos según diseño experimental, para ello se utilizó el análisis de varianza (ANAVA), con una probabilidad del 0.05 y la prueba de comparación de promedios de Duncan (Steel y Torrie, 1993; Spiegel, 1982).

## 3 RESULTADOS

Se encontró que la mejor altura de planta (191,15 cm) y la mayor área foliar (475,59 cm<sup>2</sup>), correspondieron al tratamiento con Agroplasma al 4% (Tabla 1). Aplicando ANAVA se encontró diferencias significativas entre los tratamientos con  $p < 0.05$ . Asimismo, que los pesos frescos y secos de hojas y tallos, correspondiendo 630,31 g para peso fresco de tallos y 387,68 g para hojas, correspondieron al tratamiento tres (Tabla 2). Los pesos secos fueron procesados estadísticamente encontrando diferencias con  $p < 0.05$

Respecto a las clorofilas se encontró a una mayor concentración de clorofila b (8,79 µg/ml), en el tratamiento que recibió agroplasma al 4 %, así como la mayor cantidad de clorofila total (11,73 µg/ml), según como se muestra en la Tabla 3. El mayor rendimiento en el tratamiento con Agroplasma al 4 %, obteniéndose 103,94 g de semillas por planta y 2227,07 Kg/ha, respecto a 74,23g y 1590,64 Kg/ha del control respectivamente (Tabla 4).

Respecto a la calidad de las semillas, los resultados muestran que se han obtenido una concentración de proteínas totales de 15,69 g % para el tratamiento con Agroplasma al 4%, superando al control que se ha obtenido 12,40 g % (Tabla 5).

Tabla 1. Promedios del diámetro de tallo, altura de planta, área foliar, número de hojas y rama por planta de *A. caudatus* L var. Oscar Blanco "kiwicha", fertilizados con agroplasma.

Tratamientos	DT (cm)		AP (cm)		AF (cm <sup>2</sup> )		NH (unidad)		NR (unidad)	
	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
<b>T1</b>	3.92a	± 0.03	124.28a	± 1.08	287.96a	±	33.10	±	11.03a	±
						1.18		0.27		0.46
<b>T2</b>	5.05b	± 0.02	142.50b	± 0,79	363.19b	±	41.68	±	14.6b	±
						1.35		0.29		0.2
<b>T3</b>	5.94c	± 0.02	191.15c	± 2.70	475.59c	±	437.00	±	20.7c	±
						0.65		0.26		0.36

DT: Diámetro de tallo, AP: Altura de planta, AF: Área folia, NH: N<sup>o</sup> de hojas por planta, NR: N<sup>o</sup> de ramas por planta, X: Promedios por tratamiento, DE: Desviación estándar. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos, aplicando ANAVA, con  $p < 0.05$ .

Tabla 2. Promedios de pesos frescos y secos de tallos y hojas de *A. caudatus* L var. Oscar Blanco “kiwicha”, por bloques y tratamientos, con agroplasma.

Tratamientos	Pft (g)		Pst (g)		Pfh (g)		Psh (g)	
	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
<b>T1</b>	70.26	± 0.41	16.03a	± 0.10	87.83	± 0.36	14.85a	± 0.03
<b>T2</b>	155.79	± 0.31	30.42b	± 0.04	196.11	± 0.74	25.72b	± 0.03
<b>T3</b>	630.31	± 0.28	101.21c	± 0.11	387.68	± 0.51	50.20c	± 0.12

Pft: Peso fresco de tallo, Pst: Peso seco de tallo, Pfh: Peso fresco de hojas, Psh: Peso seco de hojas, X: Promedios por tratamiento DE: Desviación estándar. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos, aplicando ANAVA, con  $p < 0.05$ .

Tabla 3. Promedios de clorofilas a, b y total en hojas de *A. caudatus* L. var. Oscar Bblanco “kiwicha”, por tratamientos, fertilizados con agroplasma.

Tratamiento	Cla (Ug/ml)		Clb (Ug/ml)		Clt (Ug/ml)	
	X	DE	X	DE	X	DE
T1	1.78	±0.05	6.67	±0.05	8.4	±0.05
T2	2.44	±0.04	7.33	±0.01	9.64	±0.06
T3	2.98	±0.01	8.79	±0.01	11.73	±0.06

Cla: Clorofila a, Clb: Clorofila b, Clt: Clorofila total, X: Promedios por tratamiento DE: Desviación estándar.

Tabla 4. Promedios de longitud de panoja, peso de semillas por planta, y el rendimiento por hectárea de semilla de *A. caudatus* L. var. Oscar Blanco “kiwicha”, fertilizados con agroplasma.

Tratamientos	Lp (cm)		Psp (g)		Rendimiento (Kg/ha)	
	X	DE	X	DE	X	DE
<b>T1</b>	48.28a	±0.07	74.23a	±0.30	1590.64	±6.452
<b>T2</b>	69.72b	±0.34	82.62b	±0.69	1770.35	±14.761
<b>T3</b>	98.14c	±1.39	103.94c	±0.04	2227.07	±0.571

Lp: Longitud de panoja, Psp: Peso de semillas por planta, X: Promedios por tratamiento, DE: Desviación estándar. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos, aplicando ANAVA, con  $p < 0.05$ .

Tabla 5. Promedios de proteínas totales en 100 gramos de semillas de *Amaranthus caudatus* L. var. Oscar Blanco "kiwicha", por bloques y tratamientos, fertilizados con agroplasma.

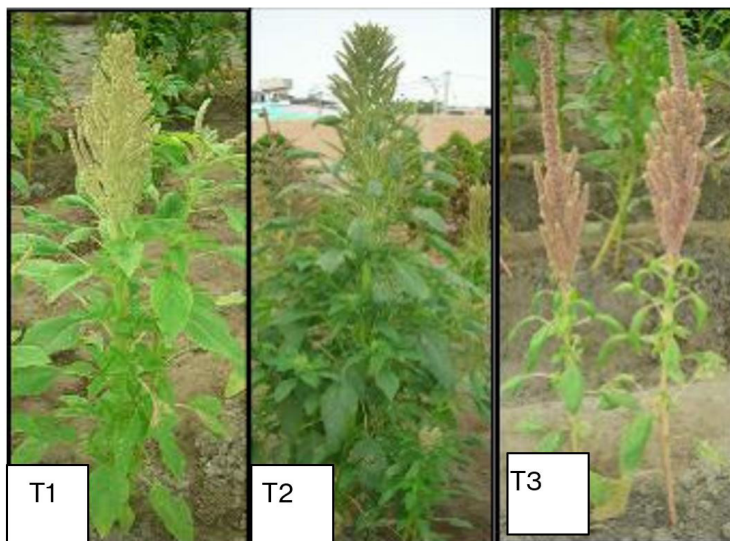
Tratamiento	B1 (Pt g %)	BII (Pt g %)	BII (Pt g %)	Promedio (Pt g %)	DE
<b>T1</b>	12.45	12.27	12.49	12.40	±0.117
<b>T2</b>	13.42	13.85	13.50	13.59	±0.229
<b>T3</b>	15.44	15.92	15.72	15.69	±0.241

DE: Desviación estándar Pt: Proteínas totales g; Gramos.

Fig. 1. Tamaño de las panojas de *A. caudatus* L. var. Oscar Blanco "kiwicha" de los diferentes tratamientos con agroplasma.



Fig. 2. Tamaño de las panojas de *A. caudatus* L. var. Oscar Blanco "kiwicha" de los diferentes tratamientos con agroplasma.



## 4 DISCUSIÓN

Las diferencias significativas según el ANAVA, respecto al crecimiento de *A. caudatus* var. Oscar blanco “kiwicha”, en los parámetros de: diámetro de tallo, altura de planta, área foliar, número de hojas y ramas por planta (Tabla 1), se obtuvo un incremento del 53,5% en altura de planta y un 51,5% en el diámetro de tallo, del tratamiento con Agroplasma al 4%, respecto al control, esto se debe probablemente a que agroplasma ha influenciado mejor, porque los componentes de este fertilizante orgánico, entre ellos los aminoácidos y el nitrógeno, dentro de la planta se movilizan rápidamente hasta los meristemas apicales y laterales, y permiten una mayor división celular y con ello un mejor crecimiento en altura de las plantas; el área foliar se incrementó en 65,2%, probablemente por efecto del macronutriente nitrógeno, contenido en alta proporción en este fertilizante, el cual habría permitido en el crecimiento de parte laminar de las hojas, cantidades muy favorables respecto al control según Mejía-Valvas *et al.* (2022).

También se encontraron diferencias significativas según el ANAVA, para los pesos frescos y secos de tallos y hojas (Tabla 2), mostrando los pesos frescos ( Pft=630,31 g y Pfh=387,68g) y secos (101,21 g y 50,20 g) más altos, de las plantas de kiwicha que recibieron agroplasma al 4%, esto probablemente se deba a la influencia de los componentes nutricionales que contiene el fertilizante, tales como nitrógeno, fósforo, potasio entre otros, los cuales han permitido que las plantas aumenten su anabolismo, como la fotosíntesis, síntesis de almidón, proteínas y otras biomoléculas, las cuales conllevan a incrementar su masa y por ende su peso seco; así mismo estas plantas tienden a incrementar la absorción y retención de agua e incrementar su peso fresco, esto se confirma con el trabajo de Chamorro (2019).

Para las clorofilas ( a y b), según el ANAVA se encontraron diferencias significativas, siendo el más alto para la clorofila b del tratamiento con Agroplasma al 4% (8,79 Ug/ml), el cual representa un incremento del 75,29 % respecto a su control, esto nos indica que probablemente agroplasma influye en la síntesis de clorofila b, más que clorofila a, con lo puede permitir que absorba una mayor cantidad de energía luminosa y posteriormente transformarla en energía química en forma de Adenosin Trifosfato (ATP), útil en la captación del Anhídrido Carbónico (CO<sub>2</sub>) para el ciclo de Calvin del proceso fotosintético.

Las diferencias significativas según el ANAVA respecto al rendimiento de *A. caudatus* var. Oscar blanco “kiwicha”, en los parámetros de: longitud de panoja, peso de semillas por planta y kilogramos por hectárea, indican que Agroplasma al 4 %, permitiendo obtener 2227,07 kg/ha de semillas de kiwicha y 98,14 g de semillas de amaranto por planta (Tabla 4), representando un incremento del 40,02 % y 40,02 % respectivamente; en el caso del rendimiento por hectárea es superior a 1000 Kg/ha de semillas de kiwicha obtenidos

en el Institute of Plant and Soil Science Research Center of Dinamarca (Jacobsen *et al.*, 2002), pero dentro del rango de los resultados de 1000 – 2500 Kg/ha por el INIA-Perú, para los periodos 1992-1993 (Mujica *et al.*, 1999) y 800-2492 Kg/ha, reportados para Quito en los periodos 1992 y 1993 (Mujica y Berti, 1997), pero superiores a 628-1422 Kg/ha, que recibieron como fertilizante solamente Nitrógeno en una dosis de 50 Kg/ha para una población de 62 500 plantas/ha (Torres *et al.*, 2016). Este incremento del rendimiento también tendría una relación directa con la mayor longitud de la inflorescencia (98,14 cm), permitiendo un incremento del 103,27 % respecto al control, así mismo es superior al tamaño de la inflorescencia (90 cm) reportado por el Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria<sup>6</sup>. este dato corrobora que Agroplasma influye en el tamaño de la inflorescencia o panoja, permitiendo un mayor número de flores, que finalmente se convierten en semillas y de esta manera favorece un mejor rendimiento de kiwicha.

Para la calidad de las semillas de kiwicha, respecto a proteínas totales, según el ANAVA se encontraron diferencias significativas, siendo el porcentaje más alto (15,7%) para el tratamiento con Agroplasma al 4 % (Tabla 5 y figura 5), representando un incremento del 26,5% respecto a su control, así mismo es superior a 14,6 g % obtenido por el Centro de investigación de Cultivos Andinos, en la misma variedad de kiwicha (Lizarraga, 1981), pero menor al rango de 13-18g% en *A. caudatus*, encontrado por el Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA, 2006) semejante a 15 g % en kiwicha (Bejosano, 1999); pero menor a 16,1g % en *A. caudatus* L. “kiwicha” (Cárdenas, 1969).

## 5 CONCLUSIONES

Con base a los resultados de la presente investigación experimental sobre el crecimiento y rendimiento de *A. caudatus* var. Oscar blanco, podemos afirmar lo siguiente:

El Agroplasma si tuvo una influencia en el crecimiento y rendimiento de kiwicha y ello se manifiesta específicamente en el crecimiento cuando se utiliza agroplasma al 4%, de igual manera a la misma concentración elevó en el rendimiento de semillas por planta y por hectárea y en la cantidad de proteínas totales en las semillas de kiwicha.

Se demuestra que hay alternativas amigables, no contaminantes, que se pueden aplicar a las plantas para mejorar su crecimiento y desarrollo.

## 6 AGRADECIMIENTO

Al personal técnico de la sección de botánica que apoyó brindando sus ambientes para realizar la presente experiencia.

Los autores expresan que no tienen conflicto de intereses.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arellano M, Albarracín G, Mucciarelli S. (2004). Estudio comparativo de hojas de *Beta vulgaris* con *Amaranthus dubius* Mart ex thell. *Phyton*, 53:193-197.
- Ayala-Garay, A.; Espitia-Rangel, E.; Rivas-Valencia, P.; Martínez-Trejo, G.; Almaguer-Vargas, G. (2016). Análisis de la cadena del valor de amaranto en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 1 (13): 87.
- Barrantes P. (1969). *Amaranthus caudatus*: Determinación analítica en la "achita". Tesis Ing°. Químico. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. Perú.
- Bejosano F. (1999). Protein quality evaluation of *Amaranthus* wholemeal flours and concentrates. *J Sci Food & Agricul.* 76(1):100-106.
- Bio-Plasma (2006). Fertilizante Ecológico. Lima-Perú. 2006.
- Bressani R. (1989). The proteins of grain amaranth. *Foods Reviews International*.; 51:1338.
- Cárdenas, M. (1969). Manual de plantas económicas de Bolivia. Cochabamba-Bolivia: Edit lcthus.
- Carmona, W.; Orsini, G. (2010). Sinopsis del subgénero *Amaranthus* (*Amaranthus*, *Amaranthaceae*) en Venezuela *Acta Botánica Venezuelica*, 33( 2): 329-356.
- Castro P, Villar P, Pérez C. (1997). Leaf morphology and leaf chemical composition in three *Quercus* (*Fagaceae*) species along a precipitation gradient in NE Spain. *Trees. Structure and Function.* 11: 127-13.
- Chamorro, F. (2019). Evaluación del amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) en dos sistemas de labranza con cuatro niveles de fertilización nitrogenada. Tesis Título Ingeniero Agrónomo. Universidad Central de Ecuador.
- De Sousa N, Rojas E. (1992). Estimación del área foliar de *Heliconia bihai* (L.) L. y *H. Latispatha* benth. *Bioagro* 4(4):106-114.
- Duncan, E.G.; O'Sullivan, C.A.; Roper, M.M.; Biggs, J.S.; Peoples, M.B. (2018). Influence of co-application of nitrogen with phosphorus, potassium and sulphur on the apparent efficiency of nitrogen fertiliser use, grain yield and protein content of wheat: *Field Crops Research*, 226: 56-65.
- García-Parra, M.A.; De la Cruz-Cruz, H.A.; Plazas-Leguizamón, N.Z. (2019). Ciclo de vida y curvas en S aplicadas al cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp.)", *Tecnológicas*, 22 (46): 61-76.
- Guillen F. (1990). Caracterización y análisis de crecimiento de dos ecotipos de coime (*Amaranthus caudatus*) en condiciones de cultivo de campo. Tesis Ing°. Agrónomo. Universidad Autónoma. Tarija-Bolivia.
- Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA) (2006). Kiwicha con cualidades óptimas para agroindustria y exportación. Nota de prensa 033-INEA-OII-PW.
- Jacobsen S, Iteno K, Mujica A. (2002) Amaranto como un cultivo nuevo en el norte de Europa. *Agronomía Tropical*.; 52(1):109-119.
- Lizárraga V. (1981). Evaluación del contenido de proteínas y fibras de 64 muestras de la Colección *Amaranthus caudatus* "Kiwicha". Tesis Ing°. Agrónomo. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cuzco. Perú.

- Martínez C, Espitia E, Caballero J. (1979). Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México.
- Mejía, R.L.; Gómez L.; Pinedo, R.; Mendoza, H.; Pajuelo, C.E. (2020). Niveles de fertilización inorgánica en tres variedades de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en Ancash, Perú. *IDESIA*, 38 (1): 75-84.
- Mejía-Valvas R., Mendoza-Vilcahuamán H., Gómez-Pando L., Pinedo-Taco R. (2022). Comportamiento agronómico y calidad de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en función del cultivar y la dosis de fertilización. *IDESIA* 40(1): 87-94.
- MINAGRI. (2018). Manejo Agronómico, Prácticas de Conservación de Suelos, Producción, Comercialización y Perspectivas de granos andinos. Ministerio de Agricultura y Riego. Dirección General de Políticas Agrarias-DGPA. Lima Perú. 86 p.
- Mujica A, Berti M. (1997). El cultivo del Amaranto (*Amaranthus* spp.): Producción. Mejoramiento Genético y Utilización. FAO. Red de Cooperación Técnica en Producción de Cultivos Alimenticios. Roma, Italia.
- Monteros JC. (1994). INIAP-Alegría. Primera variedad mejorada de amaranto para la sierra ecuatoriana. INIAP. Boletín Divulgativo N° 245. Ecuador.
- Mujica A, Jacobsen E, Chirinos L. (2001). Experiencias en el manejo de los recursos genéticos de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), amaranto (*Amaranthus caudatus* L. y cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en Perú. **In:** Compendio de Exposiciones de Reunión para diseñar el componente regional del proyecto IPGRI-IFAD, La Paz-Bolivia.
- Mujica A, Izquierdo J, Jacobsen S. (1999) Prueba americana de cultivares de amaranto (*Amaranthus caudatus* L., *Amaranthus hypocondriacus* L. y *Amaranthus cruento* L.) **En:** Reunión Técnica y Taller de Formulación de Proyecto Regional sobre Producción y Nutrición Humana en base a Cultivos Andinos. Perú.
- Nieto C. (1990). El cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp) una alternativa agronómica para Ecuador. INIAP, EE. Santa Catalina. Publicación Miscelánea N° 52. Quito, Ecuador.
- Paucar, L.; Peñas, E.; Dueñas, M.; Frías, J.; Martínez Villaluenga, C. (2017). Optimizing germination conditions to enhance the accumulation of bioactive compounds and the antioxidant activity of kiwicha (*Amaranthus caudatus*) using response surface methodology. *Food Science and Technology*, 76: 245-252.
- Pedersen B, Kalinowski L, Eggum B. (1991). The nutritive value of amaranth grain (*Amaranthus caudatus*) I. Protein and minerals of raw processed grain. *Plant Food for Human Nutrition*, 36:309-324.
- Peralta, E.; Mazón, Á.; Murillo, M.; Rivera, D.; Rodríguez, L.; Lomas, C.; Monar. (2012). Manual Agrícola de Granos Andinos: Chocho, Quinoa, Amaranto y Ataco. Cultivos, cultivares y costos de producción. Tercera edición. INIAP. Quito, Ecuador.
- Reetz, H. (2016). Fertilizers and their Efficient Use. First edition, IFA, Paris, France. 109 p.
- Rivera C., Zapata A, Pinilla J.(2005) Comparación de la estimación de clorofila a mediante los métodos espectrofotométricos y fluorométrico. *10(2): 95.*
- Roque, O.J. (2019). Requerimiento térmico de las fases fenológicas de dos cultivares de amaranto (*Amaranthus caudatus* L): precoz y tardía en Ayacucho. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 7 (1): 18-31.



Spiegel M. (1982). Teoría y Problemas de Probabilidades y Estadísticas. Serie dcompendios Shawm Edit. Mc Graw Hill. México.

Steel R, Torrie J. (1993). Bioestadística: Principios y Procedimientos. 2da Edición. Editorial. McGraw-Hill S.A. México.

Torres G, Trinidad A, Reyna T. (2006). Respuesta de genotipos de Amaranto a densidades de poblaciones. Revista Fitotecnia Mexicana 2006; 9(04):307-312.

Wiener G. (2000). Laboratorios: Método calorimétrico para la determinación de hierro sérico, proteínas totales y hemoglobina. Rosario-Argentina. 2000.

Zamora J. (1991). Industrialización del amaranto. Tesis Ing°. Químico. Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Tarija-Bolivia.

## 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 PENZA 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

Abono orgánico 69, 70  
Acuicultura 85, 86  
Agrohomeopatía 180, 182, 183  
Agua de vidrio 180, 182, 183  
Alimentación de precisión 93, 96, 99  
Amaranthus caudatus 69, 70, 75, 78, 81, 82  
Amenazas 169, 170, 173  
Anión superóxido 186, 187, 188, 190, 191  
Antioxidantes 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194  
Arbres 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 25, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37  
Arquitectura multiagente 93, 95  
Assortiment 13, 14, 16, 19, 23, 25, 32

### B

Babesia bigemina 196, 197, 198, 200, 203, 206, 207  
Babesia bovis 196, 197, 198, 200, 202, 206  
Bioclimatic indexes 127, 128, 129, 130, 132, 134  
Bio insumos 180  
Brisas de mar y tierra 146, 147, 148, 149, 151, 159

### C

Caligus rogercresseyi 84, 85, 86, 91, 92  
Catalasa 186, 187, 188, 193, 194  
Cítricos 180, 181, 182, 183, 184  
Control de calidad 101, 102, 104, 108  
Costa del Rio de la Plata 146, 148, 149, 158  
Cromatografía en capa fina 101, 102, 104, 106, 109

### D

Disease control 42, 43  
Diversidad genética 114, 115, 169, 170, 172, 174, 175

## E

Éclaircie 13, 14, 15, 16, 20, 24, 25, 29, 30, 31, 32, 33

Économie 13

Eficiência no uso da água 1, 3

Estiércol 162, 163, 167, 168

## F

Fertilización química 162

## G

Growing Degree Days 127, 128, 129, 132, 135

## I

Infusión 102, 103, 104, 105

Integración del hardware de proveedores 93

## K

Kiwicha 69, 70, 71, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82

## L

Labranza de conservación 162, 166

Lenguaje de comunicación entre agentes 93

## M

Machine learning 84, 85, 86, 90, 92

Maíz 57, 58, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 71, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178

Maturation 128, 129, 130, 132, 139, 140, 141, 142

Medicina tradicional 101, 102, 103

Microclima de canopia 146, 158

Milpa 57, 58, 63, 65, 68, 169, 170, 172, 173, 174, 176, 177

Minor grapevine varieties 128, 130, 131, 142

## N

Nueva enfermedad 180

## O

Olivais de elevada densidade 1, 3, 5, 6, 7, 9

Olivais de regadio 1

## P

PCR-RFLP 196, 197, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207

Production forestière 13, 16

Productividad 58, 59, 63, 67, 84, 94, 172

## R

Rega deficitária 1, 5, 6, 7, 9

Remedios herbolarios 102, 105, 110

RNA 112, 113, 115, 124, 196, 197, 199, 203, 206

RT-PCR 112, 113, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 126

## S

Saccharum spp 112, 113, 118, 119, 121

Salmonidos 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90

SCYLV 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124

Spraying 42, 43, 44, 49, 56

Superóxido dismutasa 185, 186, 187, 188, 192, 193, 194

## T

Trucha arcoíris 85, 86, 87, 89, 90, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193

## U

Unidad de producción 58, 62, 66, 67, 68

## V

Viñedo 146, 147, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 156, 157, 159

Viticulture 42, 43, 130, 142, 145, 160