

# II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible”  
por el día mundial del Medio Ambiente

Pamplona, Colombia | 22 y 23 de junio de 2023

# LIBRO DE MEMORIAS

Leónides Castellanos González y Ana Francisca González Pedraza  
(Coordinadores y compiladores)

ISSN: 2954-890X



Universidad de Pamplona | Facultad de Ciencias Agrarias  
Grupo de Investigaciones en Agroecología y Transformación Agraria Sostenible (GIATAS)

**En alianza con:**

Grupo de Investigación en Ganadería y Agricultura Sostenible (GIAS)  
Programa de Ingeniería Agronómica  
Maestría en Ciencias Agrarias  
Maestría en Extensión y Desarrollo Rural



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

"Impulsando la Transformación Agraria Sostenible" por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



# II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

Impulsando la Transformación Agraria Sostenible por el día mundial del Medio Ambiente

# LIBRO DE MEMORIAS

ISSN: 2954-890X

Editores

Ana Francisca González Pedraza

Grupo de Investigaciones en Agroecología y Transformación Agraria Sostenible

(GIATAS)

Correo: [ana.gonzalez2@unipamplona.edu.co](mailto:ana.gonzalez2@unipamplona.edu.co)

Leónides Castellanos González



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

"Impulsando la Transformación Agraria Sostenible" por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



Grupo de Investigaciones en Agroecología y Transformación Agraria Sostenible

(GIATAS)

Correo: [leonides.castellanos@unipamplona.edu.co](mailto:leonides.castellanos@unipamplona.edu.co)

Universidad De Pamplona

Facultad De Ciencias Agrarias

Grupo de Investigaciones en Agroecología y Transformación Agraria Sostenible

(GIATAS)

Pamplona, Colombia

22 y 23 de junio de 2023



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

"Impulsando la Transformación Agraria Sostenible" por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### CRÉDITOS

#### COMITÉ EJECUTIVO

Ivaldo Torres Chávez - Ph.D, Rector

Aldo Pardo – Ph.D, Vicerrector de Investigaciones

José Flórez Gélvez – Ph.D, Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

Paola Hormaza Ph.D. Directora del Departamento de Agronomía

#### COMITÉ ORGANIZADOR

Leónides Castellanos González

Ana Francisca González Pedraza

Enrique Quevedo García

Juan Carlos Escalante

Humberto Giraldo Vanegas

#### COMITÉ CIENTÍFICO

Leónides Castellanos

Investigador Senior Colciencias Grupo de Investigaciones en Agroecología y Transformación  
Agraria Sostenible

(GIATAS) Categorizado B en Colciencias

Ana Francisca González Pedraza

Coordinadora del Semillero de Investigación en Sistema de producción Agropecuaria Sostenibles  
(SISPAS)

Humberto Giraldo Vanegas

Coordinador del Semillero en Sanidad vegetal

Enrique Quevedo García

Investigador Asociado Colciencias. Director del grupo en Investigación en Ganadería y  
Agricultura Sostenible - A (Colciencias).



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### EDITORES

Ana Francisca González Pedraza-Docente de la Universidad de Pamplona

Dirección: Carrera 11#11C-17, Barrio Madrigal. Pamplona, Norte de Santander, Colombia 2022,

Teléfono: +57 3174740703

Leónides Castellanos González-Docente de la Universidad de Pamplona.

Dirección: Calle 11 #7-30. Bloque 2 Apto 401. Barrio Plazuela. Pamplona, Norte de Santander,  
Colombia 2022

+573166993265

Correo: [leonides.castellanos@unipamplona.edu.co](mailto:leonides.castellanos@unipamplona.edu.co)

### EDICIÓN

Segunda Edición

Periodicidad Anual



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### INVESTIGADORES INTERNACIONALES INVITADOS PARA LAS CONFERENCIAS MAGISTRALES

**Dr. Santiago Sarandón.** Universidad de la Plata, Argentina

**Dilier Olivera Viciado.** Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Centro de Ciências Agrárias e Ambientais - CCAA, Chapadinha Maranhão, Brasil.

**Dra. Zenaida Lozano.** Universidad Central de Venezuela, República Bolivariana de Venezuela.

**Dra. Clara Nicholson.** University of California, Berkeley, United States

**Dr. Renato de Mello Prado.** Professor of Plant Nutrition - São Paulo State University (UNESP). Brasil.

**Yhosvanni Pérez Rodríguez.** Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez. Cuba.

**Dr. Yamil Madi.** Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Venezuela

### PROFESORES DE UNIPAMPLONA PONENTES

Leónides Castellanos González

Ana Francisca González Pedraza

Enrique Quevedo García

Juan Carlos Escalante

Humberto Giraldo Vanegas

Javier Francisco Castellanos González

Yamit García

Paola Hormaza

Jesús Delgado

César Villamizar Quiñones



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

"Impulsando la Transformación Agraria Sostenible" por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### ESTUDIANTES DE UNIPAMPLONA PONENTES

Cindy Vanessa Álvarez-Saldarriaga  
Juan Diego González Rojas  
Jesús David Roldán Martínez  
Yesenia Carolina Cuellar Barrera  
Amanda Lucía Chaparro  
Yanid Suárez  
Laura Briceño  
Laura Pérez  
Viviana Andrade  
Ruth Márquez  
Eduardo José Zambrano Angulo  
Edilson Rodrigo Lozano Amaya  
Ludis Marcela Cuadros Sanabria  
Yolbert Galvis  
Karen Torres  
Ana Salazar  
Jenny Correa  
Lucio Martínez  
Yirley Mireya Morales Villamil  
Miguel Carvajal  
José Vera  
César Jaimes  
Sergio Meneses  
Oswel Villamizar  
Alisson Parada  
Sara Cespedes  
Ana María Santos  
Elkin Gamboa  
Nelson Enrique Rodríguez Ángel  
Josyhe Esteban Leal Parada  
José Javier Mendoza Vega  
Karen Juliana Santiago Rodríguez  
Juan Carlos Sepúlveda  
Brayham Jhayr Rodríguez Moreno



**II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA**  
"Impulsando la Transformación Agraria Sostenible" por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



**COMITÉ EDITORIAL**

**RESPONSABLE ECONÓMICO Y JURÍDICO DE LA OBRA**

ISSN Obra independiente: 2954-890X

Sello editorial: Universidad de Pamplona

No de Edición: 2

Ciudad de Edición: Pamplona

Departamento, Estado o Provincia: Norte de Santander

Fecha de aparición: 22 noviembre de 2023

Libro digital descargable Formato: Pdf (.pdf)

Tipo de contenido: Texto (legible a simple vista)



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

"Impulsando la Transformación Agraria Sostenible" por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### PRÓLOGO

Es un honor introducir el libro de memorias del II Coloquio Internacional de Agroecología, un evento que reunió a mentes brillantes y apasionadas de la agricultura sostenible en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Pamplona. Este coloquio, en su segunda edición, no solo consolidó el compromiso de la comunidad académica con la agroecología, sino que también sirvió como plataforma para el intercambio de conocimientos entre expertos de diversos rincones del mundo.

Las conferencias magistrales ofrecidas por distinguidos conferencistas internacionales provenientes de Chile, Cuba, Brasil, Venezuela y Argentina representaron un verdadero crisol de perspectivas, experiencias y sabiduría. Cada presentación no solo ilustró la diversidad de enfoques en la agroecología, sino que también destacó la relevancia de la colaboración global en la búsqueda de soluciones sostenibles para los desafíos agrícolas contemporáneos.

Una de las joyas destacadas de este coloquio fue la conferencia titulada "Los desafíos y posibilidades de la investigación en agroecología". Esta presentación no solo abordó los obstáculos actuales que enfrenta la investigación en este campo vital, sino que también iluminó las múltiples posibilidades que se presentan para avanzar en la comprensión y aplicación de prácticas agrícolas más sostenibles.

La agroecología, como disciplina, se encuentra en una encrucijada crucial, enfrentando desafíos inherentes a la complejidad de los sistemas agrícolas y a la necesidad apremiante de abordar cuestiones como la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental. Esta conferencia proporcionó una plataforma para reflexionar sobre cómo superar estos desafíos y explorar nuevas vías de investigación que puedan allanar el camino hacia un futuro agrícola más equitativo y respetuoso con el medio ambiente.

En medio de los retos, también se vislumbraron oportunidades emocionantes. La conferencia destacó la importancia de la colaboración internacional, la integración de enfoques interdisciplinarios y la adopción de tecnologías emergentes en la investigación agroecológica. Estos elementos prometen no solo ampliar nuestro entendimiento de los sistemas agrícolas, sino también inspirar soluciones innovadoras que beneficien a agricultores, comunidades y ecosistemas por igual.

En la segunda de las destacadas conferencias, "Efectos y potencialidades del Silicio: una mirada desde la nutrición de plantas", los participantes fueron sumergidos en una exploración detallada de un elemento esencial para el desarrollo de cultivos. Esta exposición, presentada por un experto internacional, proporcionó una visión inigualable sobre cómo el silicio puede ser aprovechado para mejorar la salud y el rendimiento de las plantas.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

"Impulsando la Transformación Agraria Sostenible" por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



La comprensión de la rizósfera de los cultivos, tema central en otra conferencia magistral, llevó a los asistentes a un viaje fascinante a través de las interacciones fundamentales entre las raíces de las plantas y el suelo circundante. Esta perspectiva, compartida por un destacado conferencista, contribuyó significativamente al entendimiento de los sistemas agrícolas desde una óptica más holística.

La eficiencia en el uso de nutrientes, un aspecto crucial en la nutrición vegetal fue abordada en la conferencia "Importância do uso eficiente de nutrientes na nutrição vegetal". Desde un punto de vista internacional, se exploraron estrategias para optimizar la gestión de nutrientes, promoviendo prácticas agrícolas más sustentables y productivas.

El coloquio también se enfocó en soluciones innovadoras para el control de plagas, como se evidenció en la presentación sobre "Productos alternativos para el control de plagas con el uso de especies botánicas dentro de la transformación agraria sostenible". La intersección entre la biodiversidad y la agricultura sostenible se ilustró de manera magistral, subrayando la importancia de un enfoque integrado.

Finalmente, la conferencia sobre "Patrones de variación en la Productividad Primaria Neta como un indicador para la degradación de las Tierras en Venezuela" proporcionó una mirada detallada a los desafíos específicos que enfrenta este país sudamericano, destacando la necesidad de enfoques adaptativos y contextualizados en la gestión de tierras.

Este libro de memorias, que ahora tienen en sus manos, encapsula la esencia y el conocimiento compartido durante este evento internacional. Es nuestro deseo que estas páginas sirvan como una fuente de inspiración y guía para todos aquellos comprometidos con la construcción de sistemas agrícolas más resilientes, sostenibles y equitativos.

Dra. Ana Francisca González Pedraza

Docente Tiempo Completo Universidad de Pamplona

22 noviembre de 2023



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Tabla de Contenido

Conferencias magistrales .....	1
Los desafíos y posibilidades de la investigación en agroecología .....	2
Santiago Javier Sarandón .....	2
Efectos y potencialidades del Silicio: una mirada desde la nutrición de plantas .....	8
Dilier Olivera Viciedo <sup>1,2</sup> , Anderson de Moura Zanine <sup>2*</sup> , Daniele de Jesus Ferreira <sup>2**</sup> , Guilherme Ribeiro Alves <sup>3</sup> , Rosane Cláudia Rodrigues <sup>2***</sup> , Daimy Salas Aguilar <sup>2****</sup> .....	8
Rizósfera de los cultivos .....	14
Dra. Zenaida Lozano Pérez .....	14
Importância do uso eficiente de nutrientes na nutrição vegetal .....	29
Renato de Mello Prado .....	29
Productos alternativos para el control de plagas con el uso de especies botánicas dentro de la transformación agraria sostenible .....	35
Yhosvanni Pérez Rodríguez .....	35
Patrones de variación en la Productividad Primaria Neta, como un indicador para la degradación de las Tierras en Venezuela .....	44
Yamil Madi <sup>1</sup> ; José Gonzalo Vázquez Rodríguez <sup>2</sup> ; Misael Ángel Parra <sup>3</sup> ; Airo Tortoza O. <sup>4</sup> ; Adrián León <sup>5</sup> ; Rafael Hernández <sup>6</sup> .....	44
Técnicas de conservación de suelos en un cultivo de haba ( <i>Vicia faba</i> L.) en el municipio de Pamplona .....	62
Yanid Suárez <sup>1</sup> , Laura Briceño <sup>2</sup> , Laura Pérez <sup>3</sup> , Viviana Andrade <sup>4</sup> , Ruth Márquez <sup>5</sup> , Ana Francisca González- Pedraza <sup>6</sup> .....	62
Efecto de diferentes técnicas de conservación de suelos en un cultivo de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) .....	69
Yolbert Galvis <sup>1</sup> , Karen Torres <sup>2</sup> , Ana Salazar <sup>3</sup> , Jenny Correa <sup>4</sup> , Lucio Martínez <sup>5</sup> , Ana Francisca González- Pedraza <sup>6</sup> .....	69
Distribución espacial de la textura de los suelos en una finca productora de mora .....	71
Yirley Mireya Morales Villamil <sup>1</sup> ; Ana Francisca González-Pedraza <sup>2</sup> ; Juan Carlos Rey <sup>3</sup> .....	71
Equidad y caracterización socioeconómica de los productores de mora ( <i>Rubus robustus</i> C. Pres) en los municipios Pamplona y Pamplonita .....	72
Diana Catherine Gamboa Suarez <sup>1</sup> , Yury Maritza Rodríguez Vera <sup>2</sup> , Juan Carlos Escalante <sup>3</sup> .....	72
Efecto de diferentes prácticas de conservación sobre variables físicas de suelos y crecimiento del cultivo de brocoli ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>Itálica</i> ) .....	73
Miguel Carvajal <sup>1</sup> , José Vera <sup>2</sup> , César Jaimes <sup>3</sup> , Sergio Meneses <sup>4</sup> , Oswel Villamizar <sup>5</sup> , Ana Francisca González- Pedraza <sup>6</sup> .....	73
Impacto de diferentes tratamientos sobre variables físicas de suelos y el cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) .....	75
Alisson Parada <sup>1</sup> , Sara Céspedes <sup>2</sup> , Ana María Santos <sup>3</sup> , Elkin Gamboa <sup>4</sup> , Ana Francisca González-Pedraza <sup>5</sup> .....	75
Efecto del tipo de fertilización sobre variables del suelo y del cultivo de sorgo forrajero ( <i>Sorghum vulgare</i> Pers.) ..	76
Nelson Enrique Rodríguez Ángel <sup>1</sup> ; Josyhe Esteban Leal Parada <sup>2</sup> ; Ana Francisca González-Pedraza <sup>3</sup> .....	76
Uso sostenible de los recursos naturales en los sistemas de producción agropecuaria en Colombia desde los principios agroecológicos .....	77



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



Belkys Zulay Hernández Cárdenas .....	77
Restauración de suelos degradados mediante el uso de abono orgánico fermentado tipo bokashi en la finca los Acacios del municipio de Pamplona, Norte de Santander .....	78
Diaz-Cárdenas María Mónica <sup>1</sup> , Delgado-Rodríguez Jesús Ramón <sup>2</sup> , Rivera María Esther <sup>3</sup> .....	78
Alternativas para la mitigación de las pérdidas de nitrógeno en la urea .....	79
Jhorman Andrey Luna C. <sup>1</sup> , Leónides Castellanos González <sup>2</sup> .....	79
Principales plagas presentes en pastizales en fincas de pequeños productores de Pamplona, Norte de Santander .....	80
Lucio Daniel Cárdenas Yáñez <sup>1</sup> , Leónides Castellanos González <sup>2</sup> , Alfonso Capacho Mogollón <sup>3</sup> .....	80
Caracterización de familias de plantas forestales presentes en fincas productoras de diez municipios de Boyacá .....	81
García-Carvajal, Yamit <sup>1</sup> ; Hormaza Martínez, Paola Andrea <sup>2</sup> .....	81
Captura e identificación de microorganismos eficientes en la Bioaula del programa de Zootecnia, en Villa del Rosario .....	82
José Javier Mendoza Vega <sup>1</sup> ; Karen Juliana Santiago Rodríguez <sup>2</sup> ; Juan Carlos Sepúlveda <sup>3</sup> ; Ester Amparo Jaimes Cañas <sup>4</sup> ; César Villamizar Quiñonez <sup>5</sup> .....	82
Índices de sequía agrícola en la quebrada Batagá, del municipio de Pamplonita, Norte de Santander .....	83
Yeris Estefanía Milla <sup>1</sup> , María Esther Rivera <sup>2</sup> , Jesús Ramón Delgado Rodríguez <sup>3</sup> .....	83
Curva epidemiológica de la cercosporiosis en el cultivo de acelga en el huerto de la Escuela Normal Superior de Pamplona .....	84
Brayham Jhayr Rodríguez Moreno <sup>1</sup> , Leónides Castellanos González <sup>2</sup> , Carmen Maira Roza García <sup>3</sup> .....	84
Silicio como mitigador de los estreses bióticos y abióticos en las plantas .....	85
Dilier Olivera Vicedo <sup>1,2</sup> , Anderson de Moura Zanine <sup>2*</sup> , Daniele de Jesus Ferreira <sup>2**</sup> , Guilherme Ribeiro Alves <sup>3</sup> , Rosane Cláudia Rodrigues <sup>2***</sup> .....	85
Fluctuaciones en el tiempo de las plagas en tres genotipos de <i>Rubus</i> spp. en el semestre A de 2022 bajo las condiciones de Pamplona, Norte de Santander .....	86
Luis Carlos Mantilla Rodríguez <sup>1</sup> ; Leónides Castellanos González <sup>2</sup> .....	86

# **Conferencias magistrales**



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Los desafíos y posibilidades de la investigación en agroecología

Santiago Javier Sarandón

CIC-LIRA, Facultad de Cs Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Argentina

e-mail. [sjsarandon@gmail.com](mailto:sjsarandon@gmail.com)

#### Introducción

La investigación “científica” y tecnológica en la agricultura en los últimos 60-70 años, desarrollada y llevada a cabo en Instituciones de Investigación y Universidades, con financiamiento de los estados nacionales o provinciales, ha generado tecnologías que se caracterizan por lograr altos rendimientos (por unidad de superficie) y una alta (aparente) rentabilidad en base a una alta dependencia de insumos. Este modelo hoy está en crisis porque presenta una serie de características negativas que lo definen como socio ambientalmente insostenible y poco aplicable a un amplio número (la mayoría) de los agricultores/as.

La crisis socio ambiental es hoy de tal magnitud y urgencia, que aquello que se negaba enfáticamente hasta hace muy poco ha comenzado a ser finalmente admitido como una realidad preocupante. Sin embargo, aún no ha sido suficientemente analizada la responsabilidad y el rol que la ciencia (y los investigadores) y las instituciones relacionadas han tenido y tienen en esta realidad.

Algunos consideran que estos problemas son sólo consecuencias no deseadas de una mala aplicación de una buena tecnología, de una buena ciencia. Por lo tanto, se arreglan con más tecnología, más sofisticada, más moderna. Para otros, sin embargo, es cada vez más evidente que estamos ante una crisis, ante los signos inequívocos del colapso de un modelo, de una manera de concebir la ciencia, el mundo y la relación de los seres humanos con la naturaleza, en síntesis, ante



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



las consecuencias de un paradigma equivocado. Estamos ante la disputa de paradigmas: por un lado, un enfoque aun predominante, simplista, productivista y cortoplacista y, por otro lado, un paradigma emergente, en construcción, que valora lo sistémico, holístico, lo interdisciplinario, y donde la preocupación por las futuras generaciones, la complejidad, la incertidumbre y la pluralidad de valores son rasgos distintivos. Se requiere entonces una nueva epistemología para abordar este desafío, se requiere otra forma de encarar la ciencia.

El abordaje de las ciencias agronómicas desde otro paradigma para la generación de nuevos conocimientos, y la formación de profesionales–científicos es uno de los mayores desafíos de la actualidad. La Agroecología se presenta como ese paradigma alternativo, adecuado para generar y validar conocimientos para una agricultura sustentable. Su enfoque holístico, sistémico y pluriepistemológico, busca romper con el aislamiento de las ciencias y de las disciplinas generado por el paradigma productivista, reduccionista.

Esto no resulta sencillo en un escenario donde los investigadores, las universidades que los forman y las instituciones de Investigación aún se encuentran bajo un claro dominio del paradigma de la simplicidad. Además, aun predomina una visión difusionista y paternalista hacia los agricultores, a quienes se los ve sólo como destinatarios de nuestras investigaciones, negándoles un conocimiento propio y valioso.

El paradigma que ha dominado la investigación (y a los científicos) en las ciencias agropecuarias puede resumirse en las siguientes características: a) Dominio sobre la naturaleza, (sesgo antropocéntrico), lo silvestre, lo salvaje como algo a eliminar, algo indeseable b) Enfoque productivista y cortoplacista, c) Visión atomista y/o reduccionista prevaleciente en los científicos y profesionales como forma de entender la realidad, d) Evaluación inadecuada del éxito económico de las actividades agropecuarias ignorando costos ambientales, e) Valorización sólo del conocimiento científico: desvalorización del conocimiento no científico de campesinos/as, agricultores/as, indígenas) (Sesgo etnocéntrico), f) Lo moderno como un valor positivo en sí mismo frente al atraso, g) Neutralidad, superioridad e infalibilidad (brinda certezas) de la Ciencia, h) El conocimiento es general, no situado: lo local no es importante, i) El desprecio y negación por lo femenino (Sesgo androcéntrico) J) Excesiva confianza en la tecnología, k) La ética como valor “difuso” en la formación de los profesionales, investigadores y técnicos y l) Las



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



publicaciones científicas son un objetivo casi excluyente para el investigador y para muchas instituciones.

La investigación desarrollada bajo este paradigma, aun predominante en las instituciones de investigación y en la mente de la mayoría de los investigadores, ha dado, como resultado previsible, este modelo de agricultura, altamente productivo, pero insustentable y no accesible a todos los agricultores.

Por lo tanto, dentro de este paradigma, no hay solución. No sirve de mucho crear institutos, incorporar más investigadores y/o entregar grandes subsidios de dinero para el abordaje de temáticas ambientales si no existe un cambio profundo en el enfoque con que se va a hacer la investigación.

### **Los desafíos de un nuevo paradigma en las ciencias agropecuarias**

El logro de un modelo de agricultura más sustentable y humano requiere reemplazar este enfoque cortoplacista, productivista (y excluyente), que no tiene en cuenta los costos ambientales y sociales, por uno sustentable, que contemple y minimice los impactos ambientales y sociales a largo plazo y genere una agricultura aplicable a un mayor número de agricultores. Pero esto no es sencillo: este nuevo paradigma tiene 4 componentes novedosos e interrelacionados que representan todo un desafío para los científicos y sus instituciones: a) **la sustentabilidad**, b) **la complejidad**, c) **la incertidumbre** y d) **la pluralidad de valores (varios mundos posibles)**.

El primero de ellos, lo que llamamos la **sustentabilidad** es la aparición (y aceptación) de nuestro compromiso ético con las futuras generaciones, (los que aún no han nacido) y, por supuesto, con las actuales. Significa ampliar los horizontes temporales mucho más allá del cortoplacismo dominante. Y nos desafía a ser capaces de restringir nuestro disfrute si este va en contra de la posibilidad de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras.

El otro desafío es el de la incorporación de **la complejidad**. La idea que es posible entender el mundo complejo, simplificándolo o dividiéndolo en sus partes hoy no se sostiene. Para entenderlos es necesario abordar los sistemas en su verdadera complejidad. Estrechamente asociado a esta noción de complejidad, aparece **la incertidumbre**: el reconocimiento que ante esta complejidad debemos descartar la idea de certezas. Este es, tal vez, uno de los aspectos más difíciles de aceptar,



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



ya que hemos sido formados en la idea que la ciencia es precisamente lo que nos permite eliminar la incertidumbre y despejar las tinieblas de la ignorancia. Y, finalmente, **la pluralidad de valores**. La comprensión que no existe un buen modelo para producir maíz o trigo o leche sino digo para quién. No hay un modelo universal al que debemos tender, esto no tiene ningún sentido. Existen pluralidades de valores.

### **La Agroecología: el paradigma adecuado**

La Agroecología surge como un nuevo que intenta superar este problema, como *“un nuevo campo de conocimientos, un enfoque, una disciplina científica que reúne, sintetiza y aplica conocimientos de la agronomía, la ecología, la sociología, la etnobotánica, y otras ciencias afines, con una óptica holística y sistémica y un fuerte componente ético, para generar conocimientos y validar y aplicar estrategias adecuadas para diseñar, manejar y evaluar agroecosistemas sustentables.”* .

La Agroecología, como enfoque científico, pluriepistemológico, se diferencia no sólo por el objeto de estudio (los Agroecosistemas; sistemas socio ecológicos) sino también, por el modo de hacer investigación. Esto le da un enorme potencial, pero también implica un enorme desafío. La Agroecología reconoce que el conocimiento científico, general, teórico es valioso y compatible y complementario del conocimiento local, situado y muchas veces empírico que caracteriza a los agricultores y agricultoras. Esta racionalidad ecológica presente en agricultores y campesinos de diferentes países, capaz de adaptar las características de sus agroecosistemas a las condiciones del medio mediante un manejo localmente adecuado de los recursos, constituye un pilar para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables.

La necesidad de complementar conocimientos o saberes debe incentivar la colaboración entre científicos y agricultores, a través de una investigación participativa, para reducir la brecha entre la teoría científica y las estrategias y prácticas de los agricultores.

### **Nuevo paradigma, nuevos desafíos.**

Un nuevo paradigma para la investigación en las ciencias agropecuarias nos lleva a reflexionar acerca de la validez de los temas a investigar, el perfil de los investigadores y las mismas Instituciones, sobre su organización, estructura y mecanismos de evaluación de los investigadores. También introduce otros interrogantes: a) ¿Qué Investigar? ¿Dónde buscar las preguntas a



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



abordar? b) ¿Cómo Investigar? c) ¿Dónde Investigar? d) ¿Quiénes deben o pueden investigar? ¿Cuál es el nuevo rol de los extensionistas, de los agricultores, de los técnicos de terreno?, e) ¿Para quiénes o para qué debe servir la Investigación? Y, finalmente f) ¿Dónde y cómo formamos a esos investigadores?

Un aspecto que se presta a discusión es dónde debe realizarse la investigación. La investigación de carácter universal, realizada en grandes estaciones experimentales, en condiciones controladas, con algunas pocas variables y con tamaños reducidos de parcelas, difícilmente permita entender y evaluar la complejidad de procesos que se dan en los sistemas agroecológicos reales. Además, estos están fuertemente influenciados por características locales y en otra escala espacial, donde lo sociocultural es fundamental. El trabajar en campos de agricultores permite entender muchos de estos procesos, a pesar de que no podremos controlar todas las variables como en una parcela experimental. Los estudios de caso son un ejemplo cada vez más frecuentes en las investigaciones del campo agroecológico. El desarrollo y validación de nuevas metodologías de abordaje y de estudios de la realidad compleja sin simplificarla, son algunos de los grandes desafíos que debe enfrentar la investigación agroecológica. También es importante la complementación entre las valoraciones cuantitativas (que permiten un mayor grado de objetivación) con las cualitativas que muchas veces permiten entender mejor la profundidad y los diversos matices de muchas decisiones. Aunque se ha avanzado mucho en este aspecto aún queda mucho por aprender en metodologías adecuadas a una investigación agroecológica.

Aún es escaso el número de investigadores con herramientas conceptuales y metodológicas adecuadas para planear, dirigir y ejecutar una investigación con enfoque agroecológico. Las universidades, por lo tanto, tienen un rol fundamental en formar nuevos científicos/as que puedan cumplir con estos objetivos. Esta formación implica un nuevo paradigma, una nueva concepción de la relación del ser humano con la naturaleza, un nuevo modo de entender, de mirar y de investigar. La estructura basada en disciplinas (cátedras, departamentos, asignaturas) y no por ejes de problemas, con un saber compartimentalizado, resulta claramente inapropiada para abordar la complejidad socioambiental. A su vez, el predominio de mecanismos institucionales de evaluación excesivamente enfocados a las publicaciones científicas e indicadores de calidad supuestamente universales como el “factor de impacto” y otros, no favorecen el trabajo



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



interdisciplinario. Tampoco favorecen el abordaje de áreas emergentes, más complejas y de difícil publicación, que representan un mayor riesgo que no todos los investigadores están dispuestos a correr. Por eso deben hacerse grandes esfuerzos para introducir este enfoque en instituciones (e investigadores) con fuerte arraigo del paradigma de la simplicidad.

### Conclusiones

La investigación científica aplicada a las ciencias agrarias en ha generado una agricultura altamente productiva y rentable, pero con consecuencias negativas ambientales y sociales. El predominio de un enfoque productivista, cortoplacista y reduccionista, que no tiene en cuenta los costos sociales y ambientales ha sido en gran parte responsable de este modelo insustentable. El logro de una agricultura más sustentable requiere de un nuevo rol de la investigación. El abordaje debe hacerse desde otro paradigma, el de la complejidad, desde la concepción de la ciencia post normal donde la incertidumbre es elevada, la calidad de los datos dudosa y lo que está en juego es importante. La Agroecología, por sus características de matriz disciplinar pluriepistemológica, con fuerte contenido ético y un enfoque holístico y sistémico, puede ser el camino adecuado.

### Bibliografía

**Sarandón, S. J.** (2019). Potencialidades, desafíos y limitaciones de la investigación agroecológica como nuevo paradigma en las ciencias agrarias. *Revista Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Cuyo. Dossier Agroecología*, 51 (1): 383-394. ISSN (en línea) 1853-8665. **LINK:** [Potencialidades, desafíos y limitaciones de la investigación agroecológica como un nuevo paradigma en las ciencias agrarias \(researchgate.net\)](#)



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Efectos y potencialidades del Silicio: una mirada desde la nutrición de plantas

Dilier Olivera Viciedo<sup>1,2</sup>, Anderson de Moura Zanine<sup>2\*</sup>, Daniele de Jesus Ferreira<sup>2\*\*</sup>, Guilherme Ribeiro Alves<sup>3</sup>, Rosane Cláudia Rodrigues<sup>2\*\*\*</sup>, Daimy Salas Aguilar<sup>2\*\*\*\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales, Universidad de O'Higgins, San Fernando, Chile.

Correo: [dilier.olivera@uho.cl](mailto:dilier.olivera@uho.cl)

<sup>2</sup>Universidad Federal de Maranhão, Rodovia BR 222, km 4, s/n, Chapadinha 65500-000, Maranhão, Brasil. Correos:

\*[anderson.zanine@ufma.br](mailto:anderson.zanine@ufma.br),\*\* [dany\\_dosanjos@yahoo.com.br](mailto:dany_dosanjos@yahoo.com.br),\*\*\* [rosanerodrig@gmail.com](mailto:rosanerodrig@gmail.com); \*\*\*\*

[daimy.salas@discente.ufma.br](mailto:daimy.salas@discente.ufma.br)

<sup>3</sup>Universidad Federal de Bahía, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Salvador, Bahía, Brasil. Correo:

[guilhermealves@ufba.br](mailto:guilhermealves@ufba.br)

#### Resumen

Los efectos del cambio climático y las malas prácticas agrícolas influenciadas principalmente por el factor antrópico están provocando alteraciones y/o modificaciones en como las plantas pueden adaptarse o hacer resistencia a diferentes estreses bióticos y abióticos que afectan su crecimiento y desarrollo. Por solo citar algunos ejemplos, la sequía constituye una de las principales limitaciones para la producción sostenible de cultivos en todo el mundo, especialmente en las regiones áridas y semiáridas. El estrés producido por la salinidad y/o metales pesados es cada vez mayor a escala global, afectándose no solo la producción de los cultivos, sino también disminuyendo las áreas productivas. El aumento de la temperatura a nivel global está alterando la homeostasis estequiométrica de las plantas a través de modificaciones en sus relaciones estequiométricas elementales. Las plagas y enfermedades son cada vez más resistentes a los plaguicidas químicos y la competencia de enemigos naturales por los insectos plagas se reduce significativamente por el manejo convencional y el uso excesivo de agroquímicos. Por lo tanto, constituye una prioridad urgente desarrollar cultivares resistentes, así como investigar en otras alternativas que contrarresten o mitiguen los efectos desfavorables que comprometen la seguridad alimentaria de las generaciones futuras. En este sentido, consideramos que un mejor manejo de los



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



nutrientes y el empleo de elementos beneficioso como el silicio podrían ser una estrategia prometedora para mejorar la tolerancia de las plantas a los diversos tipos de estreses a los que están sometidas.

**Palabras claves:** Elemento beneficioso, nutrición mineral, fertilidad del suelo, manejo

---

### Generalidades del Silicio (Si)

El silicio es el segundo elemento más abundante en el suelo después del oxígeno y está presente en el suelo en su mayoría como óxidos insolubles o silicatos, aunque el ácido silícico soluble se encuentra en el rango de 0,1 a 0,6 mM (Epstein, 2001; Hodson et al., 2005). El silicio (Si) es ampliamente aceptado como un elemento beneficioso para múltiples especies de cultivos, particularmente en ambientes estresantes (Calero Hurtado et al., 2023; Olivera-Viciedo et al., 2024, 2020). Sin embargo, existen variaciones genéticas entre las especies de cultivos en términos de absorción y acumulación de Si, y los mecanismos de tolerancia al estrés subsiguientes (Prado, 2021). Las plantas de la familia de las gramíneas suelen acumular más Si en sus tejidos que otras especies. Por ejemplo, el arroz y la caña de azúcar, son acumuladores típicos que pueden acumular Si en cantidades de hasta el 10% de biomasa seca (Hodson et al., 2005).

### El Silicio en el alivio del estrés abiótico

El silicio (Si) no está catalogado como un nutriente esencial para la nutrición de las plantas, aunque confiere un papel crucial para una amplia variedad de especies de plantas. En general, el Si puede expresarse más significativamente en las plantas que acumulan Si como es el caso de las monocotiledóneas como el arroz o la caña de azúcar, y evidencias científicas han indicado que ese efecto favorable es más representativo cuando las plantas están bajo condiciones de estrés (Frazão et al., 2020; Teixeira et al., 2020). En la última década se ha incrementado significativamente los estudios que abordan el uso del Si en la atenuación de estreses bióticos y abióticos en las plantas, donde múltiples artículos científicos han informado sobre las bondades del Si en la mitigación de los efectos desfavorables de la salinidad (Calero Hurtado et al., 2023; Peña-Calzada et al., 2023), la toxicidad por metales (Olivera-Viciedo et al., 2020, 2019), la sequía (Rocha et al., 2021; Teixeira



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



et al., 2020), el aumento de temperatura (Olivera-Viciedo et al., 2024) y la disminución del ataque de plagas y patógenos (Debona et al., 2017).

Estudios recientes han indicado que los beneficios del Si están influenciados por el tipo de estrés, la magnitud del estrés, las condiciones ambientales y de cultivo, las formas de aplicación de Si y las relaciones estequiométricas elementales (C:N:P), debido a que el Si puede aumentar las concentraciones y eficiencia de uso de nutrientes (Olivera-Viciedo et al., 2024), mejorar la actividad fotosintética (Peña Calzada et al., 2023) y modificar la defensa antioxidante de las plantas (Calero-Hurtado et al., 2020). Esto está fundamentado porque el Si fortalece las paredes de las células vegetales, haciéndolas más rígidas y resistentes al estrés físico. Este soporte estructural es particularmente valioso para plantas expuestas a fuertes vientos, fuertes lluvias o presiones externas.

### **El Silicio en el alivio del estrés biótico**

El Si mejora la resistencia de las plantas a diversas enfermedades y plagas porque forma una barrera física que dificulta que los patógenos y los insectos penetren en los tejidos de las plantas. Según Yoshida et al., (1962), esto se explica porque se forma una capa gruesa de sílice debajo de la cutícula de las hojas y vainas y esa capa de Si detrás de la cutícula podría ser en parte la responsable que impide que los patógenos penetren como fue demostrado en el cultivo del arroz. Además, porque las barreras físicas en forma de paredes celulares rígidas y capas cuticulares cerosas pueden actuar como elementos disuasorios y proporcionar cierta protección contra los fitopatógenos (Bakhat et al., 2018).

Se han propuesto dos mecanismos por los cuales el Si reduce el daño provocado por los herbívoros. En primer lugar, las hojas abrasivas podrían aumentar el desgaste de las mandíbulas de insectos/plagas (Vicari and Bazely, 1993). En segundo lugar, el Si podría disminuir la digestibilidad de los alimentos (Calandra et al., 2016). Las razones que contribuyen a la reducción de la eficiencia de la alimentación con una dieta rica en Si pueden incluir; i) la capa de sílice actúa como una barrera física e impide el acceso al nitrógeno y otros metabolitos dentro de las hojas (Vicari and Bazely, 1993); ii) se reduce la masticación del material foliar, por lo tanto, no se libera



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



mucho nitrógeno de los tejidos vegetales; iii) o el daño físico a los tractos digestivos de los herbívoros debido a la sílice, reduciendo así la eficiencia digestiva.

### Conclusiones y Perspectivas futuras

La aplicación, disponibilidad y acumulación de Si por parte de las plantas puede mejorar su crecimiento y productividad incluso en condiciones de estrés biótico y/o abiótico. El momento y tipo de aplicación (foliar o vía suelo) del Si puede aumentar su eficiencia, principalmente en fuentes de Si más solubles en agua. En resumen, se destacan los avances recientes sobre las potencialidades del Si en las interacciones planta-nutrición. Se evalúa el potencial del Si para mejorar la resistencia de las plantas a diverso estrés y se destaca la investigación futura sobre la función del Si en la agricultura.

### Referencias

- Bakhat, H.F., Bibi, N., Zia, Z., Abbas, S., Hammad, H.M., Fahad, S., Ashraf, M.R., Shah, G.M., Rabbani, F., Saeed, S. (2018). Silicon mitigates biotic stresses in crop plants: A review. *Crop Prot.* 104, 21–34. <https://doi.org/10.1016/J.CROPRO.2017.10.008>
- Calandra, I., Zub, K., Szafrńska, P.A., Zalewski, A., Merceron, G. (2016). Silicon-based plant defences, tooth wear and voles. *J. Exp. Biol.* 219, 501–507. <https://doi.org/10.1242/JEB.134890>
- Calero-Hurtado, A., Chiconato, D.A., Prado, R. de M., Sousa Junior, G. da S., Gratão, P.L., Felisberto, G., Olivera Viciedo, D., Mathias dos Santos, D.M., (2020). Different methods of silicon application attenuate salt stress in sorghum and sunflower by modifying the antioxidative defense mechanism. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 203, 110964. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110964>
- Calero Hurtado, A., Olivera Viciedo, D., de Mello Prado, R. (2023). Beneficial Role of Silicon in Plant Nutrition Under Salinity Conditions. *Benefits Silicon Nutr. Plants* 253–273. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-26673-7\\_15/COVER](https://doi.org/10.1007/978-3-031-26673-7_15/COVER)
- Debona, D., Rodrigues, F.A., Datnoff, L.E. (2017). Silicon’s Role in Abiotic and Biotic Plant Stresses. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080516-035312> 55, 85–107. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-PHYTO-080516-035312>
- Epstein, E. (2001). Chapter 1 Silicon in plants: Facts vs. concepts. *Stud. Plant Sci.* 8, 1–15.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



[https://doi.org/10.1016/S0928-3420\(01\)80005-7](https://doi.org/10.1016/S0928-3420(01)80005-7)

Fração, J.J., Prado, R. de M., de Souza Júnior, J.P., Rossatto, D.R. (2020). Silicon changes C:N:P stoichiometry of sugarcane and its consequences for photosynthesis, biomass partitioning and plant growth. *Sci. Rep.* 10, 12492. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69310-6>

Hodson, M.J., White, P.J., Mead, A., Broadley, M.R. (2005). Phylogenetic Variation in the Silicon Composition of Plants. *Ann. Bot.* 96, 1027–1046. <https://doi.org/10.1093/AOB/MCI255>

Olivera-Viciedo, D., de Mello Prado, R., Lizcano Toledo, R., dos Santos, L.C.N., Calero Hurtado, A., Nedd, L.L.T., Castellanos Gonzalez, L. (2019). Silicon Supplementation Alleviates Ammonium Toxicity in Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.). *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 19, 413–419. <https://doi.org/10.1007/s42729-019-00043-w>

Olivera-Viciedo, D., Mello Prado, R., Lizcano Toledo, R., Salas Aguilar, D., Claudio Nascimento dos Santos, L., Calero Hurtado, A., Peña Calzada, K., Betancourt Aguilar, C. (2020). Physiological role of silicon in radish seedlings under ammonium toxicity. *J. Sci. Food Agric.* jsfa.10587. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10587>

Olivera-Viciedo, D., Oliveira, K.S., de Mello Prado, R., Habermann, E., Martínez, C.A., de Moura Zanine, A. (2024). Silicon uptake and utilization on *Panicum maximum* grass modifies C:N:P stoichiometry under warming and soil water deficit. *Soil Tillage Res.* 235, 105884. <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2023.105884>

Peña-Calzada, K., Olivera-Viciedo, D., Calero-Hurtado, A., De, R., Prado, M., Habermann, E., Felipe, L., Tenesaca, L., Ajila, G., De Oliveira, R., Carlos Rodríguez, J., Gratão, P.L. (2023). Silicon mitigates the negative impacts of salt stress in soybean plants. *J. Sci. Food Agric.* <https://doi.org/10.1002/JSFA.12503>

Peña Calzada, K., Calero Hurtado, A., Olivera Viciedo, D., Habermann, E., de Mello Prado, R., de Oliveira, R., Ajila, G., Tenesaca, L.F.L., Rodríguez, J.C., Gratão, P.L. (2023). Regulatory Role of Silicon on Growth, Potassium Uptake, Ionic Homeostasis, Proline Accumulation, and Antioxidant Capacity of Soybean Plants Under Salt Stress. *J. Plant Growth Regul.* 1–13. <https://doi.org/10.1007/S00344-023-10921-4/FIGURES/6>



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



Prado, R. (2021). Nutrição mineral de plantas tropicais, Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-71262-4>

Rocha, J.R., Prado, R. de M., Teixeira, G.C.M., Filho, A.S.B. de O. (2021). Si fertigation attenuates water stress in forages by modifying carbon stoichiometry, favouring physiological aspects. *J. Agron. Crop Sci.* <https://doi.org/10.1111/JAC.12479>

Teixeira, G.C.M., de Mello Prado, R., Rocha, A.M.S., dos Santos, L.C.N., dos Santos Sarah, M.M., Gratão, P.L., Fernandes, C. (2020). Silicon in pre-sprouted sugarcane seedlings mitigates the effects of water deficit after transplanting. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 1, 1–11. <https://doi.org/10.1007/s42729-019-00170-4>

Vicari, M., Bazely, D.R. (1993). Do grasses fight back? The case for antiherbivore defences. *Trends Ecol. Evol.* 8, 137–141. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(93\)90026-L](https://doi.org/10.1016/0169-5347(93)90026-L)

Yoshida, S., Ohnishi, Y., Kitagishi, K. (1962). Histochemistry of Silicon in Rice Plant. *Soil Sci. Plant Nutr.* 8, 1–5. <https://doi.org/10.1080/00380768.1962.10430982>



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Rizósfera de los cultivos

Dra. Zenaida Lozano Pérez

<sup>1</sup>Universidad Central de Venezuela; Facultad de Agronomía, Maracay (Venezuela).

Email: [zenaidalozano@gmail.com](mailto:zenaidalozano@gmail.com)

#### Resumen

Las raíces y el suelo circundante constituyen uno de los ecosistemas más ricos y diversos de la Tierra. La alta concentración de vida microbiana en la fina capa de suelo que rodea a las raíces, definida como rizosfera, se explica por la liberación de nutrientes y productos ricos en carbono provenientes de la fotosíntesis, que se consideran una fuente de alimento y perpetuación para los microorganismos reclutados y seleccionados en esta fracción del suelo. En la actualidad es posible generar un modelo integrado de las plantas y su microbiota rizosférica, en términos del concepto de holobionte, donde todos sus socios se benefician de esta interacción. En el caso particular de las plantas, los beneficios de este relacionamiento han sido claramente documentados y reconocidos a nivel de la supresión de enfermedades, la asimilación de nutrientes o mejorar su crecimiento y el aumento de la resistencia a condiciones de estrés abiótico, pero también puede haber efectos perjudiciales para la salud de las plantas, por lo que es indispensable mantener un equilibrio. El microbioma de la rizósfera se puede manipular mediante el acondicionamiento del suelo por el uso de enmiendas, o mediante la adición/activación de moléculas de señal o sustratos (dentro de los que podemos incluir los exudados de las raíces) para inducir o atraer la microbiota deseada. La manipulación de la rizósfera en una tecnología en evolución.

**Palabras clave:** Simbiosis, microbiota, señalización, manipulación de la rizósfera.

#### Introducción

Podemos definir la rizósfera como la zona del suelo cercana a las raíces de las plantas (1 a 5 mm), que está bajo la influencia de éstas y donde se desarrolla la vida microbiana. Se considera un ecosistema constituido principalmente por tres componentes: planta, suelo y microorganismos. Para poder conocer el



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



funcionamiento de la rizósfera tenemos que estudiar tanto los tres componentes aislados, como todas las interacciones que se dan entre ellos. Está más que comprobado que la planta tiene una influencia vital en este ecosistema, y que lo modifica en función de sus necesidades, se podría decir que la planta es “quien manda” en este ecosistema. Un ejemplo comprobado es que las leguminosas no suelen permitir la nodulación de rizobios cuando existen altas cantidades de nitrógeno en el suelo (porque no lo necesitan), o que los hongos micorrícicos no son capaces de colonizar las raíces de las plantas cuando se aplica fertilización fosfórica, ya que la planta tampoco las necesita en este caso. Esto ocurre principalmente porque la planta tiene que invertir cierta cantidad de energía en producir los exudados radiculares que atraen a los microorganismos beneficiosos. Éstos a su vez responden con multitud de beneficios para la planta, como fijación de nitrógeno, solubilización de fosfatos, producción de sideróforos, producción de hormonas vegetales, entre otros. Los microorganismos no solamente se benefician con estos exudados radiculares, sino que tienen un nicho ecológico donde tienen humedad, sostén e incluso (en el caso de las bacterias endófitas), un lugar dentro de las células de las plantas en el cual no tienen que competir con ningún otro microorganismo. En este trabajo de revisión trataremos sobre la rizósfera, sus características y algunas interacciones que se producen entre la planta y los microorganismos en la rizósfera, con énfasis en sistemas agrícolas.

### **Sistema Suelo – Planta**

Para poder entender el concepto de rizósfera, debemos saber que el suelo es un sistema vivo, y que la mayor actividad de los diversos organismos se concentra en este espacio cercano a las raíces de las plantas (pocos milímetros). Esta actividad es imprescindible para la supervivencia de las plantas, tanto en el ámbito agrícola como ecológico. La rizósfera está compuesta principalmente por: suelo, raíces y microbiota con diversas funciones (bacteria, hongos, algas, etc.), pero también por agua y deposiciones radicales (exudados, secreciones y mucilagos). Es en esta zona donde ocurren las interacciones entre los componentes (rizocenosis). Es importante destacar que es un ecosistema único, rico y complejo.

Hoy podemos entender que la rizósfera no solo está fuera de la planta, sino que hay un área de libre circulación que se da prácticamente hasta la endodermis. En la mayoría de las plantas que tienen esta estructura, podemos decir que gran parte de los microorganismos tienen un tránsito libre, hasta esta capa donde ya la planta tiene selectividad con relación a “que pasa” y “que no pasa”. Por tanto vamos a hablar de una endorizósfera que incluye a los órganos de la planta y una ectorizósfera que incluye la parte exterior. El límite entre ambas es el rizoplano.

### **Características de la Rizósfera**



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



La rizósfera tiene características muy particulares como: **a)** alta densidad de macro y microorganismos (bacterias, hongos, protozoarios, nematodos, ácaros, etc.); **b)** mayor estabilidad física y química, esto se da fundamentalmente por la presencia de exudados radicales, que determinan el estado de agregación del suelo, estos exudados además se transforman en una fuente de nutrientes (principalmente C y N) para los micro y macroorganismos asociados a la raíz; **c)** libera 1/3 de los foto-asimilados producidos por las raíces a través de los exudados radiculares. Este proceso tiene una connotación co-evolutiva de selección o reclutamiento rizosférico; **d)** regula las tasas y procesos en espacio y tiempo (Puntos calientes y Momentos calientes), y las poblaciones de microorganismos (Reclutamiento). Los microorganismos de la rizósfera modifican el desarrollo de las plantas (Señalización de la Rizósfera).

### Microbiota Rizosférica

En la rizósfera podemos encontrar macro y microorganismo, y entre la microbiota, tanto organismos benéficos como fitopatógenos. En el tabla 1, se presentan las cantidades (en número de individuos o unidades de formación de colonias) de diferentes microorganismos de la rizósfera. Se destaca que para la mayoría de ellos (con excepción de las algas, cianobacterias o bacterias nitrificantes), la proporción en el suelo rizosférico es mucho mayor que en suelo adyacente. Valores tan altos como 267 veces más en bacterias celulíticas aeróbicas. De allí la importancia de esta zona para infinidad de procesos.

**Tabla 1.** Densidad de microorganismos en el suelo rizosférico y no rizosférico. \*Unidades formadoras de colonias (o número de individuos) por gramo de suelo.

Grupo	Densidad fuera de la rizósfera (S)*	Densidad dentro de la rizósfera (R)*	R/S
Bacterias totales	52.700.000	1.121.000.000	21,3
Hongos	120.000	1.160.000	9,7
Protozoos	990	2.400	2,4
Algas y Cianobacterias	26.900	4.500	0,17
Bacterias nitrificantes	100.000	100.000	1,0
Bacterias esporuladas	575.000	927.000	1,6
Bacterias celulíticas aeróbicas	2.700	720.000	267
Bacterias celulíticas anaeróbicas	120.000	409.000	3,4
Otras bacterias anaeróbicas	33.000	389.000	11,8
Bacterias amonificantes	1.800.000	>100.000.000	>50
Bacterias desnitrificantes	140.000	12.650.000	90,4



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

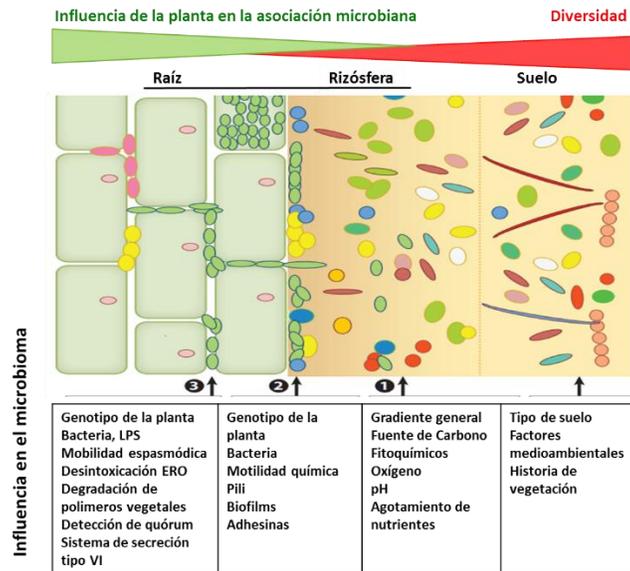
“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



Con relación a la actividad de esta microbiota del suelo, ésta se puede agrupar en 4 grandes grupos: 1) los que participan en los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes esenciales para las plantas, especialmente el Carbono. En este caso Los microorganismos encargados pueden vivir sobre la planta (es decir Epífitos), pero no necesariamente interactúan con ella; 2) los promotores del crecimiento vegetal; 3) los que actúan como simbioses; y 4) los patógenos de las plantas.

Un aspecto importante de la interacción planta-microorganismo es la colonización. Una síntesis de estudios basados en comunidades microbianas y evidencia genética, sugiere un mecanismo de enriquecimiento de tres pasos para comunidades microbianas en asociación con raíces. Este mecanismo conduce gradualmente a una menor diversidad y a un mayor grado de especialización hacia el interior de la raíz. Por otra parte, el suelo proporciona un conjunto de microbios muy diverso que se basa en factores edáficos y ambientales, y probablemente se ve afectado por la historia de la vegetación. A medida que se reclutan colonizadores de raíces de este reservorio, su efecto sobre el microbioma asociado a las raíces es alto, aunque algunos endófitos pueden transmitirse verticalmente desde las semillas (Coutinho et al., 2015; Reinhold-Hurek et al., 2015).

Como se aprecia en esta figura 1, en el suelo exterior, las comunidades microbianas dependen del tipo de suelo, los factores ambientales y la historia de la vegetación. **Paso 1:** en el primer paso hacia la raíz, los gradientes del suelo de la rizósfera impuestos por la raíz (como las fuentes de carbono liberadas y los fitoquímicos, los gradientes de oxígeno y pH y el agotamiento de los nutrientes), afectan la composición de la comunidad, y el genotipo de la planta tiene una influencia relativamente pequeña. **Paso 2:** en el segundo paso, nos conseguimos con una comunidad más especializada pero menos diversa, se enriquece en el rizoplano bajo la influencia de factores específicos del genotipo de la planta. **Paso 3:** en el tercer paso, la endorizósfera está habitada por una comunidad de menor complejidad (menor cantidad, menos diversa y más especializada). Se requieren rasgos bacterianos específicos para la entrada y el establecimiento dentro de este compartimento, y es probable que el genotipo del huésped tenga la mayor influencia en la estructura de la comunidad aquí, en comparación con otros compartimentos. Podemos decir que la planta va seleccionando los socios estratégicos que quiere tener. Esto es evolutivo, cada planta adquirió la capacidad de seleccionar determinado grupo de microorganismos, lo que le permite soportar mejor las condiciones medioambientales.



**Figura 1.** Un modelo de enriquecimiento de tres pasos para microorganismos que colonizan diferentes microhábitats de raíces (Fuente: Reinhold-Hurek et al., 2015).

La colonización es variable a lo largo de la raíz, hay puntos donde la colonización es más significativa que en otros. Esto se puede producir por cambios físicos o cambios químicos. Los físicos como por ejemplo, la aparición de una nueva raíz o la rotura de la misma, lo que se convierten en una puerta de entrada para los microorganismos. Otra forma es por la liberación de nutrientes en forma de exudados, esto sería un cambio químico. La distribución de estos fotosintetizados define un patrón de zonas de mayor colonización, y estas zonas han sido definidas como **puntos calientes**. Entonces podemos definir los puntos calientes: como pequeños volúmenes de suelo con tasas asociadas a procesos biológicos mayores e interacciones más intensas que aquellas observadas en las condiciones medias del suelo. En los puntos calientes se aumenta la tasa de los procesos de 10 a 100 veces más que en el suelo circundante.

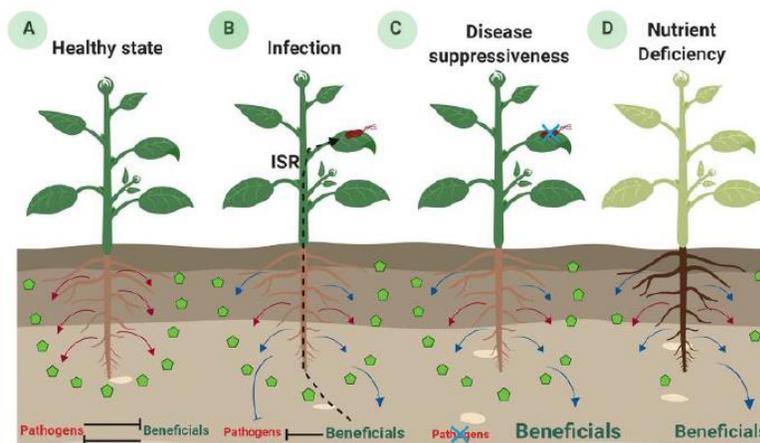
Por otro lado, se definió otro concepto que es el de **momentos calientes**, que son eventos o secuencias de eventos a corto plazo que inducen tasas de procesos aceleradas en comparación con aquellas observadas en condiciones medias (normales). Esto se refiere a momentos en la vida de la planta. La planta lo hace porque necesita algo específico del entorno. En los trabajos de Kuzyakov y Blagodatskaya (2015) y Kuzyakov y Razaviun (2019) a través del análisis con  $^{14}\text{C}$ , se demostró que hay puntos en la raíz donde hay mayor liberación de exudados con C. Posteriormente determinaron que donde había mayor cantidad de C también había mayores poblaciones de microorganismos. Estas zonas coinciden con las zonas de mayor intercambio, tanto de absorción como de liberación. En estos puntos también se evidenció mayor actividad enzimática.

### Interacciones en la Rizósfera

Los microorganismos que están en la rizósfera interactúan con las plantas de diferente manera, ya sea positivas o negativas (Guzmán y Montero, 2021):

- Interrelaciones positivas (ya sea directas e indirectas): **a)** fijadores de N (libres y simbióticos), **b)** bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (PGPRs), **c)** degradadores de la materia orgánica, **d)** microorganismos endofíticos, capaces de colonizar el interior de los tejidos de la planta más allá de la endorizósfera, vivir y reproducirse (obligada, facultativa o pasiva, e) microorganismos promotores de resistencia al estrés abiótico, y f) captadores (Micorrizas) y solubilizadores de fósforo y otros nutrientes.
- Interacciones negativas: a) Patógenos y b) Competidores por nutrientes.

Las plantas responden a diferentes tipos de estrés ambiental y modulan su microbioma a través de una especie de reclutamiento de la microbiota, tal y como se muestra en los ejemplos de la figura 2.



**Figura 2.** Respuesta de las plantas ante diferentes estreses ambientales modelando microbioma (Fuente: Pascale *et al.*, 2020).

En general, cuando la planta está sometida a un estrés de cualquier tipo es capaz, a través de las raíces, de secretar moléculas que sirvan para atraer a sus socios estratégicos que la ayuden a superar la limitación. Es decir manejar las relaciones con su entorno y sacarle provecho.

A. Estado saludable. Las plantas que no sufren de estrés y mantienen su producción de exudados de forma normal. Esto está dado por la genética de planta, el tipo de suelo, etc.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



B. En el caso que la planta sufra de infección por un patógeno, inmediatamente se producen cambios en el perfil de los exudados, como se ve en la figura con las flechas azules. La planta está liberando ciertas moléculas al medio con la finalidad de reclutar microorganismos capaces de generar una respuesta de control biológico contra el patógeno.

C. En algunos casos se puede generar lo que conocemos como un suelo supresivo, en el que no hay cabida a que cierto patógeno sobreviva. Las comunidades de la rizósfera que definen un suelo supresivo son mantenidas por la liberación de exudados radiculares.

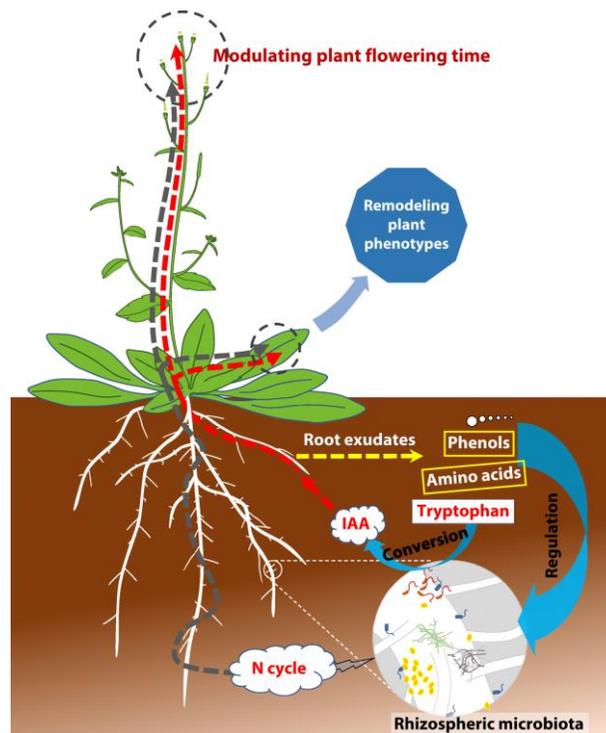
D. Cuando existen deficiencias nutricionales. En este estado es donde hay mayor experiencia de investigación. Las Plantas con deficiencias nutricionales alteran la producción de exudados para reclutar nuevos microbios y bio-disponibilizar los nutrientes. Por ejemplo en el caso de las leguminosas con los rizobios.

Identificar las relaciones comunidad/función de los microorganismos de la rizósfera y su interacción con la fisiología vegetal, es fundamental para determinar el papel del microbioma vegetal en la regulación de los ciclos biogeoquímicos, el crecimiento de las plantas y la fenología. Como se aprecia en la figura 3, se puede identificar una nueva red metabólica en la que los exudados afectan la microbiota de la rizósfera de las plantas, que luego puede modular el tiempo de floración mediante la producción de ácido indolacético (AIA), y también puede afectar el crecimiento vegetativo al influir en la disponibilidad de N. Se espera que el crecimiento de las plantas promovido por IAA estimule aún más la exudación y, por lo tanto, afecte retroactivamente el tiempo de floración a través de un mecanismo de retroalimentación positiva denominado **señalización** (Venturi y Keel, 2016), el cual puede ser: **a)** de la planta a los microorganismos, **b)** de los microorganismos a la planta, o **c)** entre los microorganismos. Estos mecanismos tienen implicaciones importantes para la comprensión y modelado de la fenología vegetal, y son de gran interés para el sector de la biotecnología que busca aumentar el potencial de los cultivos, o en la síntesis de moléculas relacionadas con el control biológico.

### **Bacterias de la Rizósfera (rizobacterias)**

Las rizobacterias son las bacterias que habitan la rizósfera, esta zona alberga una gran cantidad de microorganismos que en general, estimulan el crecimiento vegetal y reducen la incidencia de enfermedades. A este grupo bacteriano también se le ha asignado el nombre de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR por sus siglas en inglés: Plant Growth Promoting Rhizobacteria). Teniendo en cuenta que hay bacterias que tienen capacidades muy particulares para interactuar con las plantas, debemos entender los mecanismos que utilizan para su interacción en el microbioma. Tenemos bacterias benéficas, patógenas

y neutrales. Con relación a la interacción con la planta la relación puede ser: **a)** simbióticas (Ej. *Rhizobium*), **b)** Asociativas (Ej. *Azospirillum*), y **c)** de vida libre (Ej. *Rhodospirillum*). En el caso del *Azospirillum*, es un microorganismo muy estudiado y se ha demostrado que no solo fija N, sino que aumenta la absorción de agua y nutrientes, y uno de los mecanismos utilizados es el aumento de la superficie radicular (fitoestimulación).



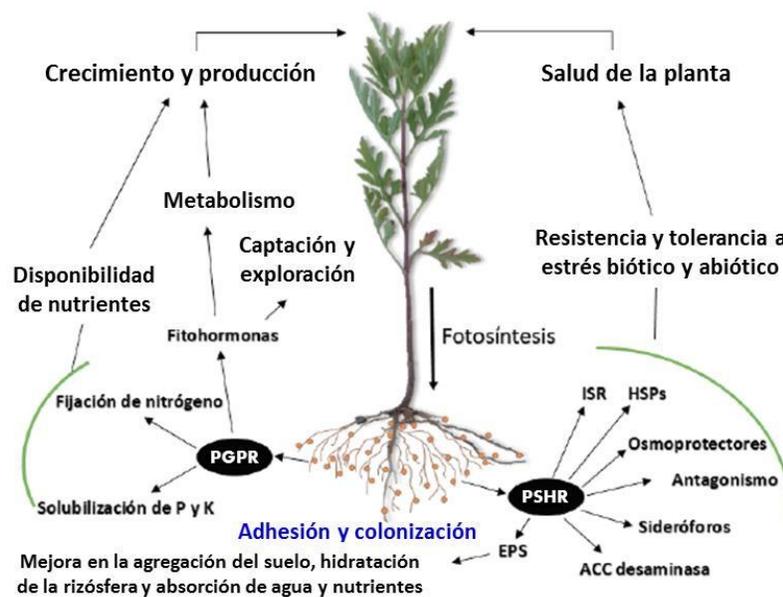
**Figura 3.** Esquemas de interacciones entre plantas (fisiología vegetal y la fenología floral) y microbiota de la rizosfera, a través de exudados de raíces (Fuente: Lu *et al.*, 2018)

En el proceso de establecimiento de las relaciones con rizobacterias las plantas invierten hasta el 20% de las fuentes de carbono obtenidas durante la fotosíntesis, esto a cambio de la mejora de la arquitectura de raíz, la absorción de nutrientes y estimulación del sistema inmune de la planta, llevados a cabo por las PGPR (Stringlisa *et al.*, 2018). Uno de los ejemplos más conocidos de tales beneficios se encuentra en el caso de la bacteria del género *Rhizobium*. El impacto de las rizobacterias se ve altamente influenciado por los exudados radiculares, que además juegan un rol importante en procesos de señalización y reconocimiento entre plantas y microorganismos (Venturi y Keel, 2016). Los mecanismos de atracción de

la bacteria hacia la rizósfera de su hospedero, están mediados por una quimiotaxis específica bacteriana hacia exudados vegetales particulares; así mismo, una buena adhesión y colonización en la superficie de la raíz son factores que pueden influir en la funcionalidad de la simbiosis asociativa (Figura 4). En la figura se aprecian diferentes mecanismos de promoción del crecimiento de las plantas, homeo-regulación ante el estrés y biocontrol.

Los beneficios de las rizobacterias están dados a través de diferentes mecanismos, tanto directos como indirectos. En el caso los mecanismos de **Promoción**, estos son directos ya que afectan directamente a la planta, y se relacionan con la biodisponibilidad de nutrientes y la promoción o estimulación a la planta, entre los que tenemos: solubilización de P y K, fijación biológica de N y producción de sideróforos, éste último muy importante en la absorción de Fe y otros microelementos, producción de fitohormonas, producción de reguladores de crecimiento, producción de compuestos volátiles y producción de óxidos de nitrógeno (Kloepper, 1978).

En Los mecanismos de **Biocontrol** tenemos aquellos que buscan generar una respuesta sistémica de la planta, tanto de tolerancia (estrés abiótico) como de resistencia (estrés biótico). Todos estos mecanismos son indirectos, porque en general no actúan sobre la planta, sino que actúan sobre organismos que son perjudiciales para las plantas, como ejemplo tenemos: mecanismos de competencia, producción de moléculas insecticidas, nematicidas, fungicidas y bactericidas (Bashan y Holguin, 1997).





## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



**Figura 4.** Mecanismos de acción de las PGPR. **EPS:** Exopolisacáridos; **ISR:** Resistencia Sistémica Inducida. **HSPs:** Proteínas de choque térmico (Fuente: Velasco-Jiménez et al., 2019).

Con relación a los mecanismos de **Homeo-regulación**, éstos pueden ser tanto directos como indirectos. En condiciones de estrés abiótico hay mecanismos que actúan directamente sobre la planta, como la producción de compuestos volátiles, los solutos compatibles o la actividad de la ACC desaminasa (muy importantes en el caso de estrés hídrico o salino), y hay otros mecanismos que actúan en el sistema que la planta se desarrolla (es decir, indirectos), en este caso el suelo, como la degradación e inmovilización de compuestos tóxicos o la producción de exopolisacáridos (Cassán *et al.*, 2009).

### Hongos de la Rizósfera

Otro grupo de microorganismos muy importante son los hongos y entre los benéficos se encuentran los captadores de P, como las micorrizas y los solubilizadores de P, como algunos de los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Cladosporium*.

Con relación a los captadores de P (micorrizas), sabemos que éstas se asocian con las raíces de las plantas y las hifas del hongo penetran directamente en las células corticales de la raíz. Esta asociación es estimulada por los exudados de la raíz sobre los cuales se forma una capa de hongos llamada Manto, y dentro de las células el hongo forma estructuras pequeñas llamadas arbusculos, que son los sitios de transferencia de nutrientes. La planta obtiene nutrientes a través del hongo y éste obtiene azúcar y otros productos de la planta. A pesar de que los arbusculos están dentro de las células, están separados por la membrana celular y no tienen contacto con el citoplasma. Con las micorrizas la función de la raíz es aumentada.

Un ejemplo del efecto de las micorrizas sobre la disponibilidad de P se aprecia en el trabajo de Alguacil *et al.* (2010), donde se evaluaron diferentes tratamientos de fertilización fosfórica en un suelo de las sabanas bien drenadas de Venezuela (Tabla 2). El mayor porcentaje de colonización (CRL) y número de filotipos (AMF) se encontraron en los tratamientos sin fertilización (Control), o con los de dosis bajas de P como roca fosfórica, significativamente más altas que en los tratamientos que involucraban altas dosis de P (ARP y RP+DP).

El menor grado de colonización radicular se observó en el tratamiento donde se adicionaron diferentes fuentes de P (RP+DP). El porcentaje de agregados estables (AS), la proteína del suelo relacionada con la glomalina (GRSP) y el carbono de la biomasa microbiana (MBC), fueron significativamente mayores en el tratamiento con la dosis más baja de P que en el tratamiento control. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas con respecto a los tratamientos APR y RP+DP. Los suelos de los tratamientos



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



Control y dosis bajas de P (RP) mostraron actividades de fosfatasa (PHP) y deshidrogenasa (DHS) significativamente mayores que los suelos que recibieron dosis altas de P (ARP y RP+DP). La concentración de P disponible aumentó proporcionalmente con la dosis de P aplicada al suelo; por lo tanto, los valores para los tratamientos APR y PR+DP fueron significativamente mayores, y el valor más bajo ocurrió para el tratamiento Control. En los tres tratamientos donde se agregó P al suelo, tuvieron una actividad de ureasa significativamente mayor que el control. Cuando se agregó la dosis alta de P como roca fosfato, las concentraciones de biomasa microbiana C fueron las más bajas. No hubo diferencias entre los cuatro tratamientos con respecto al pH del suelo. Este trabajo muestra el efecto directo de la dosis y fuente de P sobre la colonización de las raíces por micorrizas.

**Tabla 2.** Propiedades químicas del suelo rizosférico en respuesta a diferentes tratamientos de fertilización (Fuente: Alguacil *et al.*, 2010).

Tratamiento	CRL	AMF	AS	GRSP	WSC	MBC	DHS	UR	PHP	pH	P
Control	61,0 c	4,8 b	18,9 a	397 a	102 b	59 a	11,9 b	1,36 a	0,58 b	5,1 a	3,8 a
RP	75,3 d	5,0 b	24,9 b	532 b	124 b	66 b	14,0 b	2,47 b	0,66 b	4,8 a	5,3 b
ARP	35,3 b	1,8 a	20,4 ab	461 ab	93 a	54 a	7,5 a	2,62 b	0,41 a	4,7 a	16,6 c
RP+DP	14,4 a	1,8 a	17,9 a	456 ab	92 a	63 ab	10,7 a	2,61 b	0,42 a	4,6 a	15,9 c

**Control:** testigo sin fertilización fosfórica; **RP:** dosis baja de P (25% como roca fosfórica, RP); **ARP:** Alta dosis de P (100% como RP); **RP+DP:** alta dosis de P (50% como RP y 50% como fosfato diamónico); **CRL:** Longitud de raíces colonizadas (%); **AMF:** número de filotipos de hongos micorrizas arbusculares; **AS:** Estabilidad de agregados (%); **GRSP:** Glomalina relacionada a proteínas del suelo ( $\text{mg.g}^{-1}$  suelo); **WSC:** Carbono soluble en agua ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ); **MBC:** Carbono de la biomasa microbial ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ); **DHS:** Enzima deshidrogenasa ( $\mu\text{g INTF.g}^{-1}$  suelo); **UR:** Enzima Ureasa ( $\mu\text{mol NH}_3.\text{g}^{-1}.\text{h}^{-1}$ ); **PHP:** Enzima fosfatasa ( $\mu\text{mol PNP.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$ ); **P:** Fósforo disponible ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ).

Entre hongos benéficos también tenemos algunos Solubilizadores de P (HSF), que son un grupo funcional de microorganismos que juegan un rol fundamental en el ciclaje de fósforo en los suelos; gracias a su actividad, las plantas pueden aprovechar las grandes reservas de fósforo insoluble que se encuentra fijado a los minerales del suelo, contribuyendo a que disminuya la aplicación de fertilizantes fosforados a los suelos. En un trabajo de Romero-Fernández *et al.* (2019) trabajando con varias cepas de hongos en experimentos *in vitro*, se consiguió que los hongos de los géneros *Aspergillus* y *Penicillun* fueron capaces de solubilizar cantidades apreciables de fosfato tricálcico en un tiempo relativamente corto (3 a 6 días). Es importante señalar que, además de la mayoría de las cepas evaluadas en este estudio, en el día 15 de



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023

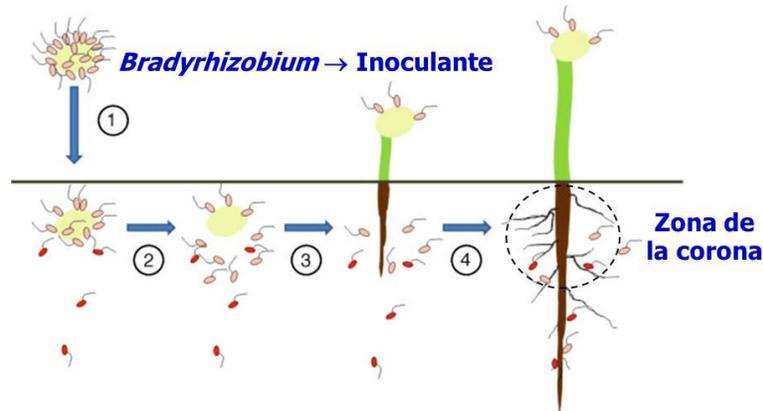


incubación ocurrió la mayor solubilización de fósforo. La producción de fósforo soluble se relacionó con el descenso del pH en el medio líquido. Los resultados sugieren la liberación de ácidos orgánicos de bajo peso molecular por parte de los hongos, cuyas propiedades quelantes favorecen la formación de complejos insolubles con metales, con la consecuente liberación del fosfato.

### **Manipulación de la rizósfera a través de la biotecnología**

Dada la gran cantidad de estrategias que tiene la planta frente a determinados estrés, y la gran cantidad de interacciones que realiza, se puede considerar a la planta como un Holobionte. Entendiendo como Holobiontes, al ensamblaje de diferentes especies que comparten tiempo y espacio y forman unidades ecológicas. Como ejemplo tenemos la inoculación de la planta de soya con los rizobios, donde se modifica la arquitectura de la raíz debido a la formación de los nódulos y se produce la fijación biológica de N. El conocimiento de las diferentes interacciones entre las plantas y los microorganismos puede usar con fines agrícolas, a través de la manipulación de la rizósfera, la cual es una estrategia biotecnológica.

Cuando hablamos de inoculación de bacterias, la manipulación del microbioma comienza en la semilla. Lo que hacemos con la inoculación es incorporar una carga de microorganismos, los cuales serán los primero en interactuar con la plántula, pero también sobre los microorganismos nativos que estaban previamente en el suelo. En la figura 5, se presenta un esquema del proceso de inoculación. Los rizobios inoculados se representan en rosa y los de la población autóctona del suelo, en rojo. Los números en círculos indican las etapas del proceso: **1)** las semillas con los rizobios adheridos se siembran en un suelo que contiene organismos autóctonos distribuidos uniformemente en el perfil; **2)** luego de la inoculación y la siembra ocurre cierta mortalidad de los rizobios inoculados; **3)** dependiendo del grado de adhesión alcanzado, algunos rizobios se desprenden de las superficies seminales mientras que otros quedan adheridos a los tegumentos. Las semillas germinan y los cotiledones emergen del suelo llevando unidos los rizobios adheridos irreversiblemente a los tegumentos; **4)** parte de los rizobios sobrevivientes pueden trasladarse por movimientos activos o pasivos hasta las zonas infectables de las raíces en crecimiento, mientras que los de la población autóctona no necesitan hacerlo puesto que ya estaban distribuidos en el perfil de suelo.



**Figura 5.** Etapas de la inoculación de los rizobios a la planta y su relación con la población autóctona del suelo (Fuente: Lodeiro, 2015).

En una publicación de Ryan et al. (2009), se revisan las estrategias para manipular plantas y sus microorganismos asociados a las raíces para mejorar la salud y la productividad de las plantas. Algunas estrategias se dirigen directamente a los procesos de las plantas que impactan en el crecimiento, mientras que otras se basan en el conocimiento de las interacciones entre los componentes de la rizósfera (raíces, microorganismos y suelo). Por ejemplo, se pueden diseñar plantas para modificar el pH de la rizósfera, liberar compuestos que mejoren la disponibilidad de nutrientes, protejan contra el estrés biótico y abiótico, o fomenten la proliferación de microorganismos beneficiosos. Las rizobacterias que promueven el crecimiento de las plantas han sido diseñadas para interferir con la síntesis de hormonas inducidas por el estrés, como el etileno, que retarda el crecimiento de las raíces, y para producir antibióticos y enzimas líticas activas contra los patógenos de las raíces transmitidos por el suelo.

Finalmente, la ingeniería de la rizósfera también puede implicar la selección por parte de las plantas de poblaciones microbianas beneficiosas. Por ejemplo, algunas especies de cultivos o cultivares seleccionan y sustentan poblaciones de cepas productoras de antibióticos que desempeñan un papel importante en los suelos que naturalmente suprimen los patógenos fúngicos transmitidos por el suelo. La aptitud de las comunidades bacterianas asociadas a las raíces también puede mejorarse mediante la enmienda del suelo, un proceso que ha permitido la selección de consorcios bacterianos que pueden interferir con los patógenos bacterianos. Las plantas también pueden diseñarse específicamente para influir en sus bacterias asociadas, como lo ejemplifican las estrategias de extinción del quórum que suprimen la virulencia de los patógenos del género *Pectobacterium*. Nuevas herramientas moleculares y poderosos avances biotecnológicos seguirán brindando un conocimiento más completo de las complejas interacciones químicas y biológicas



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



que ocurren en la rizósfera, asegurando que las estrategias para diseñar la misma sean seguras, beneficiosas para la productividad y mejoren sustancialmente la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. La manipulación de la rizósfera a través de la biotecnología, está en evolución.

### Referencias Bibliográficas

**Alguacil, MdM, Z. Lozano, M.J. Campoy, A. Roldán (2010)** Phosphorus fertilisation management modifies the biodiversity of AM fungi in a tropical savanna forage system. *Soil Biology and Biochemistry*, 42(7), 1114-1122.

**Bashan, Y., G. Holguin (1997)** *Azospirillum*-plant relationships: environmental and physiological advances (1990-1996). *Can J Microbiol* 43:103-121.

**Cassán, F., S. Maiale, O. Masciarelli, A. Vidal, V. Luna, O. Ruiz (2009)** Cadaverine production by *Azospirillum brasilense* and its possible role in plant growth promotion and osmotic stress mitigation. *Eur. J. Soil Bio.* 45:12–19.

**Coutinho, B.G., D Licastro, L. Mendonca-Previato, M. Camara, V. Venturi (2015)** Plant-influenced gene expression in the rice endophyte *Burkholderia kururiensis* M130. *Molecular Plant-Microbe Interaction*. 28(1):10–21

**Guzmán Duchén, D., J. Montero Torres (2021)** Interacción de bacterias y plantas en la fijación del nitrógeno. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales* 8(2): 87-101.

**Kloepper, J. W. (1978)** Plant growth-promoting rhizobacteria on radishes. In *Proc. 4th Internat. Conf. Plant Pathogenic Bacter, Station de Pathologie Vegetale et Phytobacteriologie, INRA, Angers, France, 1978* (Vol. 2), pp. 879-882.

**Kuzyakov, Y.; E. Blagodatskaya (2015)** Microbial hotspots and hot moments in soil: Concept & review. *Soil Biology and Biochemistry* 83: 184-199.

**Kuzyakov, Y., B.S. Razavi (2019)** Rhizosphere size and shape: Temporal dynamics and spatial stationarity. *Soil Biology and Biochemistry*, 135, 343-360.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



- Lu, T., M. Ke, M. Lavoie, Y. Jin, X. Fan, Z. Zhang, Z. Fu, L. Sun, M. Gillings, L. Peñuelas, H. Qian, Y. Zhu (2018)** Rhizosphere microorganisms can influence the timing of plant flowering. *Microbiome*. 6: 231.
- Lodeiro, A. R. (2015)** Interrogantes en la tecnología de la inoculación de semillas de soja con *Bradyrhizobium* spp. *Rev Argent Microbiol*. 47(3):261-273.
- Pascale, A., S. Proietti, I.S. Pantelides, I.A. Stringlis (2020)** Modulation of the root microbiome by plant molecules: the basis for targeted disease suppression and plant growth promotion. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1741.
- Romero-Fernández, A.D.J., R.M. Arias-Mota, R. Mendoza-Villarreal (2019)** Aislamiento y selección de hongos de suelo solubilizadores de fósforo nativos del estado de Coahuila, México. *Acta botánica mexicana* 126: 1-16.
- Reinhold-Hurek, B., W. Bungler, C.S. Burbano, M. Sabale, T. Hurek. (2015)** Roots Shaping Their Microbiome: Global Hotspots for Microbial Activity. *Annu. Rev. Phytopathol*, 53, 403-24.
- Ryan, P.R., Y. Dessaux, L.S. Thomashow, D.M. Weller (2009)** Rhizosphere engineering and management for sustainable agriculture. *Plant Soil*, 321: 363-383.
- Stringlisa, I.A., Y. Ke, K. Feussnerb, R. de Jongea, S. Van Bentuma, M.C. Van Verka, R.L. Berendsena, P.A.H. Bakker, I. Feussnerb, C.M.J. Pietersea. (2018)** MYB72-dependent coumarin exudation shapes root microbiome assembly to promote plant health. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(22), E5213-E5222.
- Venturi, V., C. Keel (2016)** Signaling in the rhizosphere. *Trends in Plant Science* 21(3): 187-198.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### **Importância do uso eficiente de nutrientes na nutrição vegetal**

Renato de Mello Prado

UNESP, Câmpus de Jaboticabal, Brasil.

#### **Resumen**

Atualmente, a agropecuária moderna exige a máxima produção econômica com qualidade, com respeito ao meio ambiente. Para isso, uma saída racional para a exploração agrícola em bases sustentáveis seria “adaptar a planta ao solo” a partir do uso de culturas/cultivares que sejam eficientes no processo de formação de colheita “fazendo mais com menos”. Nas últimas décadas, especialmente nos anos 90, a produção agrícola tem aumentado; entretanto, a aplicação de fertilizantes diminuiu, o que poderia ser explicado pela maior eficiência de uso de nutrientes pelas culturas (Epstein & Bloom, 2006).

Desse modo, como a absorção, o transporte e a redistribuição de nutrientes apresentam controle genético, existe a possibilidade de melhorar e ou selecionar cultivares mais eficientes quanto ao uso de nutrientes (Gabelman & Gerloff, 1983). Portanto, para que a planta apresente alta eficiência de uso dos nutrientes, é preciso otimizar diversos processos fisiológicos e bioquímicos para a formação da colheita. Neste sentido, os possíveis mecanismos de controle das necessidades nutricionais das plantas abrangem a aquisição dos nutrientes do ambiente (solo ou solução nutritiva), sua movimentação por meio das raízes e liberação no xilema, sua distribuição nos órgãos e utilização no metabolismo e no crescimento (Marschner, 1986).

Quinquin Magiero et al. (2006) observaram que o maior parcelamento da adubação promoveu maior eficiência da fertilização do capim-braquiária.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



Desse modo, pode existir uma cultura com mesma exigência nutricional, entretanto agronomicamente mais eficiente. Nesse sentido, um determinado híbrido de sorgo A pode acumular a mesma quantidade de nitrogênio, por exemplo, que um híbrido B. Entretanto, o híbrido B usa o N para maior produção de grãos, comparado ao híbrido A, que prioriza maior produção de órgãos vegetativos (restos culturais). Assim, para a mesma produção de matéria seca (6 t ha<sup>-1</sup>), o híbrido B produz 40% mais grãos que o híbrido A; entretanto, ambos acumulam na parte aérea a mesma a quantidade de N (90 kg ha<sup>-1</sup>).

Esses resultados ilustram a tendência atual da agricultura, ou seja, é mais interessante o melhorista vegetal selecionar plantas com maior habilidade em produzir grãos (produto comercial), como em culturas anuais (sorgo, milho), ao invés de apenas biomassa total, portanto, com maior índice de colheita. E ainda, as cultivares modernas desenvolvem sistemas radiculares menos profundos (Rublo et al., 2003), com taxas de recuperação maior dos fertilizantes aplicados ou provindo da mineralização da matéria orgânica. O termo de índice de colheita é a razão entre a matéria seca colhida (grãos) e a matéria seca total da planta. Nota-se, portanto, que a partição dos fotoassimilados pelas plantas torna-se também um fator de produção importante à agricultura moderna.

Neste contexto, surgiu o termo eficiência de uso de nutrientes, que é a habilidade de uma espécie ou genótipo em fornecer altas produções mesmo num solo deficiente no nutriente em estudo (Graham, 1984) ou ainda, é a relação entre produção e a concentração do nutriente no tecido (Lauchli, 1987). Portanto, uma espécie ou cultivar com eficiência nutricional superior é capaz de desenvolver e ter uma adequada produção em solo de baixa fertilidade, devido à alta habilidade de absorver os nutrientes necessários, em menor quantidade, e ou distribuí-los de maneira mais eficiente nos diversos componentes da planta e garantir adequado metabolismo vegetal com alta conversão em matéria seca.

A partir da matéria seca e do conteúdo dos nutrientes na planta, podem-se calcular os índices nutricionais que compreendem a eficiência de absorção, de translocação/transporte e, por fim, de utilização dos nutrientes para conversão em matéria seca. Esses índices são apresentados a seguir:



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



eficiência de absorção = (conteúdo total do nutriente na planta)/(matéria seca de raízes) (Swiader et al., 1994). Esse índice indica a capacidade de “extração” da planta de nutrientes do meio de cultivo (solo). Salienta-se que os mecanismos desenvolvidos nas plantas para alta eficiência de absorção diferem entre as espécies. Algumas produzem extensivo sistema radicular, e outras têm alta taxa de absorção por unidade de comprimento radicular, ou seja, alto influxo de nutrientes (Föhse et al., 1988). O local de aplicação do nutriente é importante para manter maior quantidade de nutrientes fitodisponíveis, em contato com as raízes e conseqüentemente, maior absorção. Portanto, para os nutrientes que caminham pouco no solo, é interessante sua aplicação localizada, como o fósforo, ao passo que aqueles com alta mobilidade, a exemplo do nitrogênio, não têm restrição, podendo ser aplicados a lanço que terão condições de entrar em contato com as raízes, para posterior absorção. Oliveira (2000) observou na renovação da forrageira dessecada a aplicação da metade da dose dos fertilizantes no sulco de semeadura, e outra metade a lanço mostrou-se promissora.

Eficiência de translocação = ((conteúdo do nutriente na parte aérea)/(conteúdo total do nutriente na planta)) x 100 (Li et al., 1991). Esse índice indica a capacidade da planta de transportar os nutrientes da raiz para a parte aérea. Samonte et al. (2006) observaram correlação entre o índice de translocação de N e o teor de proteína em grãos de arroz.

Eficiência de utilização (coeficiente de utilização biológica). Esse índice indica a capacidade da planta em converter o nutriente absorvido em matéria seca total. Salienta-se que a relação da eficiência deve ser sempre relacionada à fitomassa, para não se incorrer no erro de selecionar uma planta com alta relação de eficiência e baixa produção de massa seca, como é o caso de uma planta extremamente deficiente. Assim, Siddiqi & Glass (1981) sugerem a fórmula: (matéria seca produzida)/conteúdo total do nutriente) x matéria seca, associando assim a eficiência de utilização ao crescimento da planta. Portanto, a eficiência de utilização seria: (matéria seca total produzida)<sup>2</sup>/(conteúdo total do nutriente na planta) (Siddiqi & Glass, 1981). Segundo Gerloff & Gabelman (1983), a capacidade de uma planta redistribuir e reutilizar os minerais de um órgão mais velho e senescente, caracteriza eficiência de uso no metabolismo do processo de crescimento.

Normalmente, as eficiências citadas anteriormente são mais utilizadas em ensaios em vasos, dada a maior facilidade em trabalhar com sistema radicular das plantas, comparado às condições de



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



campo. Esta linha de pesquisa na nutrição de plantas torna-se muito importante, pois o uso adequado de nutrientes é fundamental para aumentar ou sustentar a produção agrícola.

É pertinente salientar que tais eficiências terá maior correlação com a produtividade agrícola, se as cultivares possuírem maior habilidade na partição de assimilados para os órgãos de interesse (exemplo dos grãos).

Assim, com a experimentação de campo, surgiram outros índices nutricionais semelhantes aos anteriores, entretanto com a preocupação em indicar eficiências nutricionais que levem em conta a matéria seca da parte comercial (exemplo, os grãos).

Neste sentido, Fageria (2000) verificou maior correlação com a produção do arroz a eficiência agronômica e a eficiência agrofisiológica e, por último, a eficiência fisiológica (semelhante à eficiência de uso apresentada anteriormente). O autor acrescenta, ainda, que é interessante a seleção de plantas que não só tenham alto rendimento, mas também utilizem o nutriente eficientemente e com qualidade (grãos com alto teor de proteína). Svecnjak & Rengel (2006) observaram diferenças na eficiência de utilização de N, em cultivares de canola, embora tivessem absorção do nutriente semelhante, pois determinadas cultivares ditas eficientes produziram mais matéria seca com teor menor de N em diferentes órgãos das plantas, exceto a raiz.

Assim, serão apresentadas as formas de cálculo das eficiências nutricionais (agronômica, fisiológica, agrofisiológica, recuperação e utilização), sendo muito utilizadas em ensaios de campo, conforme indicação de Fageria et al. (1997):

Eficiência agronômica (EA) =  $(PG_{cf} - PG_{sf}) / (QNa)$ , dada em mg mg<sup>-1</sup>, onde: PG<sub>cf</sub> = produção de grãos com fertilizante, PG<sub>sf</sub> = produção de grãos sem fertilizante e QNa = quantidade de nutriente aplicado. Este índice indica a capacidade de produção de grãos por unidade de fertilizante aplicado no solo.

Eficiência fisiológica (EF) =  $(PTB_{cf} - PTB_{sf}) / (AN_{cf} - AN_{sf})$ , dada em mg mg<sup>-1</sup>, onde: PTB<sub>cf</sub> = produção total biológica (parte aérea e grãos) com fertilizante; PTB<sub>sf</sub> = produção total biológica sem fertilizante; AN<sub>cf</sub> = acumulação de nutriente com fertilizante e AN<sub>sf</sub> = acumulação de nutriente sem fertilizante. Este índice indica a capacidade de produção da parte aérea total por unidade de nutriente acumulado na planta.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



Eficiência agrofisiológica (EAF) =  $(PG_{cf} - PG_{sf}) / (AN_{cf} - AN_{sf})$ , dada em mg mg<sup>-1</sup>, onde:  $PG_{cf}$  = produção de grãos com fertilizante,  $PG_{sf}$  = produção de grãos sem fertilizante,  $AN_{cf}$  = acumulação de nutriente com fertilizante e  $AN_{sf}$  = acumulação de nutriente sem fertilizante. Este índice é semelhante ao anterior, entretanto indica a capacidade específica de produção de grãos por unidade de nutriente acumulado na planta.

Eficiência de recuperação (ER) =  $(AN_{cf} - AN_{sf}) / 100(QNa)$ , dada em porcentagem, onde:  $AN_{cf}$  = acumulação de nutriente com fertilizante,  $AN_{sf}$  = acumulação de nutriente sem fertilizante e  $QNa$  = quantidade de nutriente aplicado. Este índice indica o quanto do nutriente aplicado no solo, a planta conseguiu absorver. Normalmente, plantas com maior eficiência de recuperação podem apresentar maior eficiência de absorção.

Eficiência de utilização (EU) = eficiência fisiológica (EF) x eficiência de recuperação (ER). Este índice indica a capacidade de produção da parte aérea total por unidade de nutriente aplicado. O presente índice difere do índice (c), pois este computa eficiência de recuperação do fertilizante, ou seja, a capacidade da planta para absorção/aquisição de nutriente do solo.

Costa et al. (1988) estudaram as eficiências (absorção e utilização) de potássio nas culturas soja, milho, milheto, colza e lab-lab. Observaram que a colza foi a espécie mais eficiente na absorção de potássio, vindo a seguir milho, milheto e lab-lab; contudo, milho, lab-lab e soja apresentaram

maior habilidade em acumular o dado nutriente. A soja, lab-lab e milheto foram mais eficientes na utilização do potássio absorvido, apresentando as menores relações K absorvido/massa seca produzida. Guerra et al. (1998) observaram que a acumulação total de N da Brachiária declinou ao longo dos anos de produção, entretanto o contrário ocorreu com a eficiência de utilização do N, evidenciando a adequação interna da forrageira à menor disponibilidade do nutriente no solo.

Assim, nestes experimentos, cultivam-se as plantas em solo com teor baixo e alto do dado nutriente. As plantas que tiverem melhor eficiência nutricional em solo com baixo teor do nutriente, são tidas como eficientes, ou seja, produzem mais em condições de estresse. Enquanto,



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



as plantas que apresentam os melhores índices nutricionais quando submetidas a teor alto no solo do dado nutriente, são tidas como plantas responsivas.

Em conclusão é urgente estudos com enfoque na melhoria da eficiência nutricional dos cultivos especialmente pelo fato que as fontes dos fertilizantes são produtos não renováveis sendo que a tendência é para escassez e a ocorrência de guerras em países que detém essas reservas de fertilizantes agrava possíveis problemas na segurança alimentar. Neste cenário a pesquisa deve promover melhor uso dos nutrientes potencializando a nutrição e a produtividade dos cultivos com alta sustentabilidade.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### **Productos alternativos para el control de plagas con el uso de especies botánicas dentro de la transformación agraria sostenible**

Yhosvanni Pérez Rodríguez

Universidad de Cienfuegos, Cuba

e-mail: [yprodriguez@ucf.edu.cu](mailto:yprodriguez@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2078-8961>

#### **Introducción**

Las capacidades alelopáticas según Putnam (1988) refiere que el estudio de se ha convertido en una práctica común con sólidos fundamentos científicos, debido al fuerte desarrollo que ha experimentado en los últimos tiempos. Actualmente se ha investigado que no solo por la competencia existente entre las plantas, sino también por la acción alelopática que ejercen entre ellas, muchas malezas como *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Cyperus rotundus* (L.) y *Cynodon dactylon* (L.), entre otras, afectan la germinación y el desarrollo de muchas plantas cultivables.

Los aleloquímicos sintetizados y almacenados en células de las plantas Sampietro (2003) son liberados al entorno en respuesta al estrés que se le imponga. La forma en que se libera un agente alelopático depende de su naturaleza química, aunque existen cuatro formas fundamentales de liberación de los aleloquímicos: volatilización, lixiviación, exudados radicales y la descomposición de los residuos vegetales. La concentración de las sustancias aleloquímicas según Puente (1998), es muy importante para que se produzcan efectos alelopáticos. Las actividades de los compuestos aleloquímicos constituyen una respuesta dependiente a la concentración de estos. La respuesta es de estimulación o atracción, con bajas concentraciones, pero al incrementarse estas se produce inhibición o rechazo.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



Hernández (2004) refiere tres factores fundamentales que influyen directamente en el fenómeno: la sensibilidad de la especie, la liberación de toxinas al medio, y la actividad e interacciones bióticas y abióticas que ocurren con las toxinas (microorganismos, temperatura). Las investigaciones contemporáneas tienden a exponer el contexto de alelopatía, incluido en las interacciones entre plantas y animales superiores. No obstante la alelopatía está vinculada con la comunicación química entre plantas, y entre plantas y otros organismos. Esta comunicación contribuye a la defensa de las plantas debido a que estos compuestos pueden tener efecto insecticida, herbicida, nematocida, fungicida, entre otros.

La actividad orgánica de algunas plantas se ha aprovechado para su aplicación como insecticidas botánicos (fitoinsecticidas). Los metabolitos secundarios de plantas con efectos insecticidas pueden actuar como inhibidores de la alimentación de los insectos, y de la síntesis de quitina; además pueden afectar el crecimiento, el desarrollo, la reproducción y el comportamiento de estos organismos (Guisaza, 2001). Este mismo autor refiere que a través de los tiempos, en el desarrollo de la agricultura se han utilizado diversos extractos de plantas con efecto insecticida, pero sin duda uno de los más importantes ha sido el extracto de Piretro, obtenido de flores secas de margarita (*Chrysanthemum cinerariaefolium* Benth. & Hook), cuyos componentes activos son piretrinas, cinerinas y jasmolinas.

Numerosas plantas que pueden ser utilizadas por su efecto insecticida. Así, plantas como la adelfa (*Nerium oleander* L.), ajo (*Allium sativum* L.), cebolla (*Allium cepa* L.), ajo puerro (*Allium porrum* L.), eucalipto (*Eucaliptos* sp.) y el nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) contienen aleloquímicos en concentraciones tales que les confieren propiedades insecticidas contra pulgones, moscas blancas, chinches y larvas de lepidópteros. Algunas plantas invasoras como el paraíso (*Melia azedarach* L.) (Angiosperma; *Meliaceae*) (Puentes, 2005) presentan efectos insecticidas y son utilizadas en el control de numerosas especies de insectos. Los principios activos que esta planta presenta son las saponinas y alcaloides neurotóxicos (azaridina) (Renate, 2005).

Una de las plantas más utilizadas en el mundo para controlar insectos es el nim (*Azadirachta indica* Juss.) (*Meliaceae*) (Puentes, 2005). Las semillas de este árbol poseen un 20 % de aceite; y de éste, el 2 % está formado por compuestos activos de alto potencial para la fabricación de productos farmacéuticos, insecticidas y jabones. El azadiractín ha sido identificado como uno de los



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



principales compuestos activos de la planta. Esta sustancia actúa sobre los insectos repeliéndolos, inhibiendo su alimentación e interrumpiendo su crecimiento, metamorfosis y reproducción.

El anamú (*Petiveria alliacea* L. (familia: *Phytolaccaceae*)) (Greuter, 2002) es usado como repulsivo de insectos, nematocida y garrapaticida. Las maderas de algunas plantas, como la del sazafrán (*Bursera graveolens* Triana & Planch), al ser quemadas emiten vapores que repelen los insectos. No obstante, otras maderas, como la de los eucaliptos se pueden utilizar en la agricultura, convertidas en ceniza y mezcladas con agua, para controlar las moscas minadoras que afectan diferentes cultivos; sin disolver pueden ser utilizadas en el control de plagas de los granos almacenados.

Las especies botánicas han generado en los últimos años nuevas posibilidades a utilizar como productos eficaces en el control de insectos. Estos insecticidas de origen vegetal en la actualidad han cobrado gran auge debido a que son apropiados para la aplicación a pequeña escala, con vista a la protección de granos y productos almacenados del ataque de insectos plaga. Además, pueden llegar a ser menos tóxicos que los insecticidas químicos y son fácilmente biodegradables (Isman et al. 2010).

### **Caso Estudio: Propiedades insecticidas del polvo de *Syzygium malaccense* (L.), para el control de *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae)**

*Syzygium malaccense* (L.), posee disponibilidad en la región central de Cuba. Esta especie botánica forman parte de la colección del Jardín botánico de Cienfuegos, de la ciudad del mismo nombre, para lo que se tomó como referencia los ejemplares depositados en el herbario del propio jardín, identificadas empleando los descriptores botánicos, datos de registros históricos y el número de colección correspondiente. Los órganos selectos de cada especie fueron hojas adultas, cosechadas durante el mes de marzo en horas tempranas de la mañana. El material vegetal seleccionado fue colocado en bolsas de nylon y llevado al Laboratorio de Biología de la Facultad de Ciencias Agrarias donde se lavaron con abundante agua corriente y luego con agua destilada; hasta eliminar las impurezas externas visibles. Inmediatamente, se realizó el secado del material en una estufa marca Boxun a 40 °C.

La valoración del porcentaje de mortalidad se obtuvo según la fórmula de (Abbott, 1925).



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



$$\text{Mortalidad corregida} = \frac{\text{Mortalidad del tratamiento} - \text{Mortalidad en el testigo}}{100 - \text{Mortalidad del testigo}} \times 100$$

### Determinación de los porcentajes de emergencia en granos tratados con polvos vegetales

En el porcentaje de emergencia de insectos adultos (F1) de la infestación siguiendo lo recomendado por Aguilera (2001), considerado la emergencia del tratamiento control como 100 %.

$$\text{Porcentaje de emergencia} = \frac{\text{Porcentaje de emergencia en el tratamiento}}{\text{Porcentaje de emergencia en el testigo absoluto}} \times 100$$

### Evaluación del porcentaje de mortalidad de los insectos

Al evaluar el porcentaje de mortalidad de los polvos de la especie botánica presentó valores que de un 43,33 % a la concentración al 1 (p/p), a su vez difiere de las concentraciones al 2 y 3%, mientras que están no difieren entre ellas. Con valores de un 67,67 y 73 % del porcentaje de mortalidad sobre *S. oryzae* respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de mortalidad de *S. malaccense*, sobre *S. oryzae* en semillas de maíz

	Porcentaje de Mortalidad	Media Rangos
Concentración 1 (p/p)	43,33	8,00 b
Concentración 2 (p/p)	67,67	35,33 a
Concentración 3 (p/p)	73,00	25,67 a
Critical Value for Comparison		11,481



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



\*Media de Rangos según Kruskal-Wallis. Letras diferentes en una misma columna denotan diferencias significativas según la Prueba de Comparación Múltiple Z de Kruskal-Wallis para un alfa de 0,05 (Z: 2,394).

Los resultados obtenidos con la concentración al 1 % (p/p) coinciden con el criterio propuesto por Lagunes (1994) para clasificar a un polvo vegetal como prometedor en el control de plagas almacenadas, y referidos por Silva (2001) quienes señalan como prometedores aquellos tratamientos con mortalidad superior al 40 %. Estos criterios confirman como la más apropiada para lograr una explotación sostenible de especies vegetales como fuente de biomasa en la obtención de plaguicidas. El efecto alelopático ejercido por los tratamientos sobre el insecto se puede apreciar que la especie botánica utilizada mostró efecto insectistático según la cantidad de insectos que presentaron inapetencia e incoordinación de movimientos, lo que indica efecto que puede deberse a los compuestos químicos de las plantas y sus metabolitos secundarios.

El efecto insecticida de esta especie, aun cuando la especie no contienen otros compuestos mayoritarios relacionados con la acción insecticida, pudo estar provocado por la alta presencia de ácido palmítico en esta especie, que puede explicar la actividad de *S. malaccense* vinculado al efecto insectistáticos observado sobre la reducción de insectos vivos *S. oryzae*. Resultados que concuerdan con Toledo et al. (2014) al describir el efecto del ácido palmítico sobre *Hylastinus obscurus* (Coleoptera: Curculionidae), evidenció que existe una relación inversa entre el tamaño de población de insectos y el volumen de ácido palmítico. El contenido de estas sustancias en la planta puede tener variaciones según la época y las estructuras vegetales utilizadas, permiten desorientar al insecto de moverse hacia un lugar determinado, alimentarse y ovipositar. Estos compuestos volátiles del aceite esencial forman una barrera que disuade a los insectos a entrar en contacto con la superficie que ha sido tratada (Nerio et al., 2010).

La efectividad mostrada por los polvos de esta especie permite evitar afectaciones durante su almacenamiento. Así como considerar los mismos como una opción más dentro del sistema de manejo integrado de plagas por su actividad frente a insectos plaga, accesibles para ser usados por los medianos y pequeños productores (Jeong et al., 2017). Investigaciones realizadas de Sousa de Alencar (2017) al describir el potencial efecto de extractos de *S. malaccense* con una mortalidad de 54,6 % sobre *Brevicoryne brassicae* (L.). Esta especie alcanzan porcentaje de mortalidad



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



superior sobre *S. oryzae*, a los obtenidos por Govindan y Jeyarajan (2009) con la especies botánicas a una concentración mayor del 2% con *Lantana camara* L. (Verbenaceae) un 34,2 % y *Cassia angustifolia* Vahl (Fabaceae) un 30,0 % sobre este mismo insecto, inferiores a los obtenido en este estudio.

### Pérdida del peso en los granos almacenados como semilla

Al evaluar el promedio de granos afectados, mediante observaciones directas a las semillas, mostró que las menores pérdidas de peso alcanzaron valores entre 3,36 y 3,49 % no mostrando diferencias significativa en cuanto a las concentraciones evaluadas lo que muestra la acción de los polvos sobre la conducta antialimentaria del insecto. Los datos obtenidos ratifican el efecto insectistáticos al existir una fluctuación en los insectos con inapetencia o incoordinación que contribuyen a la disminución del porcentaje de afectación presente en las semillas (Tabla 2).

Tabla 2. Pérdida del peso en los granos almacenados como semilla

Concentración	Porcentaje de pérdida de peso	Media Rangos
1 (p/p)	3,36	19,800 a
2 (p/p)	3,49	24,233 a
3 (p/p)	3,49	24,967 a
Critical Value for Comparison		11,481

Media de Rangos según Kruskal-Wallis. Letras diferentes en una misma columna denotan diferencias significativas según la Prueba de Comparación Múltiple Z de Kruskal-Wallis (2.394) para un alfa de 0,05

Estos porcentaje de pérdida de peso obtenidos por esta especie, resultan prominentes si se tiene en cuenta estudios realizados por Bergvinson y García-Lara (2007) donde comprobaron los daños causados por insecto en un 5,3 % de afectación en silo metálico hermético en un periodo de hasta



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



nueve meses. La reducción en la pérdida del peso es un indicador que permite conocer cómo fue el consumo del insecto.

Al incrementarse la mortalidad, el efecto antialimentario, atribuidos a la acción directa o combinada de los efectos producidos por los metabolitos secundarios presentes en estos polvos vegetales Midega et al. (2016) hace referencia a que provocan un efecto de reducción del consumo del grano por el insecto, esterilidad en la hembra, impiden que la hembra y el macho se localicen, lo que conduciría a la menor reproducción y por tanto, menos consumo de las formas inmaduras en el interior.

### Bibliografía

Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. econ. Entomol.*, 18(2), pp. 265-267.

Aguilera, M. (2001). Validación semicomercial de polvos vegetales y minerales para el combate de *Sitophilus zeamais* Motsc, *Prostephanus truncatus* (HORN) y *Rhyzopertha dominica* (FABR). México: Tesis, Magíster en Ciencias. Colegio de Postgraduados. 80 p.

Bergvinson, D. y J., García, L. S. (2007). Tecnologías integrales para reducir las pérdidas poscosecha. El Estado de México. Proyecto de Investigación Fonda Mixto CONACYT-Estado de México. México, DF: CIMMYT. 35 p.

Govindan, K., y Jeyarajan, S. N. (2009). Insecticidal activity of twenty plant powders on mortality, adult emergence of *Sitophilus oryzae* L. and grain weight loss in paddy. *Journal of Biopesticides*, 2(2), pp. 169-172.

Greuter, W. 2002. *Phytolaccaceae*- In Greuter, W. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A, Plantas Vasculares. Fascículo 6 (3). 37 pp. -Koeltz Scientific Books, Königstein. ISBN 3-904144-86-3.

Guisaza, J. 2001. Plantas alelopáticas. En sitio web: <http://www.webcolombia.com/allelopathy.html>. [Consultado el 24 de febrero, 2009].



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



- Hernández, M. 2004. Estudio preliminar del potencial alelopático del orozus (*Phyla nodiflora* (L.) Greence). Tesis de diploma. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central de Las Villas. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. 50 pp.
- Ismail, I. S., Ismail, N., y Lajis, N. (2010). Ichthyotoxic properties and essential oils of *Syzygium malaccense* (Myrtaceae). *Pertanika J Sci Technol*, 18(1), pp. 1-6.
- Jeong, H. K. J., Lee, W., Park, Y. J., y Yang, J. O. (2017). First confirmation of the distribution of rice weevil, *Sitophilus oryzae*, in South Korea. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 11(1), pp. 69-75.
- Lagunes, T. A. (1994). Extractos, polvos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. Memoria. Colegio de Postgraduados-USAID-CONACYT-BORUCONSA. Montecillo. Texcoco. México. 32 p.
- Midega, C.A.O., Murage, A.W., Pittchar, J.O., y Khan, Z. R., (2016). Managing storage pests of maize: farmer’s knowledge, perceptions and practices in western Kenya. *Crop Protect.* 90, pp.142-149.
- Nerio, L. S., Olivero, V. J., y Stashenko, E. (2010). Repellent activity of essential oils: a review. *Bioresource technology*, 101(1), pp. 372-378.
- Puente, Mayra. 1998. Efectos alelopáticos del cultivo del girasol (*Helianthus annuus* L.) sobre malezas asociadas y cultivos de importancia económica. Tesis en opción al título de Máster en Agricultura Sostenible. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central de Las Villas. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.
- Puente. M. 2005. Tesis para aspirar al título de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Central de Las Villas. Santa Clara. Villa Clara.
- Putnam, A. R. 1988. Allelochemicals from plants as herbicides. *Weed tech.* 2(4): 510 - 518.
- Renate, Sílvia Z. 2005. O Processo de Degradação Ambiental Originado por Plantas Exóticas Invasoras. En sitio web: <http://www.institutohorus.org.br/download/midia/ambbr2.htm>. [Consultado el 15 de septiembre, 2010].



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

"Impulsando la Transformación Agraria Sostenible" por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



Sampietro, D. A. 2003. Definición de aleopatía. En sitio web: <http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/aleopatia.htm>. [Consultado el 20 de enero, 2006].

Silva, G., Lagunes, T., Rodríguez, C. y Rodríguez, D. (2001). Escala para determinar el daño por insectos al grano de maíz almacenado. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* pp.68-46.

Toledo, D., Parra, L., Mutis, A., Ortega, F., Hormazábal, E., y Quiroz, A. (2014). Influence of long-chain fatty acids on weight gain of *Hylastinus obscurus* (Coleoptera: Curculionidae). *Ciencia e Investigación Agraria*, 41(3), pp. 357-364.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### **Patrones de variación en la Productividad Primaria Neta, como un indicador para la degradación de las Tierras en Venezuela**

Yamil Madi<sup>1</sup>; José Gonzalo Vázquez Rodríguez<sup>2</sup>; Misael Ángel Parra<sup>3</sup>; Airo Tortoza O.<sup>4</sup>; Adrián León<sup>5</sup>; Rafael Hernández<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Doctor en Ciencias Biológicas. Doctorado en Ciencias Biológicas Universidad Simón Bolívar. Profesional asociado a la investigación en el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Centro de Estudios de la Crisis Ambiental Global (CECAG) Oficina de Modelaje Espacial. Altos de Pipe, Venezuela, correo: [pochomadi4@gmail.com](mailto:pochomadi4@gmail.com);

<sup>2, 3, 4, 5</sup>Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo, Oficina Nacional de Diversidad Biológica, Venezuela. [jgvasquez@minamb.gob.ve](mailto:jgvasquez@minamb.gob.ve);

<sup>6</sup> Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH), Venezuela

### **Resumen**

La proporción del nivel de tierras degradadas en comparación con la superficie total, es parte de un conjunto mínimo de indicadores globales del capital natural basado en la tierra propuesto por la FAO concretamente el 15.3.1 Proporción del Nivel de tierras degradadas en comparación con la superficie total. Para lograra alcanzar la meta de Neutralidad en la Degradación de las Tierras (NDT), que consiste en la “...Situación en que la cantidad y la calidad de los recursos de tierras necesarios para sustentar las funciones y los servicios de los ecosistemas e incrementar la seguridad alimentaria se mantienen estables o aumentan en los ecosistemas y las escalas temporales y espaciales de que se trate”. Para el cálculo de la “Proporción del Nivel de tierras degradadas en comparación con la superficie total” del indicador global del capital natural basado en la tierra 15.3.1 se utilizan tres subindicadores específicamente las variaciones sobre una línea base preestablecida de; 1-La cobertura general, 2- El carbono en suelo, y 3- La Productividad Primaria Neta (PPN) como un proxy del Índice normalizado de Vegetación (INDV). Sin embargo los detalles de esta metodología no son una propuesta definitiva estando en proceso de continuo



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



desarrollo y perfeccionamiento palpables en la nueva plataforma activa de Trends.Earth-Guía del usuario del 2023. En este marco conceptual este trabajo analizo la efectividad de la interpretación del algoritmo utilizado por el sistema TRENDS.EARTH con referencia a la determinación de la degradación, estabilidad o mejora de las tierras en relación con los cambios en la PPN como un proxy del INDV en función de variaciones climáticas y su posible utilización para estudiar los efectos del Cambio Climático (CC) sobre los ecosistemas.

### Introducción

La Productividad Primaria Neta (PPN) es un valor que representa la tasa de fijación de energía química de los autótrofos (las plantas) del ecosistema, que queda almacenada como materia orgánica, disponible para los heterótrofos (la fauna) tras los gastos por respiración. Que se expresa en diversas unidades de energía o biomasa por unidad de superficie y tiempo como por ejemplo; Kilocorías por metro cuadrado por año ( $\text{kcal}/\text{m}^2/\text{año}$ ), Gramos de materia orgánica seca por metro cuadrado por año ( $\text{g}/\text{m}^2/\text{año}$ ), o kilogramos de carbono fijado por metro cuadrado, por año ( $\text{KgC}/\text{m}^2/\text{año}$ ) (Margalef, 1989; Purves et al., 2005; Miller, 2007; Krebs, 1998; Nebel y Wright, 1999; Molles, 2006).

Muchos valores de la PPN reflejan ecosistemas particulares, y ayuda a que estos puedan ser identificados, caracterizados y delimitados por plataformas satelitales de detección remota, los patrones de distribución de los valores de la PPN 2000-2003 de la NASA-NTSG Numerical Terradynamic Simulation Group, se utilizaron junto a otras variables para establecer la Cartografía de los ecosistemas de Venezuela para el MINEC por Madi et al. en 2014.

La PPN resultó una herramienta útil para caracterizar, comparar y clasificar ciertos ecosistemas antropogénicos o naturales según su productividad, ya que muchas de las formaciones vegetales que expresa un ecosistema maduro o un agro-ecosistema, presentan valores de PPN característicos, así el solapamiento espacial y temporalmente estable entre la Productividad Primaria Neta (PPN) y algunas de las formaciones vegetales dominantes en los ecosistemas maduros como el evidentemente existente entre la Gran Sabana al sur de Venezuela y sus alrededores boscosos, permitió también discriminar incluso entre formaciones muy similares como los bosques de la Catinga amazónica del bosque húmedo tropical circundante (Madi et al., 2014).



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



Los valores de la PPN que presentan un Patrón de distribución espacial y temporal constante y consistente entre ellos pese a variaciones estacionales, pueden ser asociados a ciertos ecosistemas o usos de la tierra como; bosques tropicales, sabanas arboladas, herbazales, cultivos intensivos o vegetación xerófila, pese a las variaciones temporales cíclicas o circunstanciales debidas a factores climáticos o de uso, sin embargo dado que este subindicador trabaja justamente sobre las variaciones anuales o por periodos de tiempo consensuados, estas pueden representar una fuente de error para el sistema TRENDS.EARTH al momento de interpretar los resultados, al mismo tiempo que una fuente de información para estudios multitemporales sobre efectos del Cambio Climático.

Las Variaciones del valor poblacional de la PPN (INDV) obtenida para un área por los sistemas de percepción remota tiene la ventaja de resumir en un valor la rápida respuesta de las formaciones vegetales a diversas variables ya que integra mucha información incorporando el efecto de factores limitantes como la disponibilidad de luz, agua (precipitación), temperatura, nutrientes, sustrato, competencia, entre otros.

Pero por la misma razón sus resultados no pueden ser utilizados directamente como un indicador tipo semáforo, antes es indispensable interpretar los resultados, tal como el mismo protocolo recomienda: “Es esencial que los resultados del control de la NDT sean revisados con una aportación coordinada de los actores locales implicados, tanto para verificar como para interpretar los resultados”, “Se espera además que los actores implicados verifiquen para identificar cualquier “falso positivo”, donde un cambio positivo relevante en uno o más indicadores puede ser el resultado de una tendencia no deseada”,... Igualmente cuando se dé un “falso negativo”, los países pueden reportar las anomalías, respaldadas con pruebas, para aportar una evaluación más precisa del estado de la NDT (Orr et al., 2017)

### **Objetivo**

Estudio de las variaciones en los valores de la PPN como un proxy del INDV en Venezuela y su interpretación por el algoritmo TRENDS.EARTH versión del 2019 como un indicador válido para realizar el seguimiento y evaluación de la degradación de las tierras a nivel nacional, así como los efectos sobre los ecosistemas del Cambio Climático.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



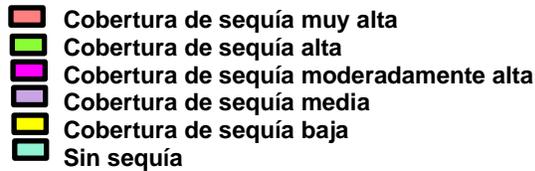
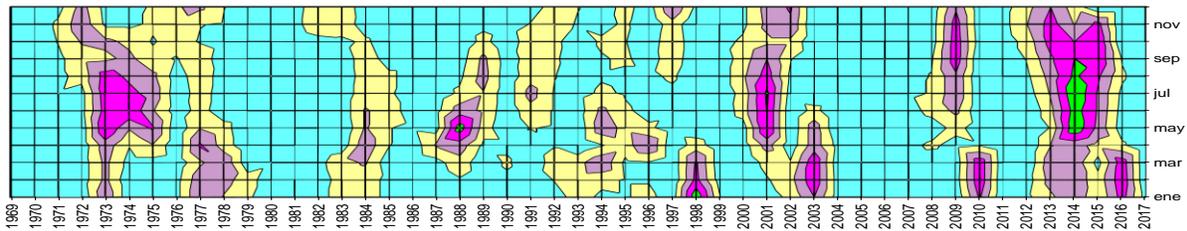
### Metodología

Se utilizó el Software QGIS versión 2.18.24 junto con la aplicación TRENDS.EARTH SDG 15.3.1 del 2019, para generar en el periodo de línea base consensado de 2001-2015 los tres componentes del subindicador: 1-La Trayectoria o Tasa de cambio en el INDV a lo largo del tiempo en un área, 2-El Rendimiento y 3-El Estado que compara la actividad fotosintética periodo actual, contra periodo histórico en un área, (la línea base del subindicador) (Trends.Earth - Guía del usuario,, 2019; 2023), mostrándose solo los resultados más relevantes de la Trayectoria y Estado.

Se revisó y ajustó la interpretación de los resultados en relación a la degradación de la tierra para identificar falsos estados positivos, negativos o neutros, utilizando el Sistema de Información Geográfica (SIG) QGIS versión 2.18.24. Mediante análisis con métodos de clasificación supervisada utilizando imágenes satelitales de sensores remotos y datos provenientes de; Aplicaciones libres en la red, información nacional de instituciones públicas y estudios multitemporales históricos.

Buscando artefactos metodológicos interpretaciones inadecuadas o ruido en los datos debido a lecturas alteradas en la comparación de imágenes por efectos de variables no asociadas a la degradación como: variaciones asociadas a las respuesta espectral de los sustratos por cambios climatológicos temporales, el efecto de eventos extremos como sequías, procesos cíclicos naturales o debidos a procesos regulares de los sistemas agro productivos, así como posibles respuestas de las formaciones vegetales características de los ecosistemas a múltiples variaciones ambientales y otras fuentes de error.

Para el análisis del efecto del clima sobre los resultados de la interpretación se generaron diferentes periodos temporales a partir de datos climatológicos (periodos mixtos o con y sin sequias), analizando las relaciones entre los resultados de la interpretación no supervisada de la aplicación TRENDS.EARTH y la caracterización de la sequía a nivel semestral a partir del índice de precipitación estandarizada del periodo 1969-2017 (spi). Del INAMEH (Hernández, 2017) para establecer los periodos temporales de prueba.



La identificación de los ecosistemas asociados a las variaciones de la PPN como respuesta a efectos climáticos se realizó mediante la cartografía de los Ecosistemas de Venezuela de (Madi et al. 2014).

El contraste entre los modelos a futuro relacionados con el Cambio Climático (CC) y los resultados de tendencias en el incremento o disminución de la productividad obtenidos en el análisis se utilizó la Proyección a futuro del INDV

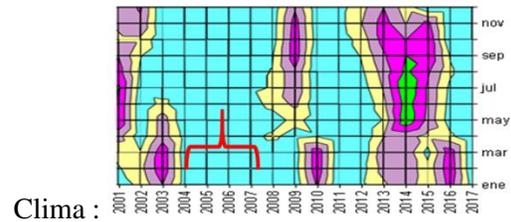
en el escenario RCP4.5 producto de Modis-Terra promedio de 2001-2012 elaborado en el laboratorio de ecosistemas y CC del IVIC. Utilizando Datos de la INDV 2007-2011, donde se proyectan espacialmente las reducciones de masa boscosa para 2020. Los análisis espaciales se realizaron utilizando el mismo QGIS versión 2.18.24 (2019).

## Resultados

### Efecto de las sequias en los resultados de trayectorias.

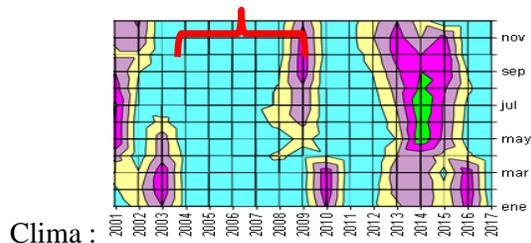
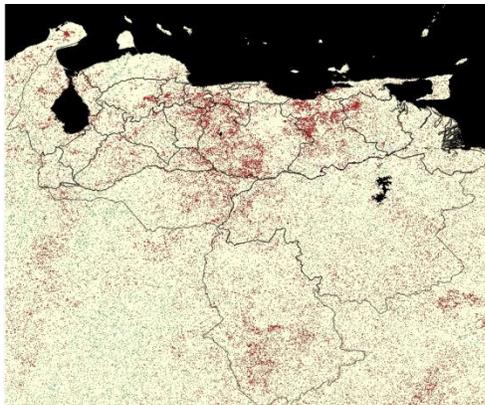
1- La Trayectoria de la Productividad Periodo: 2004-2007 (4 años) escala 1:250.000

Clima: Este periodo es el único con ausencia de periodos de sequía notorios que minimiza el efecto de eventos climáticos, y resulta en una distribución homogénea donde Predominan pixeles asociados a estabilidad y un menor número de pixeles rojos asociados a la “degradación” muy dispersos en todo el territorio.



### 2- Trayectoria de la Productividad Periodo: 2004-2009 (6 años) 1:250.000

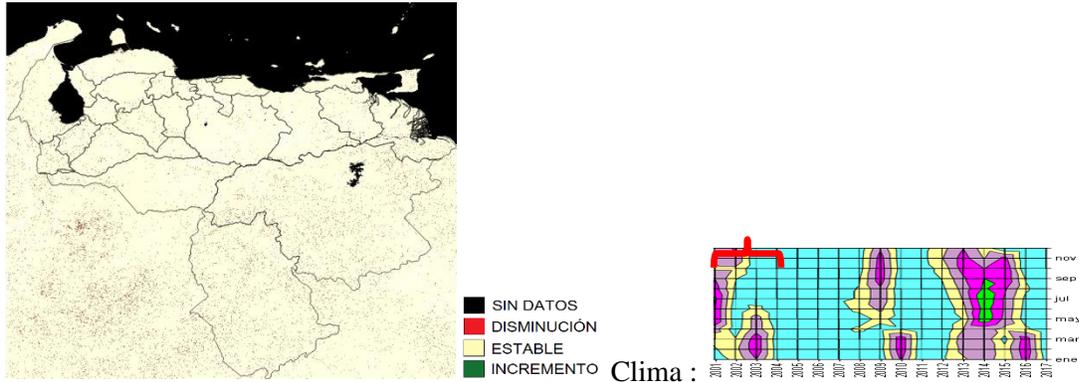
Clima: Este periodo incluye el año de sequía 2009, y resulta en un claro incremento de áreas con pixeles rojos agrupados con menor PPN asociados a la “degradación” concentrados en zonas ecológicas de climas secos al norte del Rio Orinoco y al sur en la catinga y planicies inundables del Rio Negro.



### Efecto de la acumulación de datos en los resultados secuenciales de trayectorias

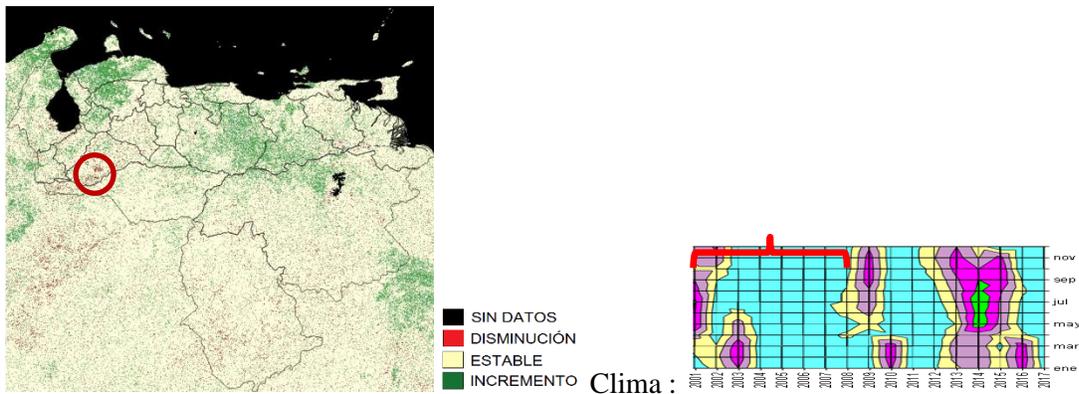
#### 1- Trayectoria de la Productividad Periodo: 2001-2004 (4 años) 1:250.000

Clima: mixtos con y sin sequía, lo que resulta en una distribución homogénea donde Predominan pixeles asociados a estabilidad y escasos pixeles asociados a la “degradación” dispersos aunque más abundantes al sur del Orinoco.



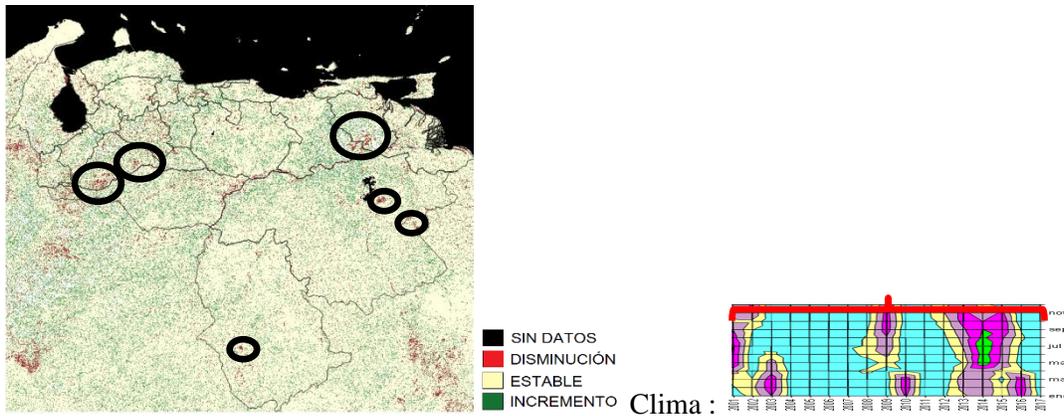
### 2- Trayectoria de la Productividad Periodo: 2001-2008 (8 años) 1:250.000

Clima: 3 años de sequias seguidos de 4 años sin ellas. Resulta en cambios donde predominan pixeles verdes asociados a la “mejora” incremento del INDV que dominan los ecosistemas asociados a las áreas secas al norte del Orinoco. Mientras que los cambios asociados a la “degradación” se concentran solo en dos zonas pequeñas, mientras el área de cambios no significativos (estabilidad) domina el Sur.



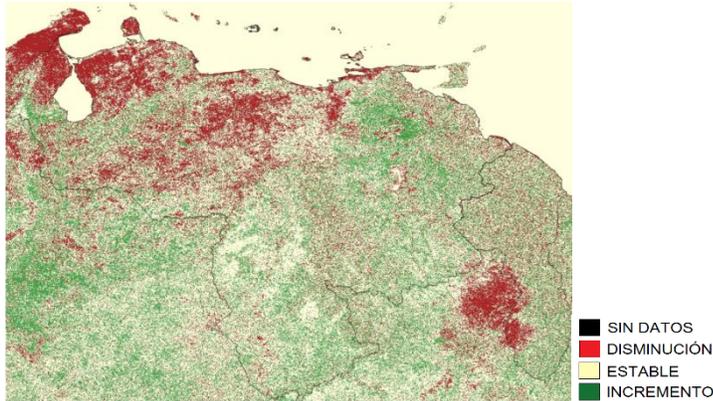
### 3- Trayectoria de la Productividad Periodo: 2001-2017 (16 años)

Clima: Periodo completo toda la variabilidad climática del universo muestral. Para la compensación de oscilaciones. Resulta en pixeles rojos de cambios asociados a la “degradación” (disminución del INDV) muy concentrados de pequeña extensión y asociados a efectos antropogenicos, como acumulaciones en áreas asociadas con actividades de minería, explotación maderera de bosques naturales o plantaciones forestales y actividades agrícolas intensivas, junto una dominancia de cambios asociados al incremento de distribución dispersa y homogénea en todo el territorio.

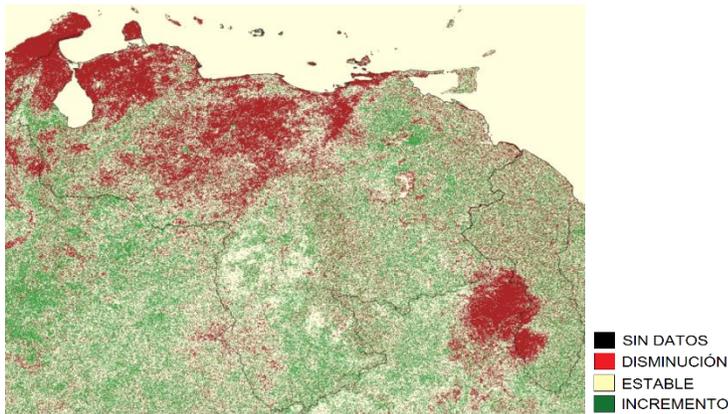


Análisis de comparación de estado (entre periodos) Periodo de línea base consensuado de 2001-2015.

Variaciones entre (2000-2012) y (2013-2015).



Variaciones entre (2000-2013) y (2014-2015).



En ambos casos 11 ecosistemas asociados a climas secos muestran disminución del INDV como proxi de la PPN con mayor área en el periodo más corto de 2014-2015. Los cuales coinciden espacialmente con las áreas donde el modelo predictivo utilizado, con la proyección a futuro del Índice normalizado de Vegetación

(NDVI) en RCP4.5 donde establece un escenario de reducción de la masa boscosa. Estos 11 ecosistemas identificados en la cartografía de Madi et al. (2019) por los numerales 3,5,6,19,24,25,27,29,33,58 y 59 se caracterizan por presentar en estado maduro una cobertura simple o mixta de formaciones vegetales tales como; Bosques Basimontanos, caducifolios, semi caducifolios alisos costeros, semidecuidos, deciduos y bosques de tierras bajas asociados o no a cuerpos de agua, matorrales, sabanas llaneras inundables o no, Herbazales solos o arbolados, matorrales y chaparrales, arbustales, xerófilos, halófilos, espinares y cardonales.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### **Discusión y conclusiones.**

#### **Efecto de las sequias en los resultados de trayectorias y el Análisis de comparación de estado (entre periodos) Periodo de línea base consensuado de 2001-2015.**

En las grandes extensiones que ocupan los ecosistemas asociados a climas secos o con extremos de fluctuación climática cíclica (anual) mostraron una rápida respuesta del valor en el INDV a las variaciones ambientales registradas a nivel nacional. Asociada a las condiciones y características biológicas propias de los mismos, mientras el resto de ecosistemas solo presentaron una respuesta moderada o estable principalmente al sur del río Orinoco, donde los efectos de las variaciones anuales registradas en el índice utilizado, están atenuadas por las condiciones locales. En estos casos aunque la interpretación por el sistema de degradación o mejora de los suelos no es la adecuada, el sistema resulta ser particularmente un buen indicador de las respuestas de estos ecosistemas específicos a las condiciones climáticas inmediatas.

Las respuestas del indicador de trayectoria indican que la interpretación es muy sensible a los efectos climáticos asociados con la sequía. Por lo que aunque en estos casos la interpretación no supervisada del sistema de degradación o mejora de los suelos debe ser revisada, así como el resultado final para evitar la acumulación de artefactos debido al criterios utilizados de “uno fuera todos fuera” Trends.Earth- Guía del usuario (2023), el sistema resulta ser por otro lado un buen indicador de las respuestas de los ecosistemas a las condiciones climáticas inmediatas o acumuladas por periodos temporales contrastados.

#### **Efecto de la acumulación de datos en los resultados secuenciales de trayectorias**

La respuesta a la utilización del universo muestral completo en el análisis muestra una compensación de las oscilaciones anuales en el periodo total, y por ende una mayor estabilidad en la respuesta como era de esperar, mientras que periodos temporales muy cortos de análisis (4 años) arrojan respuestas débiles para la interpretación del sistema. El análisis de las variaciones en el INDV de Trayectoria logro mostrar más claramente y por grandes áreas la relación entre los efectos antropogenicos locales con diferentes usos de la tierra minería, y eventos de deforestación seguidos de actividades agropecuarias extensivas o agricultura intensiva.

En el caso de las plantaciones forestales como Uverito las variaciones reflejan la actividad normal del proceso de manejo de las mismas como la cosecha y resiembra de grandes áreas



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



simultáneamente y no necesariamente un proceso de degradación de los suelos, pese a que efectivamente las coníferas sin un manejo adecuado modifican las características de los mismos.

### **Análisis de comparación de estado (entre periodos) Periodo de línea base consensuado de 2001-2015.**

La correspondencia espacial entre las tendencias estimadas en la variación de la productividad debida a las variaciones en el INDV de Estado por ecosistema, con el escenario de pérdida de masa boscosa estimada para 2020, ofrece información útil para su utilización como un indicador para darle seguimiento a los efectos y ritmo al que responden los ecosistemas al CC y para ser utilizados en la verificación de las predicciones de modelos asociados a la generación de escenarios ecológicos futuros debido al efecto del Cambio Climático en Venezuela.

Actualmente al año 2023, la inclusión en la plataforma de informes de NDT por país del 2022-23 de un formato estándar para realizar las correcciones necesarias debidas a la generación de falsos positivos y negativos, ha permitido facilitar la exposición de estos problemas y obtener resultados más confiables, sin embargo es necesario estandarizar y automatizar aún más el proceso de interpretación e incluir los protocolos en desarrollo en una propuesta de trabajo sistematizada para usarla como un estándar general que facilite los análisis y la comparación de resultados.

### **Bibliografía.**

Proyección a 2020 del INDV en el escenario RCP4.5 Laboratorio de ecosistemas y Cambio Climático Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC).

Madi, Y.; R. Noite, E. Rivas, J. Rodrigues, J. Vásquez, L. Valdés, A. León. (2014). Ecosistemas de Venezuela. Editor: Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, Fundambiente. Documento Deposito Legal (DP) CM222201426 y cartografía SIG. DP If22220145742321. Caracas Venezuela.

Margalef, R. (1989). Ecología. Ediciones Omega, S. A. Barcelona. España. XV + 951 pp.

Miller, T.G. (2007). Ciencia Ambiental: Desarrollo sostenible: un enfoque integral. 8va Edición. Cengage Learning Latinoamérica. 323 pp.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



Molles, M.C. (2006). Ecología: Conceptos Y Aplicaciones. 1era Ed. España. Editorial Mc Graw Hill Interamericana. 672 pp.

NASA-NTSG Numerical Terradynamic Simulation Group Patrones de distribución de los valores de la PPN 2000-2003. University of Montana, Interdisciplinary Science Building Room 415, 32 Campus Drive, Missoula, Montana, 59812. <https://www.umt.edu/numerical-terradynamic-simulation-group/about/default.php>

Nebel, B. y Wright, R. (1999). Ciencias Ambientales: Ecología y Desarrollo Sostenible. 6ta Edición. México. Editorial Prentice Hall. 720 pp.

Orr, B.J., A.L. Cowie, V.M. Castillo Sánchez, P. Chasek, N.D. Crossman, A. Erlewein, G. Louwagie, M. Maron, G.I. Metternicht, S. Minelli, A.E. Tengberg, S. Walter, and S. Welton. (2017). Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality. A Report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn, Germany.

Purves, W. K.; Sadava, D.; Orians, G. H. y Heller, H. C. (2005). Vida. La Ciencia de la Biología. 6ta. Ed. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. XCII+1133 pp.

QGIS versión 2.18.24, <https://download.qgis.org/downloads/> y <https://www.qgis.org/es/site/forusers/download.html> (2023).

Hernández, R. (2017). Caracterización de la sequía a nivel semestral a partir del índice de precipitación estandarizada del periodo 1969-2017 (spi). INAMEH.

Trends.Earth - Guía del usuario, (2019). Actual Trends.Earth - Guía del usuario, Versión 2.1.8, Conservation International, 06 de febrero de 2023. 202pp. [https://docs.trends.earth/es/latest/for\\_users/preamble/index.html](https://docs.trends.earth/es/latest/for_users/preamble/index.html).



**II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA**  
“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



## Ponencias orales



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Susceptibilidad de *Plutella xylostella* (L.) a extractos acuosos de hojas de sauce llorón y eucalipto, bajo condiciones *in vitro*, en Norte de Santander.

<sup>1</sup>Cindy Vanessa Álvarez-Saldarriaga, <sup>2</sup>Humberto Giraldo-Vanegas

<sup>1</sup>Ingeniero Agrónomo. Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia,  
[cindi.alvarez@unipamplona.edu](mailto:cindi.alvarez@unipamplona.edu)

<sup>2</sup>Ingeniero Agrónomo PhD. Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia.  
[hungiva51@gmail.co](mailto:hungiva51@gmail.co). <https://orcid.org/0000-0002-0801-2714>

#### Resumen

#### Objetivo

Evaluar la toxicidad de dos extractos vegetales sobre larvas de *Plutella xylostella* (L.), bajo condiciones de laboratorio.

#### Metodología

Se utilizaron los extractos de hojas de sauce llorón y eucalipto en concentraciones (100.000mg/L), (75.000mg/L), (50.000mg/L) y (25.000mg/L) y un testigo. Diseño experimental completamente al azar; cada extracto con cinco concentraciones y cada concentración con 5 repeticiones y cada repetición con cinco larvas de *P. xylostella*. Para obtener la mortalidad de las larvas o la emergencia de adultos de la polilla, cada 12 horas durante el transcurso del ensayo. Los datos se analizaron con el Software SPSS y Tukey para determinar diferencias significativas entre los tratamientos. Para calcular la CL<sub>50</sub>, las concentraciones se transformaron a log<sub>10</sub> y las mortalidades a Probit, y con las mortalidades acumuladas de la hora de muerte se encontró el TL<sub>50</sub>, mediante Análisis de Regresión.

#### Resultados

La concentración de 100.000mg/L de extractos acuosos de hojas de sauce causó el 100% de mortalidad de larvas con diferencias significativas; la concentración 100.000mg/L de extractos de eucalipto con 80% de mortalidad; con diferencias significativas con las otras concentraciones. Las CL<sub>50</sub> determinadas fueron Sauce 46.250mg/L, para eucalipto 76.910mg/L, para matar al 50% de la población de larvas del bioensayo. Los TL<sub>50</sub> para los extractos de sauce en su concentración de 100.000mg/L fue de 61 horas, para los extractos de Eucalipto fue de 102 horas.

#### Conclusiones

Los extractos acuosos de sauce llorón puede ser una alternativa como control fitoquímico de *P. xylostella* en cultivos de Brassicaceae.

**Palabras clave:** polilla dorso de diamante, toxicidad, metabolitos secundarios, *Eucalyptus globulus*, *Salix humboldtiana*.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Caracterización del manejo de las enfermedades del plátano (*Musa Paradisiaca* L.) en fincas de pequeños agricultores del Municipio de Saravena, Arauca

**Juan Diego González Rojas**

Ingeniero Agrónomo en formación. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona.  
Colombia. [juan.gonzalez3@unipamplona.edu.co](mailto:juan.gonzalez3@unipamplona.edu.co)

**Leónides Castellanos González**

Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Colombia.  
[lclcastell@gmail.com](mailto:lclcastell@gmail.com), <http://orcid.org/0000-0001-9285-4879>

#### Resumen

##### Objetivo

Como parte de una práctica empresarial se desarrolló un trabajo con el objetivo de caracterizar el manejo realizado para las enfermedades causadas por los fitopatógenos en cultivos de plátano *Musa paradisiaca* en fincas de pequeños agricultores del municipio de Saravena, departamento de Arauca.

##### Metodología

El trabajo se realizó una investigación cuantitativa no experimental con la colaboración de la Asociación de Productores de Plátano del Sarare (ASOPLASA) del municipio de Saravena. Se aplicó al 68% de los asociados una encuesta para caracterizar a los agricultores, las fincas y los manejos que realizaban a las enfermedades del plátano.

##### Resultados

Entre los agricultores predominó el rango de edades de 40 a 49 años y el promedio en general era de 45 años. Las fincas de la Asociación no sobrepasan las 3 ha, las plantaciones de plátano son todas de la variedad Hartón, un 78,43% en monocultivo y en policultivos en un 21,56%, siendo el cultivo de mayor asociado el cacao. Las edades de 0 a 6 meses representaron un 47,05%, mientras que en el rango de 7 a 12 meses solo se presenta un 33,33%, mientras que las plantaciones establecidas en el rango de más de 12 meses estaban con las más baja proporción. Para el manejo de enfermedades el 11,22% de los agricultores implementan la desinfección de herramientas +, limpieza de herramientas + manejo de arvenses, un 3,7% emplean la desinfección de herramientas, + manejo de arvenses, un 3,2% la desinfección de herramienta + drenajes + manejo de arvenses, así como en menor proporción múltiples combinaciones de estos y otros manejos. Los funguicidas más utilizados para controlar las enfermedades son Mancozeb (64,7%), Mancozeb y Cal (19,6%), mientras que otros productos implementados por los agricultores son el Clorotalonil en un 5,88%, el Mancozeb y el Clorotalonil en un 3,92%.

##### Conclusiones

Se informan como enfermedades primarias del cultivo al Moko, Sigatoka negra y los nemátodos debido a su alta incidencia y pérdidas económicas, como secundarias la mancha por *Cordana* y la Punta de cigarro, y la pudrición por *Erwinia* como esporádica.

**Palabras clave:** variedad Hartón, sigatoka, moko, nemátodos, *Cordana*.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### **Caracterización morfológica arroz rojo en cultivos de arroz (*Oryza sativa* L.) en el municipio de Palermo, Huila.**

Jesús David Roldán Martínez<sup>1</sup>, Yesenia Carolina Cuellar Barrera<sup>2</sup>, Enrique Quevedo García<sup>3</sup>,  
Amanda Lucía Chaparro<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante, Programa Ingeniería Agronómica. Universidad de Pamplona, Colombia. Correo: [jesus.roldan2@unipamplona.edu.co](mailto:jesus.roldan2@unipamplona.edu.co); <sup>2</sup>Estudiante, Programa Ingeniería Agronómica. Universidad de Pamplona, Colombia. Correo: [yesenia.cuellar@unipamplona.edu.co](mailto:yesenia.cuellar@unipamplona.edu.co); <sup>3</sup>Docente, Departamento de Agronomía, Director Grupo de Investigación GIAS. Universidad de Pamplona. Correo: [enriuegarcia@unipamplona.edu.co](mailto:enriuegarcia@unipamplona.edu.co); <sup>4</sup>Docente, Programa de Ingeniería Química. Universidad de Pamplona. Correo: [achaparro@unipamplona.edu.co](mailto:achaparro@unipamplona.edu.co).

#### **Resumen**

#### **Objetivo.**

Caracterizar la diversidad de biotipos de arroz rojo en la zona de producción en campo de agricultores del municipio de Palermo del Departamento del Huila, Colombia.

#### **Metodología.**

La investigación fue de tipo cuantitativa observacional y se desarrolló en el municipio del departamento del Huila durante el primer semestre del 2023, se recolectaron 40 biotipos de arroz rojo de la zona sembrada con la variedad Clearfield. Un análisis de conglomerados jerárquicos se realizó para identificar grupos homogéneos de biotipos en función de alguna variable. Las variables recabadas fueron: altura de la planta, largo de la hoja bandera, ancho de la hoja bandera, largo de la panícula y ancho de la panícula.

#### **Resultados.**

En el análisis de conglomerado jerárquico y dendrograma para el municipio de Palermo del departamento del Huila, se encontraron 4 grupos de conglomerados diferentes, usando la variable discriminante altura de la planta, que se representó en el conglomerado 1, un 25% e indica plantas con altura menor a 100 centímetros, el conglomerado 2, representó un 25% de plantas con altura menor a 110 centímetros, y por último los conglomerados 3 y 4, representó en un 50 % de plantas entre 100 y 110 centímetros de altura, usando el análisis del dendrograma con el método de Ward a partir de la distancia Euclidiana entre los biotipos de arroz rojo.

#### **Conclusión.**

Las variables elegidas sirvieron para discriminar los grupos morfológicamente importantes de biotipos de arroz rojo del municipio de Palermo del departamento del Huila, para ser usados como herramienta en el manejo integrado de arvenses.

**Palabras claves:** Arroz rojo, Dendrograma, Biotipos, Conglomerado, Clearfield.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### **Determinación de factores que han incidido en el proceso de adopción de clones de cacao regionales FSV41 – TCS01 transferida a los cacaocultores del municipio de San Vicente de Chucurí, Santander.**

Jorge Andrés Castillo Acosta <sup>1</sup>, Enrique Quevedo García <sup>2</sup>, Elizabeth Rochel Ortega <sup>3</sup>.

<sup>1</sup>.Estudiante de Maestría en Extensión y Desarrollo Rural. Ingeniero Agrónomo. Universidad de Pamplona, Colombia. Correo: [jorge.castillo2@unipamplona.edu.co](mailto:jorge.castillo2@unipamplona.edu.co) .<sup>2</sup>Docente, Departamento de Agronomía, Director Grupo de Investigación GIAS. Universidad de Pamplona. Correo: [enriquegarcia@unipamplona.edu.co](mailto:enriquegarcia@unipamplona.edu.co); <sup>3</sup>Ingeniero Agrónoma. Magíster en Práctica Pedagógica. Profesional de Transferencia de Tecnología de AGROSAVIA. Universidad de Francisco de Paula Santander. Correo: [liz.rochel31@gmail.com](mailto:liz.rochel31@gmail.com)

#### **Resumen**

#### **Objetivo.**

Determinar los factores que inciden en el proceso de adopción de los clones de cacao regionales FSV41 y TCS 01, transferida a los cacaocultores en las veredas de Campohermoso y El Guadal del municipio de San Vicente de Chucurí - Santander, durante el período 2015 - 2020.

#### **Metodología.**

La investigación fue de tipo observacional, se llevó a cabo un estudio de adopción agronómica de clones de cacao regional mejorados, con los productores de cacao en las veredas de Campohermoso y Guadal del municipio de San Vicente de Chucurí, en el departamento de Santander, la muestra poblacional fue de 25 extensionistas y 22 productores que participaron en el estudio y que se encontraban ubicados en las respectivas veredas.

#### **Resultados.**

Entre los factores que inciden en el proceso de adopción de los clones de cacao regionales FSV41 y TCS01, se detectaron la baja relación de extensionistas por fincas y las visitas que realizan al año, también se encontró que el 48% están vinculados a FEDECACAO ( federación Nacional de Cacaoteros) , mientras que el resto están dispersos en entidades como Agrosavia, la Fundación Natura Colombia, la Nacional de Chocolates, el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, la Cooperativa Ecocacao y otros que son independientes. Así mismo, se encontró que el cargo que desempeñan es principalmente técnico de campo (36%) y mientras que el resto tienen asignadas labores como analista de compras y fomento agrícola, entre otras, también se encontró que el 16% de los encuestados identifica fácilmente el clon FSV 41, mientras que el 84% tiene la destreza para la identificación de los clones FSV 41 y TCS 01. En relación con lo anterior, no se encontraron extensionistas que solo manejen el clon TCS01 o que no tengan facilidad en la identificación agronómica de estos.

#### **Conclusión.**

Se identificó que hay factores favorables que inciden en el proceso de adopción de los clones de cacao regionales FSV41 y TCS01, los cuales se relacionan con la buena experiencia de los extensionistas y la demostración del método que emplean con los clones.

**Palabras claves:** Entidades, Theobroma, Extensión rural, técnico de campo, fomento agrícola.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Evaluación de la sostenibilidad del sistema de producción de papa en los municipios de Mutiscua y Cácuta, Norte de Santander

Javier Francisco Castellanos Martínez<sup>1</sup>, César Villamizar Quiñones<sup>2</sup>, Felipe Montealegre Bustos<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Maestrante de Extensión y Desarrollo Rural. Universidad de Pamplona. E-mail: [javier.castellanos@unad.edu.co](mailto:javier.castellanos@unad.edu.co), <https://orcid.org/0000-0002-5089-022X>

<sup>2</sup>Profesor Titular Universidad de Pamplona. E-mail: [csrvillamizar@unipamplona.edu.co](mailto:csrvillamizar@unipamplona.edu.co), <https://orcid.org/0000-0001-59377-5278>

<sup>3</sup>Investigador Master AGROSAVIA. E-mail: [fmontealegre@agrosavia.co](mailto:fmontealegre@agrosavia.co), <https://orcid.org/0000-0001-7757-6508>

#### Objetivo

Evaluar la sostenibilidad del sistema de producción de papa en los municipios de Mutiscua y Cácuta con los agricultores vinculados al proyecto “Investigación, vinculación y ampliación de la oferta tecnológica disponible para el mejoramiento productivo del cultivo de papa en los departamentos de Santander y Norte de Santander”

#### Metodología

Se trabajó en grupos focales de agricultores para la construcción del biograma por consenso mediante 21 indicadores, ponderados en escala de 0 a 10, para evaluar 7 variables: núcleo familiar, organización de las actividades económicas, buenas prácticas agrícolas, diversidad y sinergias, infraestructura y recursos, servicios, transferencia de tecnología.

#### Resultados

En Mutiscua, se obtiene una ponderación alta para las variables núcleo familiar con 29/30, servicios 28/30, diversidad y sinergias 25/30. Una ponderación media para organización de las actividades económicas 28/40, transferencia de tecnología 14/20, infraestructura y recursos 18/30. La ponderación para buenas prácticas agrícolas fue baja alcanzando 9/30. En Cácuta, la primera fue con una ponderación alta (25/30) se encontró para la variable diversidad y sinergias, una ponderación media para organización de las actividades económicas con 25/40. núcleo familiar y servicios con 19/30, por último, la ponderación fue baja para infraestructura y recursos 14/30, buenas prácticas agrícolas 11/30 y transferencia de tecnología 4/20.

#### Conclusiones

Se evidencian diferencias en las variables de sostenibilidad de la producción en los dos municipios. En ambos casos se observa que, las limitantes para el desarrollo de la sostenibilidad en el sistema de producción de papa, se destacan la no aplicación de las buenas prácticas agrícolas. Como fortaleza que contribuye a la sostenibilidad del sistema de producción de papa se destacan la diversidad y sinergias de la producción.

**Palabras clave:** papa, producción, sostenible.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Técnicas de conservación de suelos en un cultivo de haba (*Vicia faba* L.) en el municipio de Pamplona

Yanid Suárez<sup>1</sup>, Laura Briceño<sup>2</sup>, Laura Pérez<sup>3</sup>, Viviana Andrade<sup>4</sup>, Ruth Márquez<sup>5</sup>, Ana Francisca González-Pedraza<sup>6</sup>.

<sup>1,2,3,4,5</sup>Estudiante Programa Ingeniería Agronómica, Proyecto de Aula Asignatura Conservación de Suelos, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona. Correo: [dayissuarez1964@gmail.com](mailto:dayissuarez1964@gmail.com); [laurabricane741@gmail.com](mailto:laurabricane741@gmail.com); [lperezcalderon46@gmail.com](mailto:lperezcalderon46@gmail.com); [viviana.andade@gmail.com](mailto:viviana.andade@gmail.com), [runamava@gmail.com](mailto:runamava@gmail.com); <sup>6</sup>Docente, Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: [ana.gonzalez2@unipamplona.edu.co](mailto:ana.gonzalez2@unipamplona.edu.co)

#### Resumen

#### Objetivo

Evaluar diferentes técnicas de conservación sobre variables físicas de suelos y de crecimiento en un cultivo de haba (*Vicia faba* L.) en el municipio de Pamplona.

#### Metodología

En este estudio se evaluaron tres técnicas de conservación de suelos en un cultivo de haba en el municipio Pamplona, Norte de Santander. Se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado con cuatro tratamientos y cinco repeticiones en un área de 20,46 m<sup>2</sup>. Los tratamientos incluyeron suelo desnudo como control, abono orgánico humus de lombriz, cultivo asociado de haba con caléndula y cobertura muerta de cascarilla de arroz. Se midieron la humedad volumétrica y la resistencia mecánica a la penetración directamente en campo. Además, se evaluaron características del cultivo principal, como diámetro del tallo, altura de planta y número de hojas a diferentes días después de la siembra. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y, cuando fue significativo, se aplicó una prueba de comparación de medias de Tukey utilizando el paquete estadístico SPSS.

#### Resultados

De acuerdo con los resultados solamente se encontraron diferencias estadísticas en la HV a los 35 dds, siendo T2 el que presentó la menor humedad. La RMP también presentó diferencias ( $p < 0,05$ ) a los 35 dds, en donde T0 presentó el valor más alto mientras que T3 presentó el valor más bajo. A los 49 dds, también se encontraron diferencias siendo el cultivo asociado con los valores más altos. No hubo diferencias en la AP y en el DT en ninguno de los periodos evaluados, pero sí en el número de hojas a los 41 dds, siendo T3 (cascarilla) el que presentó un mayor NH.

#### Conclusiones

Se concluye que el humus y el cultivo asociado permitieron una humedad en el suelo más constante a lo largo del ensayo, mientras que la RMP fue mayor en el testigo. El uso de cascarilla de arroz influyó positivamente el número de hojas.

**Palabras clave:** propiedades físicas, asociación de cultivos, cascarilla de arroz, humus de lombriz, crecimiento del cultivo.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### **Caracterización de plantas adventicias asociadas a el cultivo de ciruelo japonés cv Horvin en Norte de Santander.**

Eduardo José Zambrano Angulo<sup>1</sup>, Edilson Rodrigo Lozano Amaya<sup>2</sup>, Enrique Quevedo García<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante, Programa Ingeniería Agronómica. Universidad de Pamplona, Colombia. Correo: [eduardo.zambrano@unipamplona.edu.co](mailto:eduardo.zambrano@unipamplona.edu.co); <sup>2</sup>Estudiante, Programa Ingeniería Agronómica. Universidad de Pamplona, Colombia. Correo: [edilson.lozano@unipamplona.edu.co](mailto:edilson.lozano@unipamplona.edu.co); <sup>3</sup>Docente, Departamento de Agronomía, Director Grupo de Investigación GIAS. Universidad de Pamplona. Correo: [enriquegarcia@unipamplona.edu.co](mailto:enriquegarcia@unipamplona.edu.co).

#### **Resumen**

##### **Objetivo.**

Caracterizar plantas adventicias asociadas a el cultivo de ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl) cv Horvin, en dos fincas productoras, una ubicada en el municipio de Pamplona y la otra ubicada en el municipio de Pamplonita (Norte de Santander).

##### **Metodología.**

La investigación fue un estudio de tipo observacional y cuantitativo, se llevó a cabo en dos fincas productoras de ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl) cv Horvin, ubicadas en dos municipios (Pamplona y Pamplonita), en el departamento de Norte de Santander. Primero se construyó la historia del lote en cuanto al uso de herbicidas y otros métodos de control.

Luego se realizó el muestreo en zig zag por área del cultivo (borde, calle y copa de cada cultivo) Posteriormente se realizarán los 100 lanzamientos que, al azar por zona y cultivos mayores de 10 años, las dos fincas seleccionadas son lo más homogéneas en cuanto a edad y manejo agronómico. Con base a los resultados de la densidad, frecuencia y cobertura se calcularon los índices fitosociológicos de diversidad, equidad, similitud, estructura.

##### **Resultados.**

En la investigación en el cultivo de ciruelo japonés se registraron un total de individuos de 10406, en un área de muestreo total de 600 m<sup>2</sup>, pertenecientes a 34 familias, 81 especies y 75 géneros. La especie con mayor dominancia en este estudio fue *Poa annua* L, en la finca N°2 en la zona de copa del árbol, con un IVI de 33.04 y una importancia relativa 11.01, esta especie estuvo presente en la mayoría de las zonas muestreadas de la finca N°2, hace parte de la familia Poaceae, que junto a la familia de las Asteraceae están en de primer lugar de las familias de las arvenses más importante del mundo.

##### **Conclusión**

Se concluye que la especie con mayor índice de valor de importancia ecológica fue *Poa annua*. Las familias botánicas más numerosas en especies fueron Asteraceae y Poaceae.

**Palabras claves:** *Poa annua*, copa del árbol, Poaceae, dominancia, importancia ecológica.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### **Evaluación del comportamiento agronómico de la mora uva (*Rubus floribundus* Kunth) en la vereda Cúnuba , Pamplona, Norte de Santander, Colombia**

Enrique Quevedo García<sup>1</sup>; Astrid Celeste Díaz Rodríguez<sup>2</sup>; Ana Francisca González-Pedraza<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Docente, Departamento de Agronomía, Director Grupo de Investigación GIAS. Universidad de Pamplona. Correo: enriquegarcia@unipamplona.edu.co. Astrid Celeste Díaz Rodríguez

Ingeniero Agrónomo Programa de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona, Colombia. e-mail: celeste.36.adr@gmail.com

<sup>3</sup>Docente, Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: [ana.gonzalez2@unipamplona.edu.co](mailto:ana.gonzalez2@unipamplona.edu.co). <http://orcid.org/0000-0002-4392-3724>

#### **Resumen**

##### **Objetivo**

Evaluar el rendimiento del cultivo y calidad de frutos de mora uva (*R. floribundus*) en el Municipio de Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

##### **Metodología**

Con el fin de evaluar el comportamiento agronómico de *Rubus floribundus* Kunth en Pamplona, Colombia, se llevó a cabo una investigación observacional de campo en las fincas Pararrayo (7°23'12,4" N; 72°41'9,2 W, 2800 msnm) y Arrayán (7°23'28,3 N; 72°41'12,2 W, 2700 msnm), donde se seleccionaron 15 plantas por finca. Las fases fenológicas: botón floral, floración, formación del fruto y maduración (BBCH), se registraron en 3 ramas/planta, durante 90 días. Se realizaron tres muestreos de 10 frutos/planta para la caracterización fisicoquímica del fruto [diámetro polar (DP) y ecuatorial (DE), masa fresca (MF), color (C), acidez iónica (AI), acidez total titulable (ATT), sólidos solubles totales (SST) y razón de madurez (RM)]. El rendimiento se registró con una frecuencia semanal (Pararrayo) y quincenal (Arrayán), durante 6 meses.

##### **Resultados**

El periodo de botón floral a cosecha fue 96 y 92 días, en Pararrayo y Arrayán, respectivamente; con menor tiempo en crecimiento del fruto en Pararrayo (12 días). En Arrayán los frutos registraron mayor valor para DE (17,1 mm), MF (5,5 g), ATT (0,97 %), SST (10,2 °Brix) y producción (362,92 kg; 75,87 frutos), mientras que en Pararrayo fue para DP (29,0 mm), AI (3,3) y RM (11,7 %).

##### **Conclusiones**

La mayor producción se registró en Arrayán durante el mes de agosto del 2022 (132 kg; 24.989 frutos). El ciclo productivo de *R. floribundus* fue más largo en comparación con otras especies de mora. En la finca Arrayán los frutos fueron de mejor calidad, sin embargo, la mayor RM se registró en la finca Pararrayo.

**Palabras clave** fenología, rendimiento, calidad, razón de madurez, escala BBCH.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Evaluación del efecto de *Trichoderma* spp. en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y sus enfermedades en el huerto de la Escuela Normal superior de Pamplona, Norte de Santander.

Ludis Marcela Cuadros Sanabria<sup>1</sup>, Leónides Castellanos González<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de ingeniería Agronómica, Semillero Agroecología, Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia Correo: [ludis.cuadros@unipamplona.edu.co](mailto:ludis.cuadros@unipamplona.edu.co). <sup>2</sup>Docente Facultad de Ciencias Agrarias. Director del Grupo GIATAS, Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia. Correo: [lclcastell@gmail.com](mailto:lclcastell@gmail.com)

#### Resumen

**Objetivo:** Evaluar el efecto de *Trichoderma* spp. sobre el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y el desarrollo de sus enfermedades en el huerto de la Escuela Normal superior de Pamplona, Norte de Santander.

**Metodología:** Se realizó una investigación con una parte no experimental cualitativa y otra experimental cuantitativa de corte longitudinal durante el desarrollo del ciclo del cultivo de lechuga. Se identificaron las principales enfermedades con su agente, después se realizó un estudio epidemiológico de la enfermedad dentro del cultivo. Paralelamente se produjeron diferentes lotes de un bioproducto a base de *Trichoderma* a partir de una cepa aislada anteriormente en la localidad. Se trabajó con un diseño de dos parcelas simples. En una se aplicó el tratamiento con el antagonista *Trichoderma* spp. y otra parcela se dejó como testigo. En ambas parcelas se evaluó la población lograda, el desarrollo del cultivo y la eficacia de dicho biológico frente a las enfermedades presentes. El muestreo se hizo a 50 plantas en zigzag, teniendo en cuenta el porcentaje de población y las variables morfológicas de las plantas (altura y número de hojas). Posteriormente se cuantificaron las variables de la enfermedad, incidencia, severidad y el Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE). Se realizaron gráficos comparativos entre los tratamientos.

**Resultados:** Se reconocieron enfermedades en el cultivo como: mildiu en lechuga *Bremia lactucae*, pudrición por *Rhizoctonia solani* y mancha por *Cercospora longissima*, las cuales fueron comparadas en el área bajo la curva evidenciando que el lote bajo tratamiento con el bioproducto a base de *Trichoderma* spp. obtuvo un porcentaje cero de enfermedad, mientras que las plántulas del lote testigo presentaron un porcentaje máximo de 8% para la enfermedad causada por el hongo *Bremia lactucae* y un porcentaje máximo de 10% de incidencia y 1,6% de severidad para la enfermedad causada por el hongo *Cercospora longissima*. En cuanto a la acción bioestimulante de *Trichoderma* spp. se observó que hubo mayor población, así como mayor número de hojas por planta y mayor altura relativa de plantas en la parcela tratada con el bioinsumo a base de *Trichoderma* spp.

**Conclusiones:** Se logró identificar tres enfermedades importantes en la lechuga como el mildiú en lechuga (*Bremia lactucae*), la mancha por *Cercospora longissima* y la pudrición radicular por *Rhizoctonia solani*. En cuanto al tratamiento con el bioproducto de *Trichoderma* spp., se obtuvieron menores incidencia, severidad y ABCPE en la parcela tratada, lo cual indica que el biocontrolador, produce efectos antagónicos contra estas enfermedades en el cultivo de lechuga, además de ayudar a mejorar el desarrollo y productividad de este.

**Palabras clave:** *Bremia lactucae*, biocontrolador, epidemiología, antagonista.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### **Caracterización morfológica y mortalidad causada por tres cepas locales de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) sobre el gusano cogollero del maíz, bajo condiciones *in vitro*, en Norte de Santander.**

Laura Alejandra Rueda-Adán<sup>1</sup>, Humberto Giraldo-Vanegas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero Agrónomo. Universidad de Pamplona, Colombia. [laura.rueda2@unipamplona.edu.co](mailto:laura.rueda2@unipamplona.edu.co)

<sup>2</sup>Ingeniero Agrónomo PhD. Universidad de Pamplona, Colombia. [humgiva51@gmail.co](mailto:humgiva51@gmail.co).  
<https://orcid.org/0000-0002-0801-2714>

#### **Resumen**

#### **Objetivo**

El objetivo de la investigación fue caracterizar morfológicamente y evaluar la mortalidad causada por tres cepas locales aislada de dos suelos agrícolas y una proveniente de suelo de bosque de pinos, de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) contra *Spodoptera frugiperda*, bajo condiciones *in vitro*.

#### **Metodología**

Se evaluó la CL<sub>50</sub> y el TL<sub>50</sub> de las tres cepas en concentraciones de 1x10<sup>4</sup>, 1x10<sup>6</sup>, 1x10<sup>8</sup>, 1x10<sup>10</sup>, 1x10<sup>12</sup> UFC/ml y un testigo absoluto sobre larvas neonatas. Un diseño al azar con seis tratamientos, cinco repeticiones, repetición con cinco larvas para cada una de las cepas. La mortalidad se evaluó cada 12 horas hasta la muerte de las larvas o la emergencia de adultos. Los datos fueron analizados por medio de Software SPSS y Pruebas Probit para calcular CL<sub>50</sub> y, con las mortalidades acumuladas y la hora de muerte se encontró el TL<sub>50</sub>, mediante Análisis de Regresión.

#### **Resultados**

Las cepas aisladas de suelos agrícolas y la cepa aislada de suelos de bosque de pinos presentaron características similares a bacilos del género *Bacillus* spp.; colonias color crema, borde irregular y redondeado, con apariencia de huevo frito. Con la morfología y la inclusión del cristal al lado de las esporas en las tres cepas estudiadas, se concluyó sean cepas de *B. thuringiensis*. Todas las concentraciones de las tres cepas causaron mortalidades superiores al 92% a larvas de *S. frugiperda*. Las CL<sub>50</sub> obtenidas, permiten afirmar que las tres cepas, exhiben un modo de acción insecticida pudiendo ser un recurso promisorio para el control de *S. frugiperda*. La concentración 1x10<sup>8</sup> de las tres cepas del bioensayo manifestaron TL<sub>50</sub> muy similares; siendo 56; 61 y 57 horas, respectivamente para las cepas.

#### **Conclusiones**

Las tres cepas se presentan como una excelente alternativa como controlador biológico de *S. frugiperda*, las cuales deben ser incluidas en futuros trabajos de investigación, pues matan al 50 % de la población entre el segundo y tercer día de su aplicación.

**Palabras clave:** *Spodoptera frugiperda*, bacteria entomopatógena, mortalidad, toxicidad aguda.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Evaluación de la actividad de *Lippia organoides* y *Lippia alba* en el control de *Phytophthora* sp. en *Theobroma cacao* L.

Diannefair Duarte Hernández<sup>1</sup>, Marcial Fuentes Estrada<sup>2</sup>, Rogerio Saavedra –Barrera<sup>3</sup>, Elena Stashenko<sup>4</sup>, Omar Domínguez Amorochó<sup>5</sup>, Enrique Quevedo<sup>6</sup>, Olimpo José García<sup>7</sup>

<sup>1, 5</sup>Federación Nacional de Cacaoteros (FEDECACAO), <sup>2, 3, 8</sup>Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad de Ibagué, <sup>4</sup>Docente, Programa de Ingeniería Química. Universidad de Pamplona. Correo: [achaparro@unipamplona.edu.co](mailto:achaparro@unipamplona.edu.co). <sup>6</sup>Docente, Departamento de Agronomía, Director Grupo de Investigación GIAS. Universidad de Pamplona. Correo: [enriquegarcia@unipamplona.edu.co](mailto:enriquegarcia@unipamplona.edu.co); <sup>7</sup>Research Center of Excellence CENIVAM, CIBIMOL, Universidad Industrial de Santander.

#### Objetivo

Evaluar el potencial antimicrobiano de dos aceites esenciales derivados de *Lippia Organoides* y *Lippia alba* contra *Phytophthora Palmivora* en cacao.

#### Metodología

Se empleó un diseño completamente al azar con 15 repeticiones para cada dosis y tratamiento en un estudio sobre el efecto inhibitorio de dos aceites esenciales, *Lippia Organoides* y *Lippia Alba*, contra *Phytophthora*. La evaluación se realizó mediante la técnica de envenenamiento del medio agar zanahoria, utilizando concentraciones de 5, 10, 50, 100 y 495  $\mu\text{L ml}^{-1}$  para ambos aceites, con un total de cinco dosis por aceite esencial. Se incluyeron dos testigos: uno positivo sin inhibidores y otro negativo con un fungicida químico. La medición del porcentaje de crecimiento micelial se hizo a través del diámetro de la colonia del patógeno en cada tratamiento, registrando los datos de inhibición en función de la tasa de crecimiento radial micelial del patógeno.

#### Resultados

***Lippia organoides*:** Los resultados para los tratamientos 3, 4 y 5 presentaron una fuerte inhibición sobre el crecimiento de *Phytophthora* sp., así como lo hizo el tratamiento 7 (control comercial). Por el contrario, los tratamientos 1 y 2, no presentaron un efecto considerable sobre la inhibición del crecimiento de *Phytophthora* sp., pues su crecimiento fue similar al del tratamiento 6 (control).

***Lippia alba*:** Los tratamientos 1, 2, 3, 4 y 5 a medida que fue aumentando la dosis, fueron disminuyendo su efecto inhibitorio, el cual, en contraste con el tratamiento 7, es muy bajo. Sólo el tratamiento 7 (control comercial) logró una correcta inhibición de *Phytophthora* sp. presentando diferencias significativas no sólo con el control (**T6**) sino con los demás tratamientos. El tratamiento control (**T6**), presentó diferencias significativas con los tratamientos 1, 2, 3 y 7. Si bien los tratamientos 1, 2 y 3 presentaron diferencias con el tratamiento 7 (control comercial), su efecto inhibitorio no es tan fuerte como el del tratamiento comercial.

#### Conclusiones

Los resultados obtenidos mostraron que el extracto de *L. organoides* tuvo la capacidad de inhibir el crecimiento micelial para las dosis intermedias y altas presentando una fuerte inhibición sobre el crecimiento de *Phytophthora Palmivora* en condiciones *in vitro*. En el caso del aceite de *L. alba* no se obtuvo ningún efecto inhibitorio, a medida que fue aumentando la dosis, fue disminuyendo su efecto, el cual fue evaluado en condiciones *in vitro*.

**Palabras clave:** *Phytophthora Palmivora*, cacao, aceites esenciales, inhibición, crecimiento micelial.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### De un cultivo del huerto a un producto del mercado: el caso de la arracacha en Cajamarca, Tolima y Mutiscua, Norte de Santander en Colombia

Maricel Piniero Castillo<sup>1</sup>, Alexandra Estefanía Fajardo Rojas<sup>2</sup>, Adriana del Pilar Bolaños Gómez.

<sup>1</sup>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA. Centro de investigación Nataima. Km. 9, vía Espinal – Ibagué, Espinal - Tolima, Colombia. Código postal 733529. Email: [mpiniero@agrosavia.co](mailto:mpiniero@agrosavia.co) (<https://orcid.org/0000-0002-3180-1121>); [fmontealegre@agrosavia.co](mailto:fmontealegre@agrosavia.co), <sup>2</sup>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA. Centro de investigación, Suiza, Km. 32, vía al mar, vereda Galápagos, Rionegro – Santander.

#### Resumen

**Objetivo:** Comprender la dinámica cultural, productiva y económica del cultivo de arracacha en los dos principales productores a nivel nacional a través de la visión y perspectiva de productores de ubicados en dichas zonas.

**Método:** Se realizaron entrevistas semiestructuradas, las cuales se analizaron luego de su transcripción palabra por palabra bajo diferentes áreas de interés, tales como sistema productivo, materiales de siembra, plagas y enfermedades, Cosecha/postcosecha y comercialización.

**Resultados:** Se identificaron las diferencias presentes en los sistemas productivos de arracacha del municipio de Mutiscua respecto a lo encontrado en el municipio de Cajamarca, siendo evidente el desarrollo que se tiene el departamento del Tolima respecto a Norte de Santander. Se encontraron aspectos importantes y relevantes a nivel cultural en el manejo, uso y destino del cultivo de arracacha en el municipio de Mutiscua. Es evidente la apropiación cultural que existe en las dos localidades del cultivo como un aspecto intrínseco a su zona y a su quehacer. El estudio arrojó un panorama muy completo del significado y manejo del cultivo en las dos localidades, se logró observar las dinámicas sociales y culturales que se tejen alrededor de un sistema productivo de generación en generación, por lo que sería ideal realizar estudios futuros para evidenciar el cambio o no de las dinámicas encontradas.

**Conclusiones:** Se presentan diferentes problemáticas de tipo agronómico, de comercialización y de postcosecha en el sistema productivo para lograr efectivamente un sustento digno para los productores que actualmente y por generaciones han mantenido este cultivo en sus predios.

**Palabras clave:** Apropiación cultural, generacional, entrevistas, cualitativo.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Efecto de diferentes técnicas de conservación de suelos en un cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.)

Yolbert Galvis<sup>1</sup>, Karen Torres<sup>2</sup>, Ana Salazar<sup>3</sup>, Jenny Correa<sup>4</sup>, Lucio Martínez<sup>5</sup>, Ana Francisca González-Pedraza<sup>6</sup>.

<sup>1,2,3,4,5</sup>Estudiante Programa Ingeniería Agronómica, Proyecto Aula Conservación de Suelos, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona. Correo: [yolbert.galvis@unipamplona.edu.co](mailto:yolbert.galvis@unipamplona.edu.co), [ana.salazar2@unipamplona.edu.co](mailto:ana.salazar2@unipamplona.edu.co), [karen.torres5@unipamplona.edu.co](mailto:karen.torres5@unipamplona.edu.co), [jenny.correa@unipamplona.edu.co](mailto:jenny.correa@unipamplona.edu.co), [lucio.martinez@unipamplona.edu.co](mailto:lucio.martinez@unipamplona.edu.co); <sup>6</sup>Docente, Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: [ana.gonzalez2@unipamplona.edu.co](mailto:ana.gonzalez2@unipamplona.edu.co).

#### Resumen

##### Objetivo

Evaluar el efecto de diferentes técnicas de conservación sobre propiedades físicas de suelos y variables en un cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB).

##### Metodología

Se llevó a cabo una investigación cuantitativa con un diseño experimental completamente aleatorizado y cuatro tratamientos en una parcela de 48,02 m<sup>2</sup>, dividida en cuatro subparcelas. Los tratamientos incluyeron cultivo asociado, cultivo testigo, cobertura muerta con cáscara de huevo y abono orgánico vermicompost. En cada parcela se evaluaron 20 plantas, midiendo variables del suelo como porcentaje de humedad volumétrica y resistencia mecánica a la penetración, así como variables del cultivo como altura de planta, número de hojas y diámetro del tallo a los 10, 20 y 30 días después de la siembra. Se realizaron análisis de varianza y pruebas de Tukey para comparar los tratamientos, utilizando el programa SPSS para los análisis estadísticos.

##### Resultados

No se observaron diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ) en las variables evaluadas entre tratamientos, sin embargo, la HV fue mayor en T3 en los tres tiempos evaluados. La RMP fue más alta a los 10 dds, siendo el T3 el que presentó el valor numérico más alto (2,02 kg/cm<sup>2</sup>) disminuyó a los 20 dds y luego aumentó, pero sin alcanzar los valores iniciales. Estos valores no superan los límites recomendados para esta variable. La altura de la planta fue mayor en el T3 (cáscara de huevo). El DP fue más alto en T1 y T3, con respecto a T2 y T4. El NH fue ligeramente mayor en T2 y T4 con respecto a T1 y T3.

##### Conclusiones

Aunque no se encontraron diferencias se observó un efecto positivo de la cáscara de huevo sobre la mayoría de las variables, especialmente en la HV y en las variables del cultivo, lo cual puede ser atribuido al aporte de calcio. Probablemente el poco tiempo de medición no permitió evidenciar un efecto significativo de las diferentes prácticas de conservación sobre el suelo y sobre la planta.

**Palabras clave:** humedad del suelo, cultivos asociados, cáscara de huevo, humus sólido, altura de la planta.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Curva epidemiológica de la septoriosis en el cultivo de apio en dos fechas de siembras del semestre 2022-A en el huerto de la Escuela Normal Superior de Pamplona Norte de Santander.

Doris Adriana Laiton Pineda<sup>1</sup>, Leónides Castellanos González<sup>2</sup>, Carmen Omaira Rozo García<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Ingeniero Agrónomo en formación. Universidad de Pamplona. Correo: [doris.laiton@unipamplona.edu.co](mailto:doris.laiton@unipamplona.edu.co); <sup>2</sup>Docente Facultad de Ciencias Agrarias. Director del Grupo GIATAS, Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia. Correo: [lclcastell@gmail.com](mailto:lclcastell@gmail.com), <http://orcid.org/0000-0001-9285-4879>; <sup>3</sup>Microbiólogo. MSc. Universidad de Pamplona. [omairaroz@unipamplona.edu.co](mailto:omairaroz@unipamplona.edu.co)

**Objetivo:** Valorar la curva epidemiológica de la septoriosis (*Septoria apiicola* Speng) en el cultivo de apio España (*Apium graveolens* L.) en dos fechas de siembras del semestre 2022-A en el huerto de la Escuela Normal Superior de Pamplona Norte de Santander

**Metodología:** La investigación se realizó en el semestre A y B del año 2022 en el huerto de la Escuela Normal Superior en Pamplona Norte de Santander (7°36'35" N -72°65'77" W). Se seleccionaron dos parcelas con dos fechas de siembra, marzo y abril de 2022, en las cuales se realizaron muestreos cada siete días cuantificando de incidencia, severidad de la septoriosis y Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE). Se tomó la información de la estación meteorológica ubicada en la Escuela Normal Superior y que es controlada por la IDEAM. Se realizaron los análisis de correlación y regresión correspondientes

**Resultados:** Tanto en la fecha de siembra de marzo como de abril del 2022 la septoriosis apareció en las parcelas de apio en la semana 4, alcanzando incidencias entre 76 % (abril) y 82 % (marzo) y severidades de 37,4 % (abril) y 49,2 % (marzo). Las curvas de incidencia y de severidad describieron trayectorias ligeramente más pronunciada para la fecha de siembra de abril que en marzo, sin embargo, las ABCPE de la incidencia y la severidad de marzo resultaron en valor numérico ligeramente superiores que las de abril, lo que se explica por la mayor duración del ciclo. El análisis de correlación de Pearson mostró correlación altamente significativa y positiva de la incidencia y la severidad con la edad del cultivo tanto para la fecha de siembra de marzo como de abril, pero no con las variables meteorológicas. En el análisis de regresión se obtuvieron valores de coeficiente de determinación R<sup>2</sup>, superiores a 0,88 entre la incidencia y la severidad del cultivo para el modelo lineal, cuadrático y logístico.

**Conclusiones.** La cercosporiosis describió curvas epidemiológicas de incidencia y severidad muy similares, con ABCPE también similares en las dos fechas de siembras, correlacionado con la edad del cultivo y no con las variables meteorológicas, adjuntándose en más de 88% de dependencia a modelos lineales, cuadráticos y logísticos.

**Palabras clave:** epidemiología, enfermedad fúngica, edad, lluvia, temperatura, humedad.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Distribución espacial de la textura de los suelos en una finca productora de mora

Yirley Mireya Morales Villamil<sup>1</sup>; Ana Francisca González-Pedraza<sup>2</sup>; Juan Carlos Rey<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante del Programa de Ingeniería Agronómica y del Semillero Sistemas de Producción Agropecuaria Sostenibles (SISPAS), Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona. Correo: [yirley.morales@unipamplona.edu.co](mailto:yirley.morales@unipamplona.edu.co). <sup>2</sup>Docente, Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: [ana.gonzalez2@unipamplona.edu.co](mailto:ana.gonzalez2@unipamplona.edu.co); <sup>3</sup>Docente Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Central de Venezuela, Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. República Bolivariana de Venezuela. [jcreyb@inia.gob.ve](mailto:jcreyb@inia.gob.ve)

#### Resumen

#### Objetivo

Determinar la distribución espacial de las fracciones de arena, limo y arcilla de los suelos de una finca cultivada con mora en el municipio Pamplona, Norte de Santander.

#### Metodología

El estudio se realizó en la finca Pararrayo, vereda Cunuba, municipio de Pamplona, Norte de Santander, ubicada en un paisaje de montaña a una altura promedio de 2800 msnm; cultivada con mora (*Rubus floribundus* Kunt). Se tomaron 26 muestras de suelo de 0-20 cm y 20-40 cm de profundidad. Las muestras fueron llevadas al laboratorio de suelos agrícolas de la Universidad de Pamplona donde se realizó el análisis textural con el método del hidrómetro. Se utilizó estadística descriptiva para obtener la media, coeficiente de variación, desviación estándar, valores máximos y mínimos. Se utilizó la interpolación por kriging para predecir los valores en los sitios no muestreados para lo cual se usó el Software SAGA 8.5.0 para elaborar los mapas de variabilidad espacial de la textura del suelo.

#### Resultados

De acuerdo con los resultados, la clase textural predominante de los suelos fue franco arenoso, con porcentajes de arena que oscilaron entre 66,54 % de 0-20 cm y 65,05 % de 20-40 cm de profundidad. El porcentaje de arcilla no superó el 16 % y el limo fue menor a 19 % en ambas profundidades. La fracción arena presentó la menor variación la cual estuvo asociada a una mayor desviación estándar de los datos, mientras que la arcilla presentó el mayor coeficiente de variación en la profundidad de 0-20 cm. Las partículas de arcilla, limo y arena se ajustan a un modelo teórico esférico con excepción de la arcilla en la profundidad 20-40 cm donde se ajusta al modelo Gaussiano. La arcilla y la arena presentaron una dependencia espacial fuerte ya que su porcentaje de dependencia se encuentra por debajo del 25 %, mientras que en el limo la dependencia es alta en la profundidad 0-20 cm y moderada de 20-40 cm, esto quiere decir que sus valores varían según la ubicación.

#### Conclusiones

La textura del suelo fue franco arenosa con valores promedios de contenido de arena superiores al 65 % en las dos profundidades evaluadas. La interpolación por Kriging Ordinario permitió predecir el valor de las variables en los sitios donde no se muestreó o donde la topografía del terreno no permitió hacer muestreo con un error de predicción muy bajo.

**Palabras clave:** variabilidad, kriging, dependencia espacial.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Equidad y caracterización socioeconómica de los productores de mora (*Rubus robustus*

#### C. Pres) en los municipios Pamplona y Pamplonita

Diana Catherine Gamboa Suarez<sup>1</sup>, Yury Maritza Rodríguez Vera<sup>2</sup>, Juan Carlos Escalante<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Egresada, Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: diana.gamboa2@unipamplona.edu.co; <sup>2</sup>Egresada, Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: diana.gamboa2@unipamplona.edu.co.; <sup>3</sup> Profesor Ocasional Tecnológico de Antioquia, Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas, Medellín. <https://orcid.org/0000-0003-0754-0774>

#### Resumen

##### Objetivo

Caracterizar los aspectos socioeconómicos, técnicos y/o productivos de los productores de mora (*Rubus robustus* C. Pres) en los Municipios de Pamplona y Pamplonita.

##### Metodología

La investigación desarrollada fue de tipo descriptiva, el diseño fue de campo no experimental ya que se basó en conceptos de investigaciones sobre las caracterizaciones socioeconómicas de los agricultores del sector rural. Se empleó como instrumento una encuesta que se aplicó aleatoriamente a 40 agricultores de ambos municipios. Los resultados obtenidos se tabularon y se representaron mediante gráficos según las estadísticas. Se realizó análisis DOFA para los resultados.

##### Resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos la mayoría de los agricultores cuentan con vías terciarias para sacar la producción a intermediarios, en el municipio de Pamplonita hay 2 veredas que presentan dificultades de carretera, ellos tienen camino de herradura desde su finca a la vía terciaria. El sustento económico en el hogar es entre el padre y la madre, su principal fuente de ingreso es la agricultura, la totalidad de los encuestados cuentan con acceso al agua. El cultivo de mora produce todos los meses del año, puede existir máxima o mínima producción. Presenta algunos problemas en los cambios climáticos, enfermedades y plagas causando pérdidas en la producción, no cuentan con una asociación que los asesore y que se encargue de sus cultivos. Disponen de varios canales de comercialización para vender sus productos.

##### Conclusiones

Finalmente se puede agregar que los agricultores no se encuentran con una economía estable ya que la producción de mora se ve afectada por los cambios de climas, enfermedades, plagas, y la variación de sus precios. Del análisis DOFA, podemos referir que una de las amenazas más latentes que presentan los agricultores del cultivo de mora son los efectos de la ola invernal, que les está generando pérdidas en la producción, motivado por el exceso de humedad en el suelo y conllevando al desarrollo de varias enfermedades que ocasionan la pudrición del fruto, daños en la flora, y pudrición en las raíces hasta lograr la muerte de la planta.

**Palabras clave:** equidad, nivel socioeconómico, productores, economía agrícola.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

"Impulsando la Transformación Agraria Sostenible" por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Efecto de diferentes prácticas de conservación sobre variables físicas de suelos y crecimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*)

Miguel Carvajal<sup>1</sup>, José Vera<sup>2</sup>, César Jaimes<sup>3</sup>, Sergio Meneses<sup>4</sup>, Oswel Villamizar<sup>5</sup>, Ana Francisca González-Pedraza<sup>6</sup>.

1,2,3,4,5 Estudiante Programa Ingeniería Agronómica, Proyecto Aula Conservación de Suelos, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona. Correo: [miguel.carvajal@unipamplona.edu.co](mailto:miguel.carvajal@unipamplona.edu.co), [jose.vera3@unipamplona.edu.co](mailto:jose.vera3@unipamplona.edu.co), [cesar.jaimes@unipamplona.edu.co](mailto:cesar.jaimes@unipamplona.edu.co), [sergio.meneses@unipamplona.edu.co](mailto:sergio.meneses@unipamplona.edu.co), [oswel.villamizar@unipamplona.edu.co](mailto:oswel.villamizar@unipamplona.edu.co).<sup>6</sup> Docente, Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: [ana.gonzalez2@unipamplona.edu.co](mailto:ana.gonzalez2@unipamplona.edu.co)

#### Resumen

#### Objetivo

Evaluar el efecto de diferentes prácticas de conservación de suelos sobre propiedades físicas del suelo y de crecimiento del cultivo de brócoli.

#### Metodología

Se llevó a cabo una investigación cuantitativa con un diseño totalmente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Se seleccionó una parcela de 50 m<sup>2</sup> (10 m x 5 m) que fue separada en cuatro subparcelas de 12,5 m<sup>2</sup> (2,5 m x 5 m) cada una. Los tratamientos evaluados fueron: a) cultivo Testigo (T1); b) abono orgánico ABOB (T2); c) cultivo asociado (T3) y d) cobertura muerta con cascarilla de arroz (T4). Las variables de suelos medidas fueron: porcentaje de humedad volumétrica (HV) y resistencia mecánica a la penetración (RMP). Las variables del cultivo medidas fueron: altura de planta (cm), número de hojas y diámetro del tallo (cm). Las mediciones se hicieron a los 8, 16 y 24 días después de la siembra. A los datos se les realizó estadística descriptiva y para comparar los tratamientos se desarrolló un análisis de varianza. Cuando hubo diferencias estadísticas se desarrolló la prueba de Tukey para la comparación múltiple de medias. Se usó el programa SPSS para los análisis estadísticos.

#### Resultados

Al realizar los análisis estadísticos solamente se encontró un efecto significativo del uso de la cobertura muerta con cascarilla de arroz (T4) sobre la humedad del suelo a los 16 dds en donde se evidenció una mayor humedad del suelo (43,22 %). En cuanto a las variables de crecimiento del cultivo se observó una altura de la planta significativamente más alta ( $p < 0,05$ ) con el uso del abono orgánico ABOB a los 24 dds.

#### Conclusiones

Se concluye que de las técnicas evaluadas en este estudio las que mejor efecto ejercieron sobre el suelo fue el uso de cascarilla de arroz la cual contribuyó a mantener una mayor humedad del suelo y el uso del abono orgánico influyó positivamente sobre el crecimiento de las plantas.

**Palabras clave:** humedad del suelo, asociación de cultivos, cascarilla de arroz, crecimiento del cultivo, abono orgánico.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### **Polinización en palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. Necesidad de más investigación.**

Yorjan Said Becerra Bravo<sup>1</sup>, Leónides Castellanos González<sup>2</sup>, Humberto Giraldo Vanegas<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Norte de Santander. Colombia. Ssayadi05@gmail.com , <https://orcid.org/0009-0000-0747-1348>. <sup>2</sup>Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Colombia. lclcastell.@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-9285-4879>. <sup>3</sup>Docente de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Colombia. humgiva51@gmail.co, <https://orcid.org/0000-0002-0801-2714>

### **Resumen**

#### **Objetivo**

Analizar la información existente sobre los tres tipos de polinización que se desarrollan en la palma de aceite y los polinizadores a nivel internacional y nacional con énfasis en los últimos 10 años.

#### **Metodología**

La presente monografía consistió en una revisión bibliográfica de los últimos 10 años, utilizando herramientas como revistas científicas, revisión de artículo científico, revisiones de libros, lectura crítica de las páginas oficiales de las universidades, entre otros. Se buscó la información relacionada con la polinización en palma de aceite y los polinizadores. Esto se realizó teniendo en cuenta que la información no debía ser mayor a 10 años desde su fecha de publicación.

#### **Resultados**

Se verifica que se ha avanzado en polinización asistida y natural en palma de aceite, así como en estudios de la biodiversidad de los polinizadores. Sin embargo, se están usando nuevas tecnologías para mejorar la polinización en las variedades comerciales. Por otro lado, no se evidencian estudios en Colombia y en Norte de Santander sobre la implementación de nuevas tecnologías con el empleo de atrayentes de polinizadores en este cultivo, lo cual conlleva a una falta de información sobre este tema por los agricultores.

#### **Conclusiones**

A pesar de las numerosas investigaciones realizadas para mejorar la polinización en palma de aceite existe necesidad de profundizar en las investigaciones sobre la biodiversidad de polinizadores y mejorar la eficacia de estos en las plantaciones del cultivo en Norte de Santander.

**Palabras clave:** Híbrido, kariomona, Kairomix, polinizadores.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

"Impulsando la Transformación Agraria Sostenible" por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Impacto de diferentes tratamientos sobre variables físicas de suelos y el cultivo de maíz

(*Zea mays* L.)

Alisson Parada<sup>1</sup>, Sara Céspedes<sup>2</sup>, Ana María Santos<sup>3</sup>, Elkin Gamboa<sup>4</sup>, Ana Francisca González-Pedraza<sup>5</sup>.

<sup>1,2,3,4</sup>Estudiante Programa Ingeniería Agronómica, Proyecto Aula Conservación de Suelos, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona. Correo: [alisson.parada@unipamplona.edu.co](mailto:alisson.parada@unipamplona.edu.co), [sara.cespedes@unipamplona.edu.co](mailto:sara.cespedes@unipamplona.edu.co), [ana.santos@unipamplona.edu.co](mailto:ana.santos@unipamplona.edu.co), [elkin.gamboa@unipamplona.edu.co](mailto:elkin.gamboa@unipamplona.edu.co).

<sup>5</sup>Docente, Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: [ana.gonzalez2@unipamplona.edu.co](mailto:ana.gonzalez2@unipamplona.edu.co);

#### Resumen

##### Objetivo

Evaluar el efecto de diferentes tipos de tratamientos sobre algunas variables físicas de los suelos y del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el Centro de Investigaciones en Sanidad y Vegetal de la Universidad de Pamplona.

##### Metodología

Con la finalidad de evaluar y estudiar el efecto de diferentes tratamientos sobre algunas propiedades físicas de los suelos cultivados con maíz (*Zea mays* L.) se llevó a cabo una investigación de campo a través de un experimento completamente al azar de cuatro tratamientos con cinco repeticiones cada uno. Para esto se demarcó un área de 3,2 m de largo por 5,87 metros de ancho (18,72 m<sup>2</sup>) en la que se seleccionaron cuatro parcelas de 1,25 m de ancho por 3,2 m de largo (4 m<sup>2</sup>). Los tratamientos aplicados fueron: i) suelo desnudo como control (T1); ii) cultivo asociado de maíz con frijol (T2); iii) abono orgánico a base de lombricompost (T3) y iv) cobertura muerta (T4). Se hicieron mediciones a los 23, 29 y 33 días después de la siembra (dds). Las variables de suelo que se midieron fueron: humedad volumétrica (%HV) del suelo con el uso de un medidor de humedad portátil; resistencia mecánica a la penetración (RMP, kg/cm<sup>2</sup>) con el uso de un penetrómetro de bolsillo; altura de la planta (AP, cm), número de hojas (NH) y diámetro del tallo (DT, cm). Se aplicó estadística descriptiva a los datos (media, valores máximos y mínimos, desviación estándar, coeficiente de variación). Se realizó un análisis de la varianza y cuando  $p < 0,05$  se aplicó una prueba de comparación de medias de Tukey. Se usó el paquete estadístico SPSS.

##### Resultados

La HV presentó diferencias ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos en los diferentes tiempos medidos, siendo T3 el que presentó la mayor humedad. Los valores de RMP fueron bajos y no hubo diferencias entre tratamientos. No hubo diferencias ( $p > 0,05$ ) en la AP y en el NH. El DT solamente presentó diferencias a los 29 dds, donde los valores más altos se presentaron en T1 y T2 y el menor valor correspondió a T4.

##### Conclusiones

El uso de lombricompost favoreció la humedad del suelo mientras que el tratamiento con los cultivos asociados generó un efecto positivo en el número de hojas en el cultivo principal, probablemente como una respuesta al efecto de la posible competencia de las plantas.

**Palabras clave:** conservación de suelos, humedad del suelo, crecimiento de la planta.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Efecto del tipo de fertilización sobre variables del suelo y del cultivo de sorgo forrajero

(*Sorghum vulgare Pers.*)

Nelson Enrique Rodríguez Ángel<sup>1</sup>; Josyhe Esteban Leal Parada<sup>2</sup>; Ana Francisca González-Pedraza<sup>3</sup>

<sup>1, 2</sup>Estudiante del Programa de Ingeniería Agronómica y del Semillero Sistemas de Producción Agropecuaria Sostenibles (SISPAS), Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona. Correo: [yirley.morales@unipamplona.edu.co](mailto:yirley.morales@unipamplona.edu.co). <sup>3</sup>Docente, Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: [ana.gonzalez2@unipamplona.edu.co](mailto:ana.gonzalez2@unipamplona.edu.co);

#### Resumen

##### Objetivo

Evaluar el efecto de dos enmiendas orgánicas y un fertilizante inorgánico sobre algunas variables fisicoquímicas del suelo y agronómicas y productivas del cultivo de sorgo forrajero (*Sorghum vulgare Pers.*).

##### Metodología

El estudio se llevó a cabo en la Granja Experimental Villa Marina. Se realizó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Se seleccionó un área experimental de 150,33 m<sup>2</sup> que se dividió en cinco bloques de 16 m x 1,61 m (25,76 m<sup>2</sup> cada bloque). Los tratamientos fueron: T1 = sin fertilización; T2 = abono orgánico Dicomagro a base de gallinaza, caprinaza, roca fosfórica y polihalitha; T3 = lombricompost producido en la granja Villa Marina; T4 = fertilizante inorgánico 15-15-15. Las variables de suelo evaluadas fueron: textura, humedad, densidad aparente, densidad real, porosidad, resistencia a la penetración, pH, conductividad eléctrica y carbono orgánico total. Las variables del cultivo evaluadas fueron: altura de la planta (AP), número de nudos por planta (NNP), número de hojas por planta (NHP), peso de las hojas (PH), peso del tallo (PT), peso por planta (PP), peso por parcela (PPA) fueron evaluados a los 84 dds. Las mediciones se realizaron los días 24, 54 y 84 después de la siembra (dds). Se aplicó un análisis de varianza de una vía, cuando este fue significativo ( $p < 0,05$ ) se aplicó una prueba de comparación de medias de Tukey. Se utilizó el paquete estadístico SPSS de Windows.

##### Resultados

Los suelos son franco arenoso. No se encontraron diferencias estadísticas en la mayoría de las variables de suelo analizadas excepto para la densidad aparente donde T1 presentó un valor más alto que el resto de los tratamientos y el pH el cual fue significativamente más alto ( $p < 0,05$ ) en T2 a los 24 dds con respecto al resto de tratamientos. Se encontró diferencias estadísticas en T4 con respecto a T1 y T3, mientras que fue similar a T2. El NNP no presentó diferencias estadísticas entre tratamientos. Al igual que AP, el PH y el PP en T4 fue estadísticamente mayor con respecto a T1 y T3, mientras que fue similar a T2. Entre T1, T2 y T3 no se observaron diferencias. El PT fue mayor ( $p < 0,05$ ) en T4 con respecto al resto de los tratamientos mientras que el PPA no presentó diferencias entre tratamientos.

##### Conclusiones

Se evidenció un efecto positivo de los abonos orgánicos sobre las variables del suelo y del cultivo, especialmente el uso del abono Dicomagro.

**Palabras clave:** abonos orgánicos, propiedades físicas de los suelos, propiedades químicas, crecimiento de las plantas.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Uso sostenible de los recursos naturales en los sistemas de producción agropecuaria en Colombia desde los principios agroecológicos

Belkys Zulay Hernández Cárdenas

Trabajadora Social, Especialista en Familia, Magíster Derechos Humanos, Doctorando en Administración de Negocios Sostenibles de la Universidad Centro Panamericanos de Estudios Superiores de México. Correo: [zulayhc23@gamil.com](mailto:zulayhc23@gamil.com)

#### Resumen

**Objetivo:** Revisar el papel del Estado colombiano en la implementación de principios agroecológicos en los sistemas de producción agropecuario.

**Metodología:** Este estudio de investigación corresponde a un diseño metodológico cuantitativo y se argumenta desde el alcance descriptivo en donde se diagnostica el estado actual del uso sostenible de los recursos naturales en los sistemas de producción agropecuaria en Colombia desde los principios agroecológicos, desde un alcance descriptivo, desea precisar factores dentro de un contexto de una realidad. Este estudio de investigación científica está fundamentado desde un “registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos donde busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier elemento en el cual es indispensable resaltar la obtención de datos y la contextualización del ambiente.

**Resultados:** Esta mirada teórica de este estudio descriptivo parte de un sistema productivo relacionada con la sostenibilidad de los grandes, pequeños productores y entidades gubernamentales de Colombia; por consiguiente las acciones relevantes en las prácticas de agricultura deben estar fundamentado en un pensamiento crítico basada en la educación ambiental ya que existe una estrecha relación social; por tanto este pensamiento crítico y la educación ambiental va generar en la sociedad general una transformación ambiental donde el sector rural pequeños, grandes productores y el estado colombiano afianzarán su pensamiento crítico con la ejecución, monitoreo y evaluación de todas las políticas.

**Conclusiones:** Se buscó especificar propiedades y características del fenómeno a partir del sometimiento interpretativo basado desde un estudio descriptivo; asimismo desde las condiciones sociales, económicas y ecológicas que se alcanzaron a través del análisis documental y bases de datos bibliográficos, actualmente relacionar las políticas públicas adoptadas por el estado colombiano relacionadas con la producción agropecuaria sostenible y la conservación de los recursos naturales el cual se sustenta que en el sector agropecuario en Colombia juega un papel muy importante en el desarrollo del crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB), de dicho lo anterior es preciso mencionar la variable dependiente, tan importante como las políticas nacionales de apoyo a la agroecología ya que es un factor importante en la permanente alternativas, a que se debe dar a la población rural en su sostenibilidad, aumentar y mejorar la producción, sino también limitar su impacto en el medio ambiente.

**Palabras clave:** sostenibilidad, pequeños productores, políticas publica, principios agroecológico, sector agropecuario



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### **Restauración de suelos degradados mediante el uso de abono orgánico fermentado tipo bokashi en la finca los Acacios del municipio de Pamplona, Norte de Santander**

Díaz-Cárdenas María Mónica<sup>1</sup>, Delgado-Rodríguez Jesús Ramón<sup>2</sup>, Rivera María Esther<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Egresada, Programa de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: maria.diaz7@unipamplona.edu.co, Grupo de Investigación GIAAS. <sup>2</sup>Docente, Programa de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingenierías y Arquitectura. Grupo de Investigación GIAAS, Universidad de Pamplona. Vía Bucaramanga Km 1, Pamplona. Norte de Santander jramondr@unipamplona.edu.co. <sup>3</sup>Docente, Programa de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingenierías y Arquitectura. Grupo de Investigación GIAAS. Universidad de Pamplona. vía a Bucaramanga Km 1, Pamplona, Norte de Santander. maes@unipamplona.edu.co, Semillero de Investigación GIAAS.

#### **Resumen**

**Objetivo** Realizar análisis del suelo para formular la recuperación mediante el uso de abono orgánico fermentado tipo Bokashi.

**Metodología** Para la caracterización física se realizaron 15 apiques y se tomaron muestras compuestas para ensayos de granulometría, textura; ensayos químicos del horizonte A (Materia orgánica, P, Ca, Mg, Na, K, Al y % N total, Fe, Mn, Zn, B). De igual manera, se analizó respiración basal, conteo de hongos y bacterias a nivel general. Para determinar la calidad del suelo se utilizó la metodología de Indicadores e índices de calidad del suelo. Para obtener el abono orgánico se siguieron las recomendaciones dadas por la FAO. Se utilizó un gpsmap Garmin 79S; las curvas de nivel fueron obtenidos a partir de un vuelo de dron Autel Evo 2 Pro 6K a una altura de 200 m. El procesamiento se realizó mediante software Agisoft metashape profesional y plataforma SIG.

**Resultados** Se encontró que el área de estudio tiene 13 ha, con suelos en los que predomina una textura franco-arcillosa a arenosa, y una granulometría con tendencias a areno arcillosa a limosa, con presencia de gravas. Se determinó que la zona de pasto de corte menores índices de calidad del suelo. Los análisis químicos del Bokashi presentan un pH de 8.65, Carbono orgánico de 34.78%, N total de 5.10%, indicando que son adecuados para la restauración de suelos.

#### **Conclusiones**

Los suelos en la finca los Acacios presentaron niveles muy bajos en el porcentaje de materia orgánica y nutrientes sobre todo para los pastos de corte, pastos kikuyo y la zona de restauración. Lo que puede deberse al grado de pendiente de cada zona, porque para las zonas de bosque y cultivo de papa tuvieron valores un poco más elevados.

**Palabras clave:** Restauración, Abono orgánico, Bokashi, Índice de calidad, Modelo de elevación digital.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Alternativas para la mitigación de las pérdidas de nitrógeno en la urea

Jhorman Andrey Luna C.<sup>1</sup>, Leónides Castellanos González<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero Agrónomo, Programa de Maestría en Ciencias Agrarias, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona, Tel: 5685303 (ext. 140) e-mail: Jhorman.lunajho@unipamplona.edu.co

<sup>2</sup>Docente Facultad de Ciencias Agrarias. Director del Grupo GIATAS, Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia. Correo: [lclcastell@gmail.com](mailto:lclcastell@gmail.com), <http://orcid.org/0000-0001-9285-4879>

#### Resumen

##### Objetivo

La presente investigación tuvo como objetivo realizar una búsqueda actualizada de la información científica existente sobre las alternativas para la mitigación de las pérdidas de nitrógeno cuando se aplica urea.

##### Metodología

Se realizó una búsqueda bibliográfica durante el primer semestre de 2023 y se seleccionaron aquellos documentos que contuvieran información acerca de las causas de la pérdida de nitrógeno, su impacto ambiental y los inhibidores asociados a la urea.

##### Resultados

Se han propuesto prácticas de manejo de los cultivos que buscan mitigar las pérdidas de nitrógeno, pero en muchos casos no han logrado el objetivo. En los últimos años se han desarrollado inhibidores para disminuir los procesos de volatilización en forma amoniacal con triamida N-(n-butyl) tiosfórica NBPT y para reducir el proceso de nitrificación, como la diciandiamida (DCD), la cual se ha empleado con éxito en 25 cultivos, disminuyendo las pérdidas de N entre un 20 y 25%. Sin embargo, su uso se ha limitado a la palma de aceite en cuatro países: Malasia, Indonesia, Tailandia y muy incipientemente en Colombia. Aunque la DCD se ha estudiado en el país, no se tienen resultados científicos en Norte de Santander, lo que indica la necesidad de realizar más investigaciones en diferentes sistemas de cultivo y condiciones de suelo variadas.

##### Conclusiones

Los nuevos avances tecnológicos imponen profundizar en las investigaciones para mitigar las pérdidas de nitrógeno por medio de moléculas inhibidora. La efectividad de la DCD puede estar limitada por factores bióticos, abióticos y agronómicos, por lo que se plantea que es útil en suelos arcillo-húmicos, siendo de gran importancia realizar investigaciones con esta en los cultivos de palma de aceite en Norte de Santander.

**Palabras clave:** Nutrición vegetal, lixiviación, volatilización, nitrificación e inhibidores de nitrificación.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Principales plagas presentes en pastizales en fincas de pequeños productores de Pamplona, Norte de Santander

Lucio Daniel Cárdenas Yáñez<sup>1</sup>, Leónides Castellanos González<sup>2</sup>, Alfonso Capacho Mogollón<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Lic. en Biología-Química. PhD. Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia. [luciodaniel77@gmail.com](mailto:luciodaniel77@gmail.com), <sup>2</sup>Docente Facultad de Ciencias Agrarias. Director del Grupo GIATAS, Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia. Correo: [lclcastell@gmail.com](mailto:lclcastell@gmail.com), <http://orcid.org/0000-0001-9285-4879>, <sup>3</sup>Docente Departamento de Zootecnia. Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia, correo: [aecapachounipamplona.edu.co](mailto:aecapachounipamplona.edu.co)

#### Resumen

#### Objetivo

Determinar la presencia de las principales plagas presentes en los pastos de diez fincas de Pamplona.

#### Metodología

La investigación se desarrolló en 10 fincas de pequeños agricultores que cultivan pastos en el Municipio de Pamplona. En cada finca se muestreó una hectárea durante tres muestreos (marzo, abril y mayo de 2023). Se tomaron diez unidades muestrales de 1m<sup>2</sup> para la determinación y conteo de insectos plagas, mientras que un muestra con los síntomas de las enfermedades fue enviada al laboratorio del ICA para evidenciar la presencia de microorganismos de interés fitopatológico.

#### Resultados

Los resultados obtenidos demostraron que las principales plagas de las fincas eran según su nivel de incidencia las babosas con un 58,97%, seguido del salivazo o mión de los pastos (*Deois* sp.) con el 36,76%, el gusano cogollero presentó un 4,30% de incidencia, mientras que el *Mocis* sp. presentó un 2,15 %. Entre los fitopatógenos se evidenció la presencia de la bacteria *Pseudomonas* sp. en el 24,20 % de las muestras, *Fusarium* sp. 24,20 %, *Curvularia* sp. 10,49 %, mientras que con menos de 10 % de frecuencia se reportó a *Alternaria* sp (9,68 %), *Colletotrichum* spp (8,88 %), *Pythium* spp (8,07 %), *Bipolaris* sp. (6,46 %). Se precisa de continuar los muestreos para verificar las condiciones que favorecen a las plagas en general y cuales especies de pastos se afectan más con las babosas los insectos y los diferentes patógenos.

#### Conclusiones

Las plagas de mayor incidencia fueron las babosas y el salivazo, mientras que los patógenos con mayor frecuencia de presencia fueron *Pseudomonas* sp. *Fusarium* sp. *Curvularia* sp.

**Palabras clave:** pastos, insectos, babosa, bacterias y hongos patógenos, incidencia



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Caracterización de familias de plantas forestales presentes en fincas productoras de diez municipios de Boyacá

García-Carvajal, Yamit<sup>1</sup>; Hormaza Martínez, Paola Andrea<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero Agrónomo. Especialista. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona. Colombia. Correo: [yamit.garcia@unipamplona.edu.co](mailto:yamit.garcia@unipamplona.edu.co) Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6171-837X>.

<sup>2</sup>Ingeniero Agrónomo. PhD. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona. Colombia. Correo: [paola.hormaza@unipamplona.edu.co](mailto:paola.hormaza@unipamplona.edu.co) Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0156-9955>

#### Resumen

##### Objetivo

Caracterizar las familias de forestales presentes en fincas productoras de los municipios de Aquitania, Belén, Busbanzá, Cómbita, Garagoa, Jenesano, Panqueba, Pesca, Soata y Tibasosa, Boyacá

##### Metodología

Consistió en evaluar 12 fincas en 10 municipios de Boyacá y realizar el reconocimiento de especies arbóreas en un área delimitada de cada finca (1,0 ha), determinando la cantidad de especies arbóreas y arbustivas presentes. los individuos se identificaron usando nombres comunes, fotografías y datos de los rasgos distintivos para ser comparados con claves dicotómicas y descriptores de flora de Boyacá. Posteriormente, se realizó un análisis descriptivo para determinar la presencia del total de especies por municipio.

##### Resultados

En la zona de estudio se referenciaron 36 familias, 72 géneros, 705 especies, 2241 individuos, donde se resaltan las familias Mirtaceae, Betulaceae, Pinaceae, y Rosaceae con un mayor número de especies. Para el caso de las familias con más géneros están Rosaceae, Mirtaceae, Asteraceae y Fabaceae. Por otro lado, las familias Mirtaceae, Pinaceae, Rosaceae y Betulaceae presentan un mayor número de individuos. En los municipios, se tiene la familia con mayor número de individuos esta Mirtaceae, es la representativa en los municipios de Aquitania, Belén, Busbanzá, Cómbita, Garagoa, Jenesano, Pesca y Tibasosa, seguido por Primulaceae en Soatá y Saxifragaceae en Panqueba.

##### Conclusiones

Las familias representativas de la zona de estudio fueron Mirtaceae, Betulaceae, Pinaceae y Rosaceae presentando más de 50 individuos. La mayor cantidad de géneros en las familias Solanaceae, Ateraceae y Rosaceae en los municipios analizados. Los municipios con mayor número de géneros por familia están en Pesca, Tibasosa con 6 géneros y Combita con 5 respectivamente. El 70 % de los municipios muestreados, la población rural utiliza las especies encontradas como maderables y 30 % utilizan las especies como Conservación, Cercas vivas, Restauración ecológica, entre otros.

**Palabras clave:** Forestales, arbustos, Boyacá



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Captura e identificación de microorganismos eficientes en la Bioaula del programa de Zootecnia, en Villa del Rosario

José Javier Mendoza Vega<sup>1</sup>; Karen Juliana Santiago Rodríguez<sup>2</sup>; Juan Carlos Sepúlveda<sup>3</sup>; Ester Amparo Jaimes Cañas<sup>4</sup>; César Villamizar Quiñonez<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Zootecnia Universidad Correo: jose.mendoza22@unipamplona.edu.co de Pamplona, Villa del Rosario, Colombia. <sup>2</sup>Estudiante de Zootecnia Universidad de Pamplona, Villa del Rosario, Colombia, correo: [karen.santiagokar@unipamplona.edu.co](mailto:karen.santiagokar@unipamplona.edu.co); <sup>3</sup>Estudiante de Zootecnia Universidad de Pamplona, Villa del Rosario, Colombia. Correo: [juan.sepulveda@unipamplona.edu.co](mailto:juan.sepulveda@unipamplona.edu.co), <sup>4</sup>Microbióloga, Esp. Universidad de Pamplona, Villa del Rosario, Colombia. Correo: [ester.jaimes@unipamplona.edu.co](mailto:ester.jaimes@unipamplona.edu.co), <sup>5</sup>Ingeniero Agrónomo, MSc. Universidad de Pamplona, Villa del Rosario, Colombia Correo: [csvillamizar@unipamplona.edu.co](mailto:csvillamizar@unipamplona.edu.co), <https://orcid.org/0000-0001-59377-5278>

#### Resumen

#### Objetivo

Capturar e identificar microorganismos eficientes en la Bioaula del programa de Zootecnia, en Villa del Rosario

#### Metodología

El desarrollo del trabajo contempló las siguientes etapas: 1. Captura de microorganismos, mediante trampas con arroz semicocido, recolección de hojarasca y suelo de diferentes sitios de la Bioaula, con mayor y menor intervención antrópica. 2. Identificación de microorganismo. Comprende la purificación de las cepas, el aislamiento y el desarrollo de colonias. La identificación se realizó mediante microscopía y con tinción con azul de Lactofenol y se observó la morfología macroscópica para identificar el microorganismo según las estructuras.

#### Resultados

Por medio de los procesos realizados se lograron aislar microorganismos, en este caso hongos de diferentes géneros: *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Trichoderma*, *Rizoides* y *Penicillium*, identificados según su morfología macroscópica y microscópica. Se espera que esta experiencia sea el inicio de un proceso de mediano y largo plazo que permita mejorar la oferta tecnológica de microorganismos eficientes nativos básicos para recuperar la salud de los suelos y promover la resiliencia de los agroecosistemas en esta región.

**Palabras clave:** Microorganismos, Agroecología, Bioaula, Remediación, Benéficos, Antrópico



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

"Impulsando la Transformación Agraria Sostenible" por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Índices de sequía agrícola en la quebrada Batagá, del municipio de Pamplonita, Norte de Santander

Yeris Estefanía Milla<sup>1</sup>, María Esther Rivera<sup>2</sup>, Jesús Ramón Delgado Rodríguez<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante del programa de ingeniería Ambiental. Semillero SIAAS. Facultad de Ingenierías y Arquitectura. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo electrónico: [yeris.millan@unipamplona.edu.co](mailto:yeris.millan@unipamplona.edu.co). <sup>2</sup>PhD, Docente de Planta de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingenierías y Arquitectura. Grupo de Investigaciones GIAAS. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: [maes@unipamplona.edu.co](mailto:maes@unipamplona.edu.co). <sup>3</sup>MSc Docente de Planta de ingeniería Ambiental. Facultad de Ingenierías y Arquitectura. Grupo de Investigaciones GIAAS. Universidad de Pamplona. Correo: [jramondr@unipamplona.edu.co](mailto:jramondr@unipamplona.edu.co)

#### Resumen

#### Objetivo

Calcular índices de sequía agrícola, índice estandarizado de sequía agrícola (asPI) e índice de sequía de reconocimiento efectivo (erDI) en la quebrada Bataga del municipio de Pamplonita-Norte de Santander.

#### Metodología

Se descargaron datos hidrometeorológicos de precipitación y temperatura de la plataforma NASA POWER para determinar los índices de sequía agrícola asPI y erDI, por medio del software libre DrinC, donde se requirieron variables de entrada de Evotranspiración potencial (ETP) y precipitación efectiva (Pe). Los resultados obtenidos, se exportaron al software Excel donde se realizan las gráficas del comportamiento y se clasificaron de acuerdo con la clasificación para sequias propuesta por la organización meteorológica mundial (OMM).

#### Resultados

Al obtener los resultados de los índices a una escala temporal de 12, 6 y 3 meses para una serie histórica de 41 años, desde 1981 hasta 2021, se determinó que en la zona de la Quebrada Batagá, en la década de 1980 y 1990 se presentaron episodios que se mantuvieron moderadamente húmedos y normales, coincidiendo con los registros de las épocas de lluvias. A partir del año 2001, se empiezan a registrar episodios de sequias severas, modernamente secas y normales, pero en el año 2019 hasta el 2021 se presentaron episodios que registraron sequias extremas, especialmente para año 2021.

#### Conclusiones

El enfoque práctico y sencillo del software que se empleó permite calcular índices con pocos requisitos para evaluar épocas de sequias en zonas agrícolas, con una alta vulnerabilidad, en especial el índice asPI que reemplaza la precipitación total por la precipitación efectiva, la cual describe el agua total que puede ser aprovechada por las plantas, gracias a esto se puede realizar un seguimiento más efectivo a los cultivos agrícolas, y mejorar la idoneidad de los resultados.

**Palabras clave:** AsPI, erDI, Sequias, Agricultura.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Curva epidemiológica de la cercosporiosis en el cultivo de acelga en el huerto de la Escuela Normal Superior de Pamplona

Brayham Jhayr Rodríguez Moreno<sup>1</sup>, Leónides Castellanos González<sup>2</sup>, Carmen Maira Roza García<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Ingeniero Agrónomo en formación. Universidad de Pamplona. <sup>2</sup>Docente, Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: lcastell@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-9285-4879>, <sup>3</sup>Microbiólogo. MsC. Universidad de Pamplona. Correo: omairaroz@unipamplona.edu.co

#### Resumen

##### Objetivo

Valorar la curva epidemiológica de la cercosporiosis (*Cercospora beticola* Sacc.) en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. sub ciclo), en dos fechas de siembras del semestre 2023-A en el huerto de la Escuela Normal Superior de Pamplona Norte de Santander

##### Metodología

La investigación se realizó en el semestre A del año 2023 en el huerto de la Escuela Normal Superior en Pamplona Norte de Santander (7°36'35" N -72°65'77" W). Se seleccionaron dos parcelas con dos fechas de siembra, febrero y marzo de 2023, en las cuales se realizaron muestreos cada siete días cuantificando de incidencia, severidad de la cercosporiosis y Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE) hasta que se inició la cosecha en la semana 8. Se tomó la información de la estación meteorológica ubicada en la Escuela Normal Superior y que es controlada por la IDEAM. Se realizaron los análisis de correlación y regresión correspondientes.

##### Resultados

Tanto en la fecha de siembra de febrero como de marzo del 2023, la cercosporiosis apareció en las parcelas de acelga en la semana 3, alcanzando incidencias de 100%, pero severidades que no sobrepasaron el 25 %. Las curvas de incidencia y de severidad de la enfermedad describieron trayectorias con ligeras desviaciones hasta el momento de la cosecha en la semana 8, con ABCPE ligeramente superiores en número para la siembra de marzo. El análisis de correlación de Pearson mostró correlación altamente significativa y positiva de la incidencia y la severidad con la edad del cultivo, tanto para la fecha de siembra de febrero como de marzo, pero no con las variables meteorológicas. En el análisis de regresión se obtuvieron valores de coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>), significativos entre la incidencia y la severidad y la edad del cultivo para el modelo lineal, cuadrático y logístico en la fecha de siembra de febrero, pero solo para los modelos lineal y cuadrático para la fecha de marzo. No se presentó diferencia estadística para la incidencia y severidad entre las dos fechas de siembra.

##### Conclusiones

Las curvas epidemiológicas de la cercosporiosis en acelga tuvieron ligeras diferencias en las dos fechas de siembras en estudio, reflejado en las ABCPE y los modelos de regresión de mejor ajuste, aunque no hubo diferencia estadística entre la incidencia y la severidad, y solo correlacionaron estas variables con la edad del cultivo y no con las variables meteorológicas en ambas fechas de siembra.

**Palabras clave:** *Beta vulgaris* epidemiología, enfermedad fúngica, edad, lluvia, temperatura, humedad.



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Silicio como mitigador de los estreses bióticos y abióticos en las plantas

Dilier Olivera Viciado<sup>1,2</sup>, Anderson de Moura Zanine<sup>2\*</sup>, Daniele de Jesus Ferreira<sup>2\*\*</sup>, Guilherme Ribeiro Alves<sup>3</sup>, Rosane Cláudia Rodrigues<sup>2\*\*\*</sup>

<sup>1</sup>Docente, Instituto de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales, Universidad de O'Higgins, San Fernando, Chile. Correo: [dilierolvi@gmail.com](mailto:dilierolvi@gmail.com); <sup>2</sup>Docentes, Universidad Federal de Maranhão, Rodovia BR 222, km 4, s/n, Chapadinha 65500-000, Maranhão, Brasil. Correos: \*[anderson.zanine@ufma.br](mailto:anderson.zanine@ufma.br), \*\* [dany.dosanjos@yahoo.com.br](mailto:dany.dosanjos@yahoo.com.br), \*\*\* [rosanerodrig@gmail.com](mailto:rosanerodrig@gmail.com); <sup>3</sup>Docente, Universidad Federal de Bahía, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Salvador, Bahía, Brasil. Correo: [guilhermealves@ufba.br](mailto:guilhermealves@ufba.br)

#### Resumen

#### Objetivo

Conocer las bondades del silicio (Si) como elemento beneficioso en la mitigación de estreses bióticos y abióticos en las plantas.

#### Metodología

Esta revisión destaca los avances recientes y resume las funciones y potencialidades del Si en las interacciones planta-nutrición, evalúa el potencial para mejorar la resistencia de las plantas a estreses mediante los aportes de Si y destaca la investigación futura sobre la función del Si en la agricultura.

#### Resultados

El Si es el elemento más abundante presente en la corteza terrestre después del oxígeno, predominantemente como dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), una forma que las plantas no pueden utilizar. Por lo tanto, el uso de fuentes de Si exógeno en las formas asimilable por las plantas [Si (OH)<sub>4</sub> o H<sub>4</sub> SiO<sub>4</sub>] puede ser una estrategia eficiente para atenuar los efectos nocivos de estreses bióticos y abióticos en las plantas. La aplicación y absorción de Si por las plantas contrarresta los efectos perjudiciales de la toxicidad de amonio, la salinidad, la sequía, el ataque de patógenos y mejora el crecimiento y producción de las plantas mediante el aumento de la fotosíntesis, la eficiencia en el uso del agua, la resistencia al ataque de insectos plagas, nemátodos y enfermedades.

#### Conclusión

El empleo de Si representa una estrategia económica para que las plantas enfrenten el estrés y resulta una alternativa sostenible para mejorar el crecimiento y la productividad de las plantas. Los efectos favorables del Si en plantas expuestas a la sequía, la salinidad y metales pesados también se han observado a nivel fisiológico y/o metabólico.

**Palabras claves:** Estrés abiótico, Estrés biótico, Elemento beneficioso, Nutrición vegetal, Fertilización con silicio, Sostenibilidad



## II COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente  
22 y 23 de junio de 2023



### Fluctuaciones en el tiempo de las plagas en tres genotipos de *Rubus* spp. en el semestre A de 2022 bajo las condiciones de Pamplona, Norte de Santander

Luis Carlos Mantilla Rodríguez<sup>1</sup>; Leónides Castellanos González<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Egresado del Programa de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona. Correo: [carlosman953108@gmail.com](mailto:carlosman953108@gmail.com). <sup>2</sup>Docente, Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: [lclcastell@gmail.com](mailto:lclcastell@gmail.com), <http://orcid.org/0000-0001-9285-4879>

#### Resumen

#### Objetivo

Evaluar las fluctuaciones en el tiempo de las plagas en tres genotipos de *Rubus* spp. en el semestre A del año 2022 bajo las condiciones de la finca El Pino, vereda Sabaneta Alta, Pamplona, Norte de Santander

#### Metodología

Se realizaron mediciones de incidencia y severidad de las enfermedades y de incidencia y niveles poblacionales de artrópodos y babosas plagas cada 15 días en tres campos con variedades comerciales de mora Castilla con y sin espinas y mora Uva, en la Finca el Pino Sabaneta Alta, Pamplona, en el primer semestre de 2022. Se ubicaron un pluviómetro y un Datalogger para medir lluvia, temperatura y humedad relativa. Se tomaron 5 plantas por campo y se emplearon las metodologías propuestas para los agentes nocivos de la mora.

#### Resultados

Las enfermedades presentes fueron la antracnosis, el mildio polvoso y la pudrición por *Botrytis* mayormente en frutos. La antracnosis y la pudrición por *Botrytis* sin diferencia estadística entre las tres variedades estudiadas, pero sí menor incidencia y severidad del mildio en mora Uva. Se detectaron poblaciones de ácaros tetránicos, así como la presencia de áfidos, de trips, de agallas de *Phyllocoptes* sp. y de babosas, mientras que en los tallos de mora Uva se observaron daños de *Diastrophus* sp. Las fluctuaciones de las enfermedades se vieron influenciadas por la poda de producción, los tratamientos de fungicidas y las condiciones de temperatura media, y la lluvia total. Los tetránichidos correlacionaron negativamente con el total de lluvia.

#### Conclusiones

Los agentes nocivos más importantes resultaron antracnosis, el mildio polvoso en hojas y la pudrición por *Botrytis* en frutos y los ácaros tetránichidos.

**Palabras clave:** mora, agentes nocivos, incidencia, severidad, índice poblacional, temperatura, lluvia.