

# III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

Pamplona, Colombia | 6, 7 y 8 de junio de 2024

# 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



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



# III 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

Leónides Castellanos González

Grupo de Investigaciones en Agroecología y Transformación Agraria Sostenible (GIATAS)

Correo: leonides.castellanos@unipamplona.edu.co

Universidad De Pamplona

Facultad de Ciencias Agrarias

Grupo de Investigaciones en Agroecología y Transformación Agraria Sostenible

(GIATAS)

Pamplona, Colombia

06, 07 y 08 de junio de 2024



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### CRÉDITOS

#### COMITÉ EJECUTIVO

Ivaldo Torres Chávez - PhD, Rector

Aldo Pardo – PhD, Vicerrector de Investigaciones

José Flórez Gélvez – PhD, Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

Yamit Gregorio García Carvajal - MSc. Director 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).



### **III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA**

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



#### **EDITORES**

Ana Francisca González Pedraza-Docente de la Universidad de Pamplona

Dirección: Km 1 Vía Bucaramanga Ciudad Universitaria

Pamplona - Norte de Santander

Teléfono: (+57) 3153429495 – 3160244475

Correo: ana.gonzalez2@unipamplona.edu.co

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

#### **EDICIÓN**

Tercera Edición

Periodicidad Anual



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### INVESTIGADORES INTERNACIONALES INVITADOS PARA LAS CONFERENCIAS MAGISTRALES

- **Dr. Santiago Sarandón**

Profesor de Agroecología. Director del Laboratorio de Investigación y Reflexión en Agroecología (LIRA), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.

<https://orcid.org/0000-0001-5197-3652>, e-mail [sjsarandon@gmail.com](mailto:sjsarandon@gmail.com)

- **Dr. Juan Fernando Gallardo Lancho**

Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Centro: I.R.N.A./C.S.I.C. de Salamanca, España.

- **Dra. María Gabriela González**

Universidad Nacional Experimental Sur del Lago “Jesús María Semprum” (UNESUR), Santa Bárbara, municipio Colón, estado Zulia, Venezuela.

- **Dr. Gustavo Curaqueo**

Universidad Católica de Temuco, Chile.

- **Ing. Agr. MSc. Juan Carlos Rey Brina**

Universidad Central de Venezuela, Venezuela. Consultor en Manejo sostenible de Suelos de FAO. Docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-Venezuela). <https://orcid.org/0000-0001-7271-3606>, Correo: [juan.reybrina@fao.org](mailto:juan.reybrina@fao.org)

- **Dra. Carmen Betancourt**

Universidad Río Negro, Argentina. Correo: [carmenbetancourt@gmail.com](mailto:carmenbetancourt@gmail.com)

- **Dr. Álvaro Acevedo Osorio**

Universidad Nacional de Colombia, UNAL, Colombia.

- **Dr. Barlin Olivares**

Grupo de investigación en gestión de la Biodiversidad (GESBIO-UCO), Universidad de Córdoba, España; Carretera Nacional IV, km 396, 14014 Córdoba, España.

<https://orcid.org/0000-0003-2651-570X>, e-mail: [ep2olcab@uco.es](mailto:ep2olcab@uco.es)

- **Carlos A. Salas-Macías**

Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. ORCID: <https://doi.org/10.1002/fes3.115>, Correo: [salas@utm.edu.ec](mailto:salas@utm.edu.ec).



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### PROFESORES DE UNIPAMPLONA PONENTES

Leónides Castellanos González	Deisy Katherine Fernández García
Ana Francisca González Pedraza	Dixon Fabián Flórez Delgado
Enrique Quevedo García	Dubel Reinaldo Cely Leal
Humberto Giraldo Vanegas	Marisol Maestre Delgado
Javier Francisco Castellanos González	Mónica Bibiana Botello Arciniegas
Yamit García	Liliana Rojas Contreras
Paola Hormaza	Amanda Lucia Chaparro García
Jesús Delgado	Ángela Maritza Cajiao Pedraza
César Villamizar Quiñones	Román Enrique Maza Ortega

### ESTUDIANTES Y EGRESADOS DE UNIPAMPLONA PONENTES

Virgilio Boneth Pimienta	Karol F. Pérez
Adriana S. Rodríguez Agudelo	Kyra R. Monrroy
Albeiro Gélvez	Laura Alejandra Pérez Calderón
Alexa Villamizar	Laura Marcela Laverde Jiménez
Alisson K. Parada	Luis F. Martínez Wilches
Andrés López Rubio	Maicol Mora Martínez
Angie Katherine Fernández Bautista	Maira Jasmín Castro Rodríguez
Briyit Fernanda Villamizar Calderón	Maira Lorena Urrea Pabón
Carlos G. Díaz	Mariana Jeritza Ortega Contreras
Carlos S. Sandoval	Marjorie Dayana Jaimés Vera
Daniel A. Rodríguez†	Meliza Alexandra Pérez-Vela
Duván Felipe Arias Quintero	Mónica M. Contreras
Elian Rincón Romero	Neyer Gabriel Ruiz-García
Estefany Fonseca Amaris	Óscar Lizcano
Geraldine Carrasquilla-Solis	René Antonio Hernández
Iván Darío Torres-Carreño	Rogger Alejandro Gómez Correa
Javier Andrés García Piñeros	Sanly Nathalia Núñez-García
Jimmy Amézquita Flórez	Selena Marily Velásquez-López
Jorge Mario Monsalve	Vanessa Estefanía Bernal Marcillo
José Armando Ramírez	Vanessa Meller Cabrales
Juan Diego Ríos Diez	Viviana Andrea Andrade Flórez
Karen A. Torres	



## **III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA**

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### **COMITÉ EDITORIAL**

### **RESPONSABLE ECONÓMICO Y JURÍDICO DE LA OBRA**

ISSN Obra independiente: 2954-890X

Sello editorial: Universidad de Pamplona

N° de Edición: 3

Ciudad de Edición: Pamplona

Departamento, Estado o Provincia: Norte de Santander

Fecha de aparición: 22 febrero de 2025

Libro digital descargable Formato: PDF (.pdf)

Tipo de contenido: Texto (legible a simple vista)



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### PRÓLOGO

La agroecología se erige como una ciencia, un movimiento y una práctica fundamental para el desarrollo sustentable de los sistemas agroalimentarios a nivel global. En este contexto, el III Coloquio Internacional de Agroecología de la Universidad de Pamplona representa un esfuerzo colectivo por fortalecer el intercambio de conocimientos y experiencias entre investigadores, docentes, estudiantes y productores comprometidos con la transición hacia modelos agrícolas más resilientes y sostenibles. Este libro de Memorias recopila el compendio de conferencias magistrales y ponencias presentadas durante el evento, consolidando una fuente invaluable de reflexión y aprendizaje para la comunidad académica y profesional.

Colombia ha desempeñado un papel crucial en la promoción y consolidación de la agroecología como una alternativa viable para enfrentar los desafíos socioambientales del sector agrícola. La Universidad de Pamplona, como institución académica líder en este proceso, ha sido un pilar fundamental en la formación de profesionales comprometidos con la sostenibilidad y la innovación agroecológica. A través de sus programas de investigación y extensión, la Universidad reafirma su compromiso con el desarrollo rural y la agroecología como motor de transformación social y económica en el país.

Las conferencias magistrales ofrecieron una perspectiva integral sobre temas clave en la agroecología contemporánea. Destacamos la participación del Dr. Juan Fernando Gallardo Lanco, quien abordó el papel de los sistemas agroforestales y silvopastoriles en la sostenibilidad del agroecosistema, así como la disertación de la Dra. María Gabriela González sobre el rol de las micorrizas arbusculares en la sustentabilidad agroecológica. Asimismo, el Dr. Gustavo Curaqueo nos ilustró sobre el manejo y nutrición del suelo desde un enfoque agroecológico para restaurar la fertilidad y resiliencia de los sistemas productivos. En la sesión vespertina, el Ing. Agr. Juan Carlos Rey B. y la Dra. Carmen Betancourt expusieron sobre el manejo sostenible del suelo en Latinoamérica y los efectos de los pesticidas en los ecosistemas y la salud humana, respectivamente.

El segundo día del coloquio contó con la valiosa participación del Dr. Álvaro Acevedo Osorio, quien nos presentó un análisis crítico sobre la situación actual y las perspectivas de la agroecología



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



en Colombia. Complementando este enfoque, el Dr. Santiago Sarandón nos invitó a reflexionar sobre la transición agroecológica como un camino necesario para el buen vivir. La jornada se cerró con la exposición del Dr. Barlin Olivares, quien discutió el uso de inteligencia artificial en la bananicultura y la relación entre la agroforestería y los servicios ecosistémicos, de la mano del Dr. Carlos Salas.

Las investigaciones presentadas en este evento evidenciaron la diversidad y profundidad del trabajo académico en agroecología y producción sostenible. Se abordaron temas clave como el aprovechamiento de subproductos agrícolas en la nutrición de cultivos, la producción de biogás a partir de residuos agroindustriales, la biodiversidad edáfica y su relación con la presencia de macro y microelementos en el suelo. Asimismo, se exploraron estrategias innovadoras en extensión agropecuaria mediante TIC, el potencial de hongos para la recuperación de suelos degradados y estudios sobre la variabilidad de las propiedades fisicoquímicas del suelo. La clasificación temática de los trabajos reflejó un énfasis en cuatro grandes áreas de investigación: manejo de residuos y bioinsumos (12%), control biológico y manejo de plagas (12%), suelos y fertilización (12%), y sanidad vegetal y epidemiología (12%). Estas tendencias destacan el interés en fortalecer la sostenibilidad agropecuaria, reducir la dependencia de insumos químicos y mejorar la resiliencia de los sistemas productivos frente a los desafíos ambientales.

Los principales resultados revelan que la investigación en manejo sostenible y agroecología sigue en ascenso, con un creciente interés en bioinsumos y prácticas sostenibles que buscan equilibrar la producción agrícola y reducir la dependencia de agroquímicos. En el ámbito del control biológico, se destacan estudios sobre el uso de hongos, bacterias y otros organismos benéficos como alternativas viables a los pesticidas sintéticos, lo que refuerza la necesidad de estrategias fitosanitarias más ecológicas. La optimización del uso del suelo fue otro aspecto central, con investigaciones que buscan mejorar la fertilización y la productividad agrícola a partir de un mayor conocimiento de las propiedades fisicoquímicas del suelo. Además, la epidemiología agrícola cobró relevancia en el diagnóstico y control de enfermedades en cultivos, resaltando la importancia del monitoreo de plagas y patógenos. Aunque en menor proporción, se evidenciaron avances en la



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



incorporación de TIC en la agropecuaria, promoviendo la modernización de la capacitación y asesoramiento a productores rurales.

Este libro de Memorias no solo documenta los aportes compartidos durante el evento, sino que también constituye un insumo fundamental para futuras investigaciones, iniciativas de docencia y estrategias de extensión en agroecología. La información aquí reunida contribuirá al fortalecimiento de esta disciplina como pilar esencial en la construcción de sistemas agroalimentarios más resilientes, equitativos y sostenibles. Agradecemos a los conferencistas, investigadores y participantes por su valiosa contribución al éxito de este evento e invitamos a la comunidad académica y profesional a continuar explorando los desafíos y oportunidades que la agroecología ofrece en el actual contexto de crisis climática y seguridad alimentaria.

Dra. Ana Francisca González Pedraza

Docente Tiempo Completo Universidad de Pamplona

22 febrero de 2025



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



#### CONTENIDO

<i>Conferencias magistrales</i> .....	8
La transición hacia la Agroecología: el camino necesario para el buen vivir.....	9
Suelos saludables, plantas protegidas: el futuro de la bananicultura con la inteligencia artificial .....	20
Los pesticidas y su efecto sobre los ecosistemas y la salud humana .....	36
Maximizando la Sostenibilidad en sistemas de producción: Agroforestería y servicios ecosistémicos.....	60
Manejo sostenible de los suelos en América Latina y Caribe .....	70
<i>Ponencias orales</i> .....	77
Hongos mejoradores como estrategia para recuperación de suelos agrícolas degradados por contaminantes químicos .....	83
El área foliar de <i>Rubus floribundus</i> Kunth y <i>Passiflora tripartita</i> var. <i>mollissima</i> (Kunth), como determinante fisiológicos de producción agronómica en Pamplona, Norte de Santander .....	93
Evaluación del crecimiento de la hoja y fruto, el rendimiento y la calidad en <i>Rubus floribundus</i> Kunth en dos fincas en Cúnuba, Pamplona, Norte de Santander.....	94
Fenología floral y de semillas de plantas de frailejón <i>Espeletia brassicoidea</i> Cuatrec.....	96
Los visitantes florales del frailejón <i>Espeletia spp.</i> en el páramo de Fontibón Norte de Santander: Conservando la biodiversidad a través de la interacción planta-animal .....	97
Producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> a partir de tamo de arroz .....	98
Producción artesanal de <i>Trichoderma</i> sp. en arroz: una alternativa viable para el control biológico de enfermedades en agroecosistemas .....	99
Posibilidades de usar ATR-FTIR para identificar <i>Plasmodiophora brassicae</i> Wororin en Crucíferas de Pamplona, Norte de Santander .....	100
Efecto de la deficiencia de fósforo en el crecimiento de plantas de rábano ( <i>Raphanus sativus</i> L.) .....	101
Curva epidemiológica de las enfermedades más importantes del calabacín en el huerto de la Escuela Normal Superior de Pamplona.....	102
Regionalización del cultivo de plátano en el departamento de Arauca, Colombia, durante el período 2010-2022..	103
Avances en la implementación de la granja agroecológica en el Pórtico, municipio de Cúcuta.....	104
Experiencias en la implementación de una granja agroecológica en el Pórtico, Cúcuta norte de Santander.....	105
Análisis económico de la agroindustria de la palma de aceite de dos asociaciones en el municipio de Tibú (2020 a 2022).....	106
Innovando en el campo: Granja integral Shekinah en Villa del Rosario .....	107
Curva epidemiológica de las principales enfermedades de la lechuga en el huerto de la escuela Normal Superior de Pamplona .....	109
Eficacia de bioproductos para el control de la hernia de la col en condiciones de laboratorio .....	110
Uso de fertilizantes orgánico-minerales y su efecto sobre el crecimiento y producción del cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.).....	111



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



Empleo de estimulantes sintéticos y biológicos y su efecto sobre los componentes de rendimiento y enfermedades del cultivo de fresa ..... 112



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



# *Conferencias magistrales*



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### **La transición hacia la Agroecología: el camino necesario para el buen vivir**

Dr. Santiago Javier Sarandón

Profesor de Agroecología. Director del Laboratorio de Investigación y Reflexión en Agroecología (LIRA), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. <https://orcid.org/0000-0001-5197-3652>, e-mail [sjsarandon@gmail.com](mailto:sjsarandon@gmail.com)

#### **Introducción**

La Agricultura es una de las principales actividades de los seres humanos. Surgida hace poco más de 10.000 años, es la principal forma de producir alimentos para la humanidad. Además, produce fibras, energía y servicios ecosistémicas (funciones ecológicas) importantes para los seres humanos y otros seres. Finalmente, genera divisas que, para muchos países, son esenciales para poder comprar bienes y servicios que estos no producen. Es una actividad esencial; sin ella no es posible un “buen vivir”. Por lo tanto, debe mantenerse en el tiempo, debe ser sostenible o sustentable.

La pregunta que surge inmediatamente es si cumple con este requisito. Debemos entender que no hay una sola manera de hacer agricultura, hay diversas formas de pensar y hacer esta actividad. Existen varios modelos que responden a variaciones en las ideas y concepciones de lo que es un ecosistema, la naturaleza y la relación del ser humano con esta.

Claramente hay un modelo predominante, casi hegemónico, por lo menos hasta hace pocos años. Un modelo que podemos denominar agricultura industrial, tecnificada, derivado de las ideas de la llamada Revolución Verde, surgida en Estados Unidos aproximadamente en los años 60 a 70. Este modelo, que podemos denominar productivista - simplificador – cortoplacista, se caracteriza por el cultivo de unas pocas especies y variedades “exitosas” de plantas y animales con “alto potencial de rendimiento”. Se denomina así a la capacidad teórica de esa genética, de esa variedad de semilla,



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



de esa raza animal de ser capaz de producir mucho, de rendir en forma considerable siempre y cuando se le otorguen las condiciones necesarias, el ambiente adecuado. En este modelo debemos poner el ambiente al servicio del genotipo. Esto se logra mediante la artificialización de los agroecosistemas a través del suministro de cantidades crecientes de energía (mayormente fósil), agua (es la principal actividad consumidora de agua) y agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas).

Este es el modelo que ha predominado durante los últimos 60-70 años. Podemos entonces reflexionar acerca de cómo nos ha ido con él y si ha permitido o se ha traducido en un “buen vivir”. La respuesta es clara. No se ha traducido en una mejor calidad de vida para nosotros y los otros seres. Por el contrario, a pesar de algunos aspectos positivos, nos ha ido bastante mal con este modelo. En los últimos tiempos la evidencia acerca de severos problemas socioambientales asociados a este enfoque ha sido abrumadora. Incluso quienes hasta hace algunos años dudaban acerca de la veracidad de la información existente han tenido que reconocer la gravedad del problema a la luz de las evidencias acumuladas (ver tabla 1).

**Tabla 1.** Algunos problemas socioambientales derivados del modelo agrícola industrial moderno

Problema	Descripción
1	Degradación y contaminación de bienes comunes (recursos naturales): suelos, agua, atmósfera.
2	Pérdida de la Biodiversidad: biológica y cultural
3	Contaminación de alimentos. Impacto sobre otros seres y la salud de agricultores/as y la población en general.
4	Disminución de la eficiencia energética.
5	Resistencia creciente a los plaguicidas de ciertas plagas y patógenos.
6	Dependencia creciente de insumos (combustibles fósiles, insecticidas, herbicidas, fertilizantes químicos, etc.)
7	Modelo excluyente: No es aplicable a la gran mayoría de los productores agropecuarios

Fuente: El autor



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



Es evidente que esta tecnificación o industrialización de la agricultura no se ha traducido en una mejor calidad de vida para los seres humanos y ha afectado la vida de los otros seres. La pregunta es ¿por qué ha sucedido esto y cómo se arregla? Aquí hay, en síntesis, dos posturas antagónicas. Por un lado, están quienes consideran que conceptualmente este es un buen modelo, que no hay otro posible y que los problemas socioambientales que han surgido son la consecuencia de una mala aplicación de buenas tecnologías. Son los daños colaterales, imperfecciones, errores de un modelo exitoso y, por lo tanto, se corrigen con más tecnología. Con más eficiencia, promoviendo entonces las Buenas Prácticas Agrícolas (BAP), la robótica, la agricultura de precisión, más eventos transgénicos, etc.

Por otro lado, estamos quienes nos preguntamos si estos problemas no serán la consecuencia lógica de la aplicación de un mal modelo, de una concepción equivocada o demasiado reduccionista, simplista de los agroecosistemas y de la agronomía como ciencia. De alguna manera, debemos asumir que estamos viendo los signos inequívocos del derrumbe de un modelo, del colapso de una idea, de un paradigma con que se ha encarado la producción de alimentos en el mundo. Por lo tanto, la solución debe ser de raíz, cambiar de paradigma. Pasar del paradigma de la simplicidad, la productividad y el cortoplacismo, al de la complejidad para enfrentar el desafío socioambiental.

Obviamente estamos ante una encrucijada. Ante una discusión de modelos, de maneras de concebir el mundo, de entender la ciencia, el conocimiento, lo que produce bienestar en los seres humanos y de su relación con la naturaleza.

Estamos ante una crisis y disputa de ideologías o paradigmas. Necesitamos cambiar la ideología o el paradigma actual por otro paradigma. Tomás Kuhn (“la estructura de las revoluciones científicas, 1962”) define al paradigma como *“una completa constelación de creencias, valores y técnicas, etc. compartidas por los miembros de una determinada comunidad”*. Del que, generalmente, no somos conscientes.

Nos enfrentamos ante una crisis civilizatoria, una crisis de valores. Algunas premisas o valores de este paradigma de la modernidad se detallan en la tabla 2.



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



**Tabla 2.** Premisas asociadas al paradigma de la modernidad aplicado en las ciencias agropecuarias.

Premisa	Descripción
1	Visión: el medio ambiente como objeto externo al ser humano, inagotable y destinado a su satisfacción. Antropocentrismo
2	Lo “silvestre-salvaje” visto como una molestia, un impedimento, algo a conquistar o eliminar.
3	Enfoque simplista, productivista y cortoplacista de la producción agrícola. El rendimiento (por superficie): sinónimo “indiscutido” de éxito.
4	Visión atomista y/o reduccionista prevaleciente en los científicos, profesionales y técnicos. Dificultad para abordar la complejidad socioambiental.
5	Lo moderno como un valor en sí mismo vs. lo atrasado.
6	Evaluación inadecuada del “éxito” económico de las actividades agropecuarias. Mercantilización de los bienes comunes.
7	Ignora costos ambientales y sociales: externalidades. Bienes ambientales subvaluados.
8	Confianza excesiva en la tecnología. “deslumbramiento tecnológico” e “insumo dependencia”
9	Recetas universales. Lo local no es importante. “Estaciones experimentales”
10	Desprecio e ignorancia sobre el funcionamiento ecológico de los agroecosistemas y otros temas.
11	Creer que la ciencia da certezas.
12	La ciencia y la tecnología son neutras (no tienen ideología), y buenas de por sí.
13	Sólo existe el conocimiento científico (el resto de los saberes, no son conocimiento). Etnocentrismo
14	Poca participación del agricultor/a.
15	Invisibilización y desprecio por lo “femenino”, Androcentrismo.
16	El consumo como medio para lograr el bienestar
17	La Ética: un valor “difuso” en la formación de los investigadores, los técnicos y las instituciones.

Fuente: El autor

Es cada vez más evidente que, si aplicamos este paradigma, estas ideas, estos conceptos al desarrollo de un modelo de agricultura, la tecnología generada tendrá, como lo estamos viendo,



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



severas consecuencias socioambientales. El desafío es desarrollar una agricultura bajo otro paradigma, que permita compatibilizar niveles “adecuados” de bienes y servicios, con la conservación de los bienes comunes y las demandas sociales culturales. Es decir, una producción sustentable. Pero ¿Qué significa esto? ¿Cómo se consigue? Para ello debemos remitirnos al origen, al concepto de “Desarrollo Sustentable, propuesto por la denominada Comisión Brundtland, (1987), que lo define como “aquél que permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer las posibilidades de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras”

A pesar de su adopción universal este concepto plantea una serie de inconvenientes. Entre ellos pueden mencionarse la vaguedad en los términos ya que no define cuáles son, ni quién determina las “necesidades” de las generaciones actuales y futuras. Por otro lado, el informe considera que la pobreza genera deterioro del medio ambiente, desconociendo la contribución a los problemas socioambientales del excesivo consumo por encima de las capacidades regionales o planetarias de las sociedades “desarrolladas”. Deposita excesiva confianza en la tecnología, al considerar que en el futuro, con más y “mejor” tecnología, los problemas se minimizarán. Asume la idea del desarrollo universal y con ello, como contracara, del subdesarrollo. Y, finalmente, admite que es posible, (y deseable) un desarrollo con crecimiento.

Este último punto merece un análisis aparte. La idea de desarrollo con crecimiento es muy atractiva. De hecho es el objetivo 8 (trabajo decente y crecimiento económico) de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), aprobada por la ONU en septiembre de 2015, como un gran paso en la construcción de un nuevo y ambicioso consenso entre los miembros de la comunidad internacional. Pero, es cierto, ¿Podemos todos alcanzar el nivel de vida de los países “desarrollados”?, ¿es sólo cuestión de hacer las cosas bien, para alcanzar ese nivel de vida? Aceptar esto implica, por otro lado, que quienes no alcanzaron ese nivel de vida no han hecho las cosas bien.

Por eso debemos reflexionar si es posible o no, el desarrollo con crecimiento. Este dilema ya fue analizado en el informe “Los límites del crecimiento” (1972) del Club de Roma. En el se establece claramente que no es posible un crecimiento infinito en un mundo finito. Claramente, existe un



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



límite físico determinado por la capacidad del planeta tierra (que tiene una cantidad limitada de recursos o bienes comunes) para su uso. Esto puede evidenciarse mediante el uso de un indicador muy interesante denominado “huella ecológica”. Este se expresa como la cantidad de superficie, en hectáreas de tierra útil que una persona, una comunidad o un país necesita para vivir de determinada manera. La Huella ecológica comprende la superficie necesaria para proveer de recursos, alimentos (vegetales, carne), energía, transporte, etc., y otros bienes y la necesaria para actuar como sumidero del dióxido de carbono desprendido por la energía que consumimos.

Lo contrario a la huella ecológica se llama biodisponibilidad que es la cantidad de hectáreas por persona disponibles en el planeta tierra. Estas dependen sólo de la cantidad de personas que vivan en determinado período. En la actualidad se calcula en unas 1,7 ha por persona. La diferencia entre la demanda, la huella ecológica y la biodisponibilidad, nos da una idea de posibilidad de crecimiento. En 1961, la huella ecológica total de los seres humanos de ese momento (y su estilo de vida) representaba el 49% de la superficie disponible en el planeta. Por lo tanto, sí podíamos crecer, mejorar nuestro nivel de vida. Pero en el año 2001 ya sobrepasábamos la biodisponibilidad, ocupando un 121% de la superficie disponible. Claramente, no es posible seguir creciendo. Hemos encontrado “los límites al crecimiento”.

La huella ecológica no depende tanto de la cantidad de personas, sino del estilo de vida que estas tengan. Por ejemplo, para vivir como lo hace una persona que vive en los Estados Unidos de Norteamérica es necesario unas 9 hectáreas por persona. Pero, como ya señalamos, el planeta tierra sólo dispone de 1,7 ha por persona. La población de EE. UU. es de 330 millones, por lo que, si todos los pobladores del mundo quisiéramos tener el nivel de vida de los EEUU, necesitamos 5 planetas tierra. Esto es imposible, por lo que, debemos asumir que este nivel de vida sólo es alcanzable para 1600 millones de personas. Sobran, por lo tanto, 6400 millones de seres humanos. Esto muestra que el desarrollo con crecimiento es una utopía.

#### **Estilos de desarrollo o alternativas al desarrollo**

La creciente percepción de que no es posible un desarrollo con crecimiento ha llevado a plantear una discusión acerca de alternativas al desarrollo. Ya no se trata de discutir cómo alcanzar el desarrollo, (el desarrollo sustentable es un tipo de desarrollo) sino buscar alternativas a la idea de



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



desarrollo. Algunos autores como el Colombiano Arturo Escobar hablan entonces de postdesarrollo y cuestionan la idea de un desarrollo universal para todas las regiones y pueblos. Se plantea que es necesario reducir el consumo y buscar el bienestar más allá de la riqueza o la acumulación material. Esta idea también ha sido mencionada de alguna manera por el francés Serge Latouche que propone la idea del decrecimiento como camino a transitar.

En Sudamérica, dos culturas precolombinas asumen esta idea, bajo el concepto del Buen vivir. Por un lado, el **sumak kawsay** definido como la *“Relación armoniosa, tanto espiritual como material, entre el individuo y la naturaleza que lo rodea. Según el diccionario Panhispánico: Es una expresión quichua que significa 'buen vivir’*. Incorporado en la constitución de la República del Ecuador (2008), art. 14.

Por el otro lado, **“Suma qamaña”**, que según el *diccionario Panhispánico de la RAE es Expresión aymara que significa 'vida en plenitud, en armonía y equilibrio con la naturaleza y en comunidad’*. Incorporado en la constitución de Bolivia en el año 2009.

Ambos buscan una visión integral del ser humano, una plenitud no basada en la acumulación sino en el equilibrio con la naturaleza, y en otros valores. La Agroecología rescata esta idea y propone entonces una agricultura sustentable como aquella *“que permite mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades alimenticias, socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales (agroecosistemas) que lo soportan”*.

Hay dos conceptos interesantes: por un lado, comprender que los agroecosistemas proveen bienes, lo material, lo tangible, como alimentos, fibras, leña, etc., pero también servicios ecológicos, más intangibles, esenciales para el bienestar de los seres humanos y los otros seres. Por lo tanto, una agricultura sustentable que esté en armonía con un “buen vivir” deberá ser económicamente aceptable pero a su vez, suficientemente productiva, ecológicamente adecuada y socioculturalmente aceptable. La idea del rendimiento como único objetivo debe dejar lugar a una visión de mayor complejidad con multipropósitos que deben coexistir simultáneamente de manera culturalmente aceptable. Por lo tanto, no hay un modelo universal, porque las culturas son diferentes.



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



#### La magnitud del desafío

Lograr esto no es sencillo, implica un gran desafío. Se requiere un cambio de un pensamiento simplista, reduccionista y mecanicista, a un pensamiento de la complejidad, que permita enfrentar el desafío socio ambiental (Leff, 1994). Es necesario formar profesionales, investigadores/as, extensionistas, docentes con espíritu crítico y una visión holística y sistémica, con un fuerte componente ético. Que posibiliten un “buen vivir”. Estamos en presencia de un ***cambio de paradigma***, que tiene 4 componentes novedosos:

- La sustentabilidad (el deber ético hacia las futuras generaciones)
- La complejidad (los agroecosistemas son sistemas de gran complejidad ecológica y sociocultural)
- La incertidumbre (no es posible tener certezas en esta complejidad)
- La pluralidad de valores, (muchos mundos posibles) . No existe un buen maíz, si no aclaro para quién.

¿Estamos preparados para este desafío? Necesitamos sin duda encarar el manejo de los sistemas agropecuarios desde otro enfoque. La agroecología asume el desafío como nuevo paradigma de las ciencias agrarias. Definido 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, junto con saberes locales, 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 sistemas agroalimentarios sustentables.*” (Sarandón)

La Agroecología no es un poco menos de insumos, una agricultura menos contaminante. Es mucho más que eso, es “una revolución del pensamiento en las ciencias agropecuarias” Cuestiona y redefine la investigación, la extensión, la educación – formación. Propone un rediseño de los agroecosistemas, basado en otro enfoque, cuyas características se sintetizan en la Tabla 3.



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



**Tabla 3.** Características del enfoque agroecológico que lo hacen adecuado para el logro de una agricultura sustentable.

Número	Característica del enfoque agroecológico
1	Es holístico y desde una óptica sistémica.
2	Promueve el pensamiento de la complejidad.
3	Entiende que existen varios modos de hacer agricultura. No hay recetas (ni siquiera agroecológicas)
4	Asume que existen diferentes posibilidades para lograr un buen vivir.
5	Asume el uso múltiple del territorio; producción, servicios ecológicos, paisaje, vivienda, hábitat.
6	Considera que lo local es importante. Potencial endógeno
7	Reconoce la importancia de tener en cuenta el enfoque de género
8	Entiende que la ética es un valor trascendente
9	Entiende la importancia de las interrelaciones entre los componentes del sistema.
10	Amplia y redefine los límites del sistema.
11	Reconoce el conocimiento científico y otros tipos de conocimientos. Es Pluriepistemológico.
12	Acepta la incertidumbre como realidad y trata de manejarla.

Fuente: El autor

La Agroecología no tiene recetas universales, sino algunos grandes principios, algunos objetivos generales, entre ellos:

- Lograr una producción eficiente y rentable a largo plazo (considerando el costo ecológico).
- Disminuir el riesgo debido a fluctuaciones ambientales (bióticas, abióticas o de mercado).  
Lograr mayor estabilidad.
- Mejorar la capacidad de autogestión e independencia.



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



- La soberanía alimentaria que debe ser la base de los sistemas de producción de alimentos. Decisiones sobre qué producir y cómo producir.
- Una mayor soberanía tecnológica: Disminuir la dependencia de insumos y tecnologías.
- Un uso eficiente y sustentable de los bienes comunes
- Preservar el ambiente a nivel local, regional y global.
- Un uso más eficiente de la energía. Uso de E Renovables.
- Adecuar las estrategias a desarrollar, a las características ambientales y culturales del lugar.
- Emplear estrategias generales transformadas en prácticas locales.
- Lograr un mayor aprovechamiento de procesos naturales (fijación y reciclaje de nutrientes, relaciones depredador-presa, simbiosis, alelopatía, otros)
- Lograr un aumento en la biodiversidad de los sistemas productivos

Luego de 60 o 70 años de promoción del modelo industrial como único posible, podemos preguntarnos si hay algún sistema que haya sobrevivido o resistido a las ideas productivistas de la revolución Verde, que se acerque más a estos principios. Por suerte sí. Es el modelo de la Agricultura Familiar, campesina, indígena, que reúne varios de los objetivos deseados. Por ejemplo, es el modelo con más agricultores/as ya que entre el 70 a 85% de todos los sistemas productivos pertenecen a la agricultura familiar. Son, además, los que producen la mayoría de los alimentos en el mundo y en nuestra región. Son sistemas más biodiversos, ecológicamente más eficientes, estables y socialmente más resilientes. Posibilitan, favorecen, pero también requieren vivir en el campo, y promueven y se basan en una gran diversidad biocultural. Coevolucionan con el ambiente adaptándose a los cambios, promueven la conservación “in situ” de la biodiversidad y de los recursos genéticos. En síntesis se acercan más a la idea del “buen vivir”.

Sin embargo, son sistemas más complejos, por lo que no pueden ni deben ser abordados, analizados, medidos, comparados, desde una óptica reduccionista, que aún predomina en la ciencia clásica y la extensión difusionista. Justamente, el excesivo énfasis en el rendimiento o la rentabilidad del sistema moderno descuidó muchos otros valores que la humanidad añora y busca. Los sistemas de agricultura familiar los tienen. Por eso no deben ser medidos ni valorados con unidades monetarias (precio), ni mediante el rendimiento, ni la rentabilidad. Estos sistemas se



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



caracterizan por sus plurivalores. Por eso necesitamos desarrollar otros instrumentos de análisis basados en multicriterios, en otro enfoque o paradigma, desde una perspectiva de la complejidad y con equipos interdisciplinarios.

Es un camino más difícil, pero más real y sin dudas, necesario. Lograr un buen vivir es posible, y el camino es la Agroecología.

#### **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 \(researchgate.net\)](#)



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### **Suelos saludables, plantas protegidas: el futuro de la bananicultura con la inteligencia artificial**

Dr. Barlin Orlando Olivares Campos

Grupo de investigación en gestión de la Biodiversidad (GESBIO-UCO), Universidad de Córdoba, España; Carretera Nacional IV, km 396, 14014 Córdoba, España. <https://orcid.org/0000-0003-2651-570X>, e-mail: [ep2olcab@uco.es](mailto:ep2olcab@uco.es)

#### **Resumen**

Los estudios presentados en la conferencia abren un espacio crucial para explorar cómo la inteligencia artificial (IA) está redefiniendo la industria bananera en América Latina. Se presentarán avances significativos en el uso de IA en diversas etapas de la producción de banano, desde la productividad del cultivo asociada a la calidad del suelo hasta la afectación por la letal enfermedad de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) Tropical Race 4 (TR4) (Syn. *Fusarium odoratissimum*). Uno de los puntos destacados será el estudio de calidad de suelo utilizando algoritmos de *machine learning*. Se han desarrollado modelos predictivos precisos que analizan múltiples variables edáficas para optimizar la fertilización y mejorar los rendimientos, contribuyendo así a una producción más eficiente y sostenible. Además, se abordará el estudio de la idoneidad climática del Foc TR4 para Venezuela. Mediante el uso de datos climáticos históricos y modelos climáticos avanzados, se ha evaluado la posible expansión e impacto potencial de esta enfermedad en las plantaciones de banano en diferentes regiones del país. Los hallazgos novedosos sobre la aplicación de algoritmos de *machine learning* para analizar la relación entre la calidad del suelo, la productividad y la susceptibilidad a Foc TR4 en Venezuela y Colombia también serán discutidos. Estos estudios han revelado patrones complejos que pueden ayudar a los productores a implementar prácticas agrícolas más efectivas y mitigar los riesgos asociados con esta enfermedad devastadora. Adicionalmente, se presentará un mapeo detallado de la presencia de Foc en



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



Colombia, utilizando tecnologías de mapeo geoespacial y análisis de datos satelitales. Este enfoque permite identificar áreas de alta concentración de la enfermedad y facilita la implementación de estrategias de control y prevención específicas en las zonas afectadas. Finalmente, las investigaciones científicas expuestas serán una plataforma integral para compartir conocimientos y experiencias sobre cómo la integración de tecnologías avanzadas, como la IA a través de los algoritmos de *machine learning*, están transformando radicalmente la producción de banano en la región, promoviendo así un futuro más innovador, eficiente y sostenible para la industria bananera en América Latina.

**Palabras clave:** Algoritmos, análisis supervisado, banana, calidad de suelo, factores edáficos; manejo de tierras, Random Forest

#### 1. Introducción: un vistazo científico a los suelos y la inteligencia artificial

En esta conferencia, se aborda la creciente necesidad de mejorar la salud del suelo y proteger las plantas, enfocándose en el futuro de la bananicultura mediante la integración de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial (IA). La importancia de esta conferencia radica en destacar los desafíos que enfrenta la bananicultura global, especialmente frente a enfermedades devastadoras como la marchitez por *Fusarium*, y en cómo las innovaciones tecnológicas pueden ofrecer soluciones prometedoras.

La conferencia establece un marco conceptual sobre la relevancia de los suelos saludables como base para la agricultura sostenible, detalladas en el libro de investigación de titulado: *Banana production in Venezuela: Novel solutions to productivity and plant health* (Olivares, 2023). Se subraya la importancia de la IA como una herramienta emergente capaz de transformar la gestión agrícola, permitiendo predicciones más precisas y decisiones mejor informadas. Además, se discuten los beneficios ambientales y económicos de adoptar estas tecnologías, como la optimización del uso de insumos y la mejora en la calidad del suelo.



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



Los hallazgos preliminares indican que la integración de la IA con datos suelos, productividad e incidencia de enfermedades puede ser fundamental para mitigar los efectos de enfermedades como la marchitez por *Fusarium*. La sección concluye con una mirada hacia el futuro de la bananicultura, destacando la necesidad de un enfoque interdisciplinario que combine la ciencia del suelo, la fitopatología y la inteligencia artificial para lograr una producción más resiliente y sostenible.

#### **2. Desenmascarando a *Fusarium*: inteligencia artificial y factores agroambientales en la lucha contra TR4**

El *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) Raza Tropical 4 (TR4) es una de las mayores amenazas para la producción global de banano. En esta sección, se investiga cómo el modelo de Máxima Entropía puede identificar y analizar los principales factores agroambientales que influyen en la diseminación de esta enfermedad devastadora. El estudio proporciona una visión detallada sobre cómo la interacción entre el clima, las propiedades del suelo y las prácticas agrícolas pueden predisponer a los suelos a la infección por TR4. El uso de esta técnica de modelización predictiva destaca su capacidad para proporcionar mapas de riesgo detallados que pueden ser usados en la toma de decisiones para la gestión de cultivos más efectivos.

Esta sección proporciona una breve reseña de la investigación desarrollada por Olivares et al. (2021) sobre la revisión exhaustiva sobre los factores agroambientales que influyen en el desarrollo de la marchitez por *Fusarium* en el sistema de producción bananera de Venezuela, con un enfoque en *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc), en particular la Raza Tropical 4 (TR4). Este hongo patógeno ha sido una amenaza constante para la producción bananera mundial, afectando gravemente la economía de muchos países tropicales.

##### **2.1. Introducción a la problemática del *Fusarium* en la bananicultura**

Foc TR4 ha provocado cambios significativos en el uso de la tierra en regiones gravemente afectadas, como es el caso de Venezuela. El artículo destaca la necesidad de comprender mejor los factores agroambientales que influyen en la incidencia y severidad de esta enfermedad para desarrollar estrategias de manejo más eficaces. TR4 de Foc es la más virulenta y representa un riesgo significativo para los cultivos de banano, particularmente en regiones tropicales. Aunque Foc R1 y R2 están presentes en Venezuela, la proximidad con Colombia, donde TR4 ha sido



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



detectada, aumenta el riesgo de diseminación de este patógeno en el país. La implementación de medidas de cuarentena y la restricción del movimiento de material vegetal son esenciales para prevenir su propagación.

El Foc infecta las plantas de banano a través del sistema radicular, colonizando los vasos del xilema y obstruyendo el flujo de agua y nutrientes, lo que eventualmente conduce a la muerte de la planta. Las estructuras resistentes del hongo, como las clamidosporas, permiten que el patógeno sobreviva en el suelo durante muchos años, lo que dificulta su control en áreas infestadas.

#### **2.2. Factores ambientales y cambio climático**

Las condiciones ambientales, como la temperatura y la precipitación, juegan un papel crucial en el desarrollo de la marchitez por *Fusarium*. El artículo discute cómo el cambio climático podría alterar la incidencia de esta enfermedad, con temperaturas más altas y patrones de lluvia modificados que podrían favorecer la propagación del hongo en nuevas áreas.

Las características del suelo, como su textura, pH y contenido de nutrientes, influyen significativamente en la incidencia del *Fusarium*. Los suelos con un alto contenido de arcilla y un pH más alto tienden a ser menos propensos a la enfermedad, mientras que los suelos arenosos y ácidos son más susceptibles. La gestión adecuada de las propiedades del suelo podría ayudar a reducir la incidencia de la enfermedad.

La gestión del ecosistema agrícola, incluyendo la rotación de cultivos, el uso de coberturas vegetales y la densidad de plantación, puede afectar la susceptibilidad de los cultivos de banano al *Fusarium*. La incorporación de prácticas agrícolas sostenibles y la reducción del uso de fertilizantes que promuevan la susceptibilidad del suelo son fundamentales para controlar la enfermedad.

La diversidad microbiana en el suelo es un factor clave en la supresión del *Fusarium*. Las comunidades bacterianas y fúngicas que se desarrollan en suelos ricos en materia orgánica pueden desempeñar un papel importante en la reducción de la incidencia de la enfermedad. Además, la aplicación de agentes de control biológico, como especies de *Pseudomonas* y *Trichoderma*, ha mostrado ser eficaz en la disminución de la incidencia del *Fusarium* en plantaciones de banano.



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### 2.3. Plantas hospedadoras y diseminación del *Fusarium*

El *Fusarium* puede sobrevivir en otras plantas hospedadoras, incluyendo malezas y plantas ornamentales, lo que facilita su diseminación en áreas de cultivo de banano. La identificación y control de estas plantas en áreas cercanas a plantaciones de banano son esenciales para limitar la propagación del patógeno.

### 2.4. Análisis de riesgo de la ocurrencia de *Fusarium* en Venezuela

El estudio anteriormente mencionado presenta un análisis detallado de las zonas de riesgo en Venezuela para la ocurrencia de *Fusarium*, clasificando las áreas de producción de banano en categorías de alto, medio y bajo riesgo en función de sus características agroambientales. Este análisis es crucial para priorizar las áreas donde se deben implementar medidas preventivas y de control.

Utilizando modelos de Máxima Entropía, los autores desarrollaron mapas de idoneidad climática para predecir la posible distribución de *Fusarium* TR4 en Venezuela. La mayoría de las zonas productoras de banano de los estados Zulia, Trujillo, Miranda y Sur presentan condiciones climáticas que se estiman como muy aptas  $>0,6$  para el establecimiento de Foc R4T. Estos mapas son herramientas valiosas para identificar las áreas más vulnerables y para guiar las estrategias de manejo y prevención.

Dada la amenaza que representa el *Fusarium* TR4, es fundamental adoptar un enfoque integrado que combine el uso de cultivares resistentes, la implementación de estrictos protocolos de bioseguridad y el monitoreo constante de las plantaciones. La colaboración entre investigadores, productores y autoridades es esencial para proteger la industria bananera en Venezuela.

### 2.5. Conclusiones y perspectivas futuras

Se enfatiza la necesidad de continuar investigando los factores agroambientales que influyen en la incidencia del *Fusarium* y de desarrollar estrategias de manejo sostenibles. La vigilancia constante, junto con la aplicación de nuevas tecnologías, como la inteligencia artificial para el mapeo y predicción de riesgos, será clave para mitigar el impacto de esta enfermedad en la producción bananera mundial.



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### 3. El enemigo silencioso del banano en Venezuela: un enfoque basado en datos del suelo

En esta sección, se explora el estudio de Olivares et al. (2022a) acerca de cómo las propiedades físicas y químicas del suelo están correlacionadas con la incidencia del *Fusarium* en Venezuela (Banana Wilt, BW), utilizando métodos supervisados. Los resultados del estudio demuestran que las características específicas del suelo, como la textura, y los niveles de nutrientes, pueden ser predictores clave de la susceptibilidad de las plantas a la enfermedad. La utilización de técnicas avanzadas de *machine learning* permite una evaluación más detallada y precisa, ayudando a identificar las áreas de mayor riesgo. Este análisis proporciona a los agricultores y tomadores de decisiones una herramienta valiosa para anticipar brotes y desarrollar estrategias de manejo integradas.

#### 3.1. Introducción

A pesar de los avances tecnológicos, es difícil encontrar estudios que relacionen las propiedades del suelo con la incidencia de enfermedades mediante el uso de métodos supervisados, como *Random Forest* (RF), *Orthogonal Least Squares of Discriminant Analysis* (OPLS-DA) y otros algoritmos. RF es un clasificador de aprendizaje supervisado que se puede utilizar en situaciones complejas y ha demostrado ser un clasificador altamente preciso, pero rara vez se ha aplicado en la identificación de propiedades del suelo asociadas con la incidencia de enfermedades, como Foc TR4.

#### 3.2. Metodología de muestreo

El estudio recolectó muestras de suelo de lotes de banano en Venezuela durante dos años consecutivos, 2016 y 2017, clasificando estos lotes en dos grupos basados en la incidencia de BW: baja y alta. Se analizaron dieciséis variables del suelo, incluyendo contenido de arena, limo, arcilla, pH, conductividad eléctrica, materia orgánica y concentraciones disponibles de varios nutrientes.

#### 3.3. Análisis estadístico y métodos supervisados

Se utilizó el test de Wilcoxon para identificar diferencias significativas en las variables del suelo entre los dos grupos de incidencia de BW. Adicionalmente, se aplicaron el Análisis Discriminante de Mínimos Cuadrados Ortogonales (OPLS-DA) y el algoritmo *Random Forest* (RF) para



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



identificar las variables del suelo capaces de distinguir entre lotes de banano con alta o baja incidencia de BW.

### 3.4. Resultados del análisis de Wilcoxon, RF y OPLS-DA:

El análisis reveló diferencias significativas en seis variables del suelo: Zn, Fe, Ca, arcilla, Mn y K. Estas diferencias sugieren que estas variables podrían estar asociadas con la incidencia de BW en los lotes estudiados, proporcionando una base para un modelo predictivo más robusto.

El modelo RF mostró una capacidad de clasificación del 84.1%, diferenciando adecuadamente los lotes de banano con alta o baja incidencia de BW. La curva ROC del modelo presentó un área bajo la curva (AUC) de 0.91, indicando un alto poder predictivo del modelo. La combinación de Zn, Fe, Ca, K, Mn y arcilla fue capaz de diferenciar con precisión el 84.1% de los lotes de banano, con una sensibilidad del 89.80% y una especificidad del 72.40%. Estas variables se consideran ahora posibles indicadores nuevos de la incidencia de BW en suelos de origen lacustre en Venezuela.

Los resultados del estudio tienen implicaciones directas para la gestión agronómica y la sostenibilidad ambiental de la producción de banano en Venezuela. La identificación de propiedades del suelo relacionadas con BW puede ayudar a los agricultores a implementar prácticas de manejo más efectivas y sostenibles. Se encontró que los suelos con una alta incidencia de BW tenían texturas franco limosas a limosas, con predominio de partículas finas, y presentaban valores elevados de Na, Fe y Mg, así como un pH ligeramente superior. Esto indica que ciertas características del suelo pueden crear condiciones favorables para la enfermedad.

Aunque el estudio proporciona información valiosa sobre la relación entre las propiedades del suelo y la BW, los autores reconocen la necesidad de más investigación para confirmar estos hallazgos en diferentes condiciones de suelo y clima. Además, sugieren la inclusión de variables adicionales, como factores climáticos y de manejo agronómico, en futuros estudios. Este estudio demuestra el potencial del aprendizaje automático y los métodos estadísticos avanzados para mejorar la comprensión y el manejo de enfermedades agrícolas. La aplicación de estos métodos puede extenderse a otros cultivos y enfermedades, mejorando así la resiliencia de los sistemas agrícolas frente a los desafíos fitosanitarios.



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### 3.5. Conclusiones y perspectivas

En conclusión, el estudio proporciona un enfoque novedoso para la identificación de propiedades del suelo asociadas con la incidencia de BW en Venezuela, utilizando métodos supervisados. Los hallazgos sugieren que las prácticas de manejo que modifiquen estas propiedades del suelo podrían reducir la incidencia de BW y mejorar la productividad de los cultivos de banano en la región.

### 4. Desentrañando los secretos del suelo: el impacto de las variables edáficas en la productividad del banano

En esta parte, el estudio de Olivares et al. (2020) se centra en la identificación de las principales variables edáficas que influyen en la productividad del banano, utilizando el algoritmo de *Random Forest*. A través de este enfoque, se destacan las características más importantes del suelo, como el Mg, la resistencia a la penetración, respiración microbiana total, densidad aparente y nematodos omnívoros de vida libre, que están directamente relacionadas con la producción. Además, se explora la creación de un modelo empírico que predice la productividad del banano a partir de estos datos edáficos, ofreciendo una herramienta de gestión útil para mejorar el rendimiento agrícola de manera sostenible. Este enfoque permite que la IA se utilice para guiar decisiones prácticas y efectivas en el manejo del suelo.

#### 4.1. Introducción

La producción de banano es crucial para la economía de Venezuela, especialmente en los estados de Aragua y Trujillo. Este estudio se enfoca en identificar las propiedades del suelo que más afectan la productividad del banano. Utilizando un índice de productividad basado en datos biométricos de la planta, se desarrolló un modelo predictivo basado en características fácilmente medibles del suelo.

En Venezuela, sin embargo, la productividad ha enfrentado desafíos debido a la falta de prácticas agrícolas sostenibles y la escasez de insumos agrícolas. Este estudio pretende abordar estos desafíos mediante la identificación de factores del suelo que puedan ser manejados para mejorar la productividad.

#### 4.2. Diseño experimental y áreas de estudio



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



Se seleccionaron seis campos agrícolas en los estados de Aragua y Trujillo, dos de las principales áreas productoras de banano en Venezuela. En cada campo, se identificaron áreas de alta y baja productividad basadas en información de los agricultores y evaluaciones preliminares de productividad. Esto permitió a los investigadores analizar cómo diferentes características del suelo afectan la producción de banano en estos entornos.

En los sitios de estudio, se realizaron muestreos de suelos perturbados y no perturbados para analizar sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Las muestras no perturbadas se utilizaron para medir propiedades físicas como la densidad aparente y la resistencia a la penetración, mientras que las muestras perturbadas se utilizaron para análisis químicos y biológicos, como la respiración microbiana total y la abundancia de nematodos de vida libre.

Se desarrolló un Índice de Productividad (PI) basado en datos biométricos de la planta, como la circunferencia del pseudotallo, el número de manos por racimo y la altura de la planta sucesora. Este índice permitió evaluar la productividad de los diferentes lotes de banano en función de las características del suelo.

### **4.3. Identificación de variables del suelo mediante *Random Forest***

Utilizando el análisis de *Random Forest*, los investigadores identificaron las 16 variables del suelo que mejor explican la variabilidad del PI. Entre estas variables se encuentran la resistencia a la penetración, el contenido de magnesio, la densidad aparente del suelo, la respiración microbiana total y la abundancia de nematodos de vida libre. Estas variables fueron seleccionadas por su capacidad para predecir la productividad del banano en los campos estudiados.

### **4.4. Desarrollo de modelos de regresión lineal múltiple**

A partir de las variables seleccionadas mediante RF, se desarrollaron varios modelos de regresión lineal múltiple para determinar cuáles de estas variables estaban más estrechamente relacionadas con la productividad del banano. El modelo más efectivo incluyó cinco variables del suelo que explicaron el 55% de la variabilidad del PI, lo que demuestra una fuerte asociación entre estas variables y la productividad del banano.



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



Se realizó un análisis de rendimiento para comparar la calidad de la predicción y el error asociado con el número de variables del suelo seleccionadas en los modelos propuestos. El modelo seleccionado incluyó cinco variables del suelo que explicaron adecuadamente la productividad del banano, con un error absoluto medio aceptable y una raíz del error cuadrático medio razonable.

El estudio resalta la importancia de las propiedades físicas y biológicas del suelo en la productividad del banano. Por ejemplo, la densidad aparente del suelo y la resistencia a la penetración se correlacionaron negativamente con la productividad, mientras que la respiración microbiana y la abundancia de nematodos de vida libre mostraron asociaciones significativas con el rendimiento de los cultivos.

#### **4.5. Conclusiones y aplicaciones prácticas**

El estudio concluye que las propiedades del suelo, como el contenido de magnesio, la resistencia a la penetración, la respiración microbiana total, la densidad aparente y los nematodos de vida libre, son indicadores clave de la productividad del banano en Venezuela. Estos hallazgos pueden guiar a los agricultores en la implementación de prácticas de manejo específicas del sitio para mejorar la productividad y sostenibilidad de los cultivos de banano en las áreas estudiadas.

#### **5. Más allá de lo visible: explorando la relación entre la morfología del suelo y la productividad del banano**

Mediante la técnica de regresión de escalamiento óptimo regularizado, esta sección profundiza en la investigación de Olivares et al. (2022b) sobre la correlación entre la productividad del banano y las propiedades morfológicas del suelo. Los hallazgos revelan que factores como la profundidad del suelo, la capacidad de retención de agua y la estructura del suelo tienen un impacto significativo en los niveles de productividad del cultivo. La metodología de escalamiento óptimo regularizado permite una cuantificación precisa de estas correlaciones, lo que refuerza la importancia de un manejo adecuado de las características físicas del suelo para maximizar la producción de banano. Este análisis también pone de relieve la necesidad de estrategias de manejo del suelo basadas en datos para abordar problemas de baja productividad.



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### 5.1. Introducción y contexto del estudio

El cultivo de banano es una actividad agrícola fundamental en muchas regiones tropicales y subtropicales. Sin embargo, la productividad de estas plantaciones puede verse afectada por diversos factores, entre los cuales las propiedades del suelo juegan un papel crucial. En este estudio, se exploró cómo las características morfológicas del suelo pueden influir en la productividad del banano, utilizando datos obtenidos de diferentes sitios de cultivo en Venezuela. La motivación principal es entender mejor estas relaciones para mejorar las prácticas de manejo del suelo y aumentar la eficiencia productiva.

### 5.2. Metodología de la investigación

Para llevar a cabo este estudio, se utilizó un enfoque de regresión de escalamiento óptimo regularizado. Esta técnica permite manejar datos complejos y detectar relaciones no lineales entre variables. Se analizaron muestras de suelo de varias plantaciones de banano, evaluando variables como la textura, la estructura, la consistencia, la plasticidad, la actividad biológica y la respuesta a ácido clorhídrico (HCl) para determinar su impacto en la productividad del cultivo.

### 5.3. Resultados principales

Los resultados revelaron que ciertas propiedades del suelo, como la textura y la estructura, tienen una influencia significativa en la productividad del banano. Específicamente, los suelos con mayor contenido de arcilla y una estructura subangular blocky moderada tendieron a estar asociados con niveles más altos de productividad. Además, la actividad biológica del suelo, medida por la abundancia de raíces y la actividad de organismos del suelo, mostró una correlación positiva con la productividad del banano.

Uno de los hallazgos más importantes del estudio fue la relación entre la textura del suelo y la productividad del banano. Los suelos con texturas más finas, como la arcilla limosa, demostraron ser más productivos en comparación con aquellos con texturas más gruesas, como la arena. Esto se atribuye a la mayor capacidad de retención de agua y nutrientes de los suelos más finos, lo cual es crucial para el crecimiento y desarrollo óptimo de las plantas de banano.



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



La estructura del suelo también se destacó como un factor determinante de la productividad. Suelos con estructuras subangulares blocky, que permiten un mejor flujo de aire y agua, mostraron una mayor productividad. Esta estructura favorece la penetración de las raíces y el acceso a los nutrientes esenciales, promoviendo un crecimiento saludable de las plantas.

La consistencia y la plasticidad del suelo fueron otros factores evaluados en el estudio. Se encontró que los suelos con una consistencia firme y una plasticidad moderada eran más favorables para la producción de banano. Estos suelos son menos propensos a la compactación, lo que facilita la penetración de las raíces y la absorción de agua y nutrientes.

La actividad biológica del suelo, medida por la cantidad de raíces y la presencia de organismos beneficiosos, se correlacionó positivamente con la productividad del banano. Los suelos con alta actividad biológica no solo proporcionan un mejor entorno para el crecimiento de las raíces, sino que también ayudan a descomponer la materia orgánica y liberar nutrientes esenciales para las plantas.

La respuesta del suelo a la aplicación de HCl, un indicador de la presencia de carbonatos y otros minerales reactivos también fue analizada. Suelos que mostraron una reacción moderada a fuerte al HCl tendieron a tener una menor productividad, posiblemente debido a la alta presencia de carbonatos que pueden afectar negativamente la disponibilidad de ciertos nutrientes para las plantas.

Basado en los datos recopilados, se desarrollaron modelos predictivos que incorporan las variables del suelo identificadas como más influyentes en la productividad del banano. Estos modelos pueden ser herramientas valiosas para agricultores y científicos para predecir el rendimiento de las plantaciones en función de las características del suelo y optimizar las prácticas de manejo.

Los hallazgos de este estudio tienen importantes implicaciones para la gestión de suelos en plantaciones de banano. Se recomienda a los agricultores realizar evaluaciones regulares del suelo y ajustar las prácticas de manejo basándose en las características específicas del suelo para maximizar la productividad. También se sugiere la implementación de prácticas que promuevan la salud biológica del suelo, como el uso de abonos orgánicos y la reducción de prácticas que conduzcan a la compactación del suelo.



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



#### 5.4. Limitaciones del estudio y futuras investigaciones

Aunque el estudio proporciona información valiosa sobre la relación entre las propiedades del suelo y la productividad del banano, existen limitaciones. Por ejemplo, la variabilidad en las condiciones climáticas y la gestión agrícola entre los sitios de estudio puede influir en los resultados. Futuros estudios podrían enfocarse en investigar estas relaciones en diferentes contextos climáticos y con diferentes prácticas de manejo.

#### 5.5. Conclusión

Este estudio destaca la importancia de las propiedades del suelo en la determinación de la productividad del banano. Al comprender mejor estas relaciones, los agricultores pueden tomar decisiones más informadas sobre la gestión del suelo, lo que puede conducir a mejoras significativas en la producción de banano. El uso de técnicas avanzadas de análisis de datos, como la regresión de escalamiento óptimo regularizado, demuestra ser una herramienta poderosa para explorar y entender estas complejas interacciones.

#### 6. Un mapa de riesgo para la bananicultura colombiana: detectando zonas susceptibles al *Fusarium* TR4

Esta sección aborda el estudio de Rodríguez et al. (2023) sobre el desafío de mapear la susceptibilidad de las tierras musáceas en Colombia frente al *Fusarium* TR4. Se utilizan modelos predictivos avanzados para identificar las áreas más vulnerables, considerando factores como la humedad del suelo, la temperatura y las propiedades físicas del terreno. El mapeo de susceptibilidad no solo proporciona información valiosa para los productores de banano, sino que también permite un enfoque preventivo en la gestión de esta enfermedad devastadora. Los resultados subrayan la importancia de la planificación geoespacial y la gestión proactiva para mitigar la propagación del *Fusarium* en uno de los principales países productores de banano.

##### 6.1. Introducción al problema del *Fusarium* TR4:

Este patógeno representa una amenaza significativa para la producción de banano en Colombia, uno de los principales países productores de esta fruta a nivel mundial. Dada la importancia



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



económica de la industria bananera colombiana, comprender la susceptibilidad de las tierras a esta enfermedad es crucial para implementar medidas de prevención y control efectivas.

### 6.2. Metodología del estudio

El estudio utilizó una combinación de criterios climáticos, edáficos y de densidad de producción de Musáceas para mapear y definir áreas con diferentes niveles de susceptibilidad al Foc TR4 en Colombia. Se emplearon mapas raster de precipitación media anual, temperatura media anual, características del suelo, altitud y puntos de localización de fincas para modelar la susceptibilidad. Los resultados se validaron utilizando el algoritmo RF, que permitió identificar las áreas más vulnerables.

### 6.3. Resultados de la susceptibilidad de las tierras bananeras a Foc TR4

Se encontró que el clima es un factor predisponente importante para la infección por Foc TR4 en casi todo el territorio colombiano. Aproximadamente el 91,5% de la superficie del país se clasifica como altamente susceptible debido a los efectos de la precipitación y la temperatura. Los departamentos con mayor susceptibilidad climática incluyen Amazonas, Guainía, Guaviare, Vaupés y Vichada, donde el 100% de su superficie se clasifica como de muy alta susceptibilidad.

El estudio reveló que el 94.3% del territorio continental de Colombia tiene suelos con alta y muy alta susceptibilidad a la infección por Foc TR4. Las zonas de alta susceptibilidad se asocian generalmente con pendientes bajas, mal drenaje y reacciones ácidas del suelo. Por otro lado, áreas con suelos de susceptibilidad media se encuentran en regiones con drenaje rápido, menor contenido de arcilla y pH más altos, lo que podría reducir la predisposición a la enfermedad.

Al considerar conjuntamente los efectos del clima y el suelo, se observó que las clases de alta y muy alta susceptibilidad ocupan el 91.3% del territorio, similar al efecto del clima por sí solo. Sin embargo, el estudio destacó un aumento en la clase de alta susceptibilidad y una disminución en la clase de muy alta susceptibilidad, lo que sugiere que las características del suelo pueden moderar los efectos climáticos en ciertas áreas.

La densidad de las fincas productoras de Musáceas en Colombia muestra un patrón concentrado alrededor de los departamentos de Caldas y Risaralda. Este factor de densidad es crucial porque



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



determina la posibilidad de propagación de Foc TR4. Áreas con baja densidad de fincas, a pesar de tener alta susceptibilidad climática y edáfica, pueden tener menor riesgo de infección debido a la dispersión de las fincas.

Al incorporar la densidad de fincas en el análisis de susceptibilidad, se encontró que las clases de alta y muy alta susceptibilidad cubren aproximadamente el 50% del territorio continental colombiano. Esta inclusión del factor de densidad ajusta la susceptibilidad en áreas donde la ocupación de fincas es baja, reduciendo así el riesgo potencial de infección.

La altitud también juega un papel fundamental en la determinación de la susceptibilidad a Foc TR4. Por encima de los 2000 metros, la susceptibilidad se reduce significativamente debido a factores como la menor accesibilidad y temperaturas más bajas, que no son favorables para el desarrollo del patógeno.

#### **6.4. Recomendaciones para la gestión de la enfermedad**

El estudio sugiere que la implementación de estrategias de manejo que consideren los factores climáticos, edáficos y de densidad de fincas es esencial para prevenir y controlar la propagación de Foc TR4. Esto incluye mejorar las medidas de bioseguridad, desarrollar cultivares de banano resistentes y aplicar prácticas agrícolas sostenibles.

#### **6.5. Conclusiones y perspectivas futuras**

Este estudio proporciona un enfoque novedoso para entender la susceptibilidad de las tierras colombianas a Foc TR4 y resalta la necesidad de un monitoreo continuo y medidas de contención. Además, contribuye al conocimiento global sobre la epidemiología y control de Foc TR4, ofreciendo información valiosa para otros países que enfrentan desafíos similares en la industria bananera.

#### **Bibliografía consultada**

Olivares, B. O., Araya-Alman, M., Acevedo-Opazo, C., Rey, J. C., Cañete-Salinas, P., Kurina, F. G., Balzarini, M., Lobo, D., Navas-Cortés, J. A., Landa, B. B., & Gómez, J. A. (2020). Relationship between soil properties and banana productivity in the two main cultivation



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



- areas in Venezuela. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 20, 2512–2524.  
<https://doi.org/10.1007/s42729-020-00317-8>
- Olivares, B., Rey, J. C., Lobo, D., Navas-Cortés, J. A., Gómez, J. A., & Landa, B. B. (2021). Fusarium wilt of bananas: A review of agro-environmental factors in the Venezuelan production system affecting its development. *Agronomy*, 11(5), 986.  
<https://doi.org/10.3390/agronomy11050986>
- Olivares, B. O., Calero, J., Rey, J. C., Lobo, D., Landa, B. B., & Gómez, J. A. (2022b). Correlation of banana productivity levels and soil morphological properties using regularized optimal scaling regression. *Catena*, 208, 105718.  
<https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105718>
- Olivares, B. O., Vega, A., Calderón, M. A. R., Rey, J. C., Lobo, D., Gómez, J. A., & Landa, B. B. (2022a). Identification of soil properties associated with the incidence of banana wilt using supervised methods. *Plants*, 11, 2070. <https://doi.org/10.3390/plants11152070>
- Olivares, B. (2022). Machine learning and the new sustainable agriculture: Applications in banana production systems of Venezuela. *Agricultural Research Updates*, 42, 133-157. Nova Science Publishers, Inc.
- Olivares, B. (2023). *Banana production in Venezuela: Novel solutions to productivity and plant health*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-34475-6>
- Rodríguez, G., Olivares, B. O., Silva-Escobar, O., González-Ulloa, A., Soto-Suarez, M., & Betancourt-Vásquez, M. (2023). Mapping of the susceptibility of Colombian Musaceae lands to a deadly disease: *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Tropical Race 4. *Horticulturae*, 9, 757. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9070757>



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Los pesticidas y su efecto sobre los ecosistemas y la salud humana

Dra. Carmen Betancourt

Universidad Río Negro, Argentina.

E-mail: [carmenbetancourt@gmail.com](mailto:carmenbetancourt@gmail.com)

#### Introducción

Desde los inicios de la agricultura, surgió la necesidad de repeler las plagas que tenían efectos dañinos sobre los cultivos. Así, los pesticidas fueron saludados como "la solución definitiva" al problema del hambre y de muchas enfermedades infecciosas (Del Puerto et al., 2014).

En las últimas décadas, el uso intensivo de pesticidas ha provocado un impacto significativo en los ecosistemas, alterando las dinámicas naturales y afectando a una amplia gama de organismos no objetivo, desde insectos polinizadores hasta aves y peces. Los neonicotinoides, por ejemplo, han sido implicados en el declive de las poblaciones de abejas, esenciales para la polinización de numerosos cultivos (Stehle & Schulz, 2015). Además, herbicidas como el glifosato, ampliamente utilizado, no solo han causado resistencia en las malas hierbas, sino que también han suscitado preocupaciones sobre su potencial carcinogénico.

Estudios epidemiológicos han vinculado la exposición a ciertos pesticidas con una variedad de problemas de salud, incluyendo trastornos neurológicos, enfermedades respiratorias y cáncer (Castillo & Mejía Dueñas, 2023). Los organofosforados y carbamatos, aunque efectivos en el control de plagas, han mostrado ser neurotóxicos, afectando gravemente el sistema nervioso central (Díaz & Betancourt Aguilar, 2018).

Es en este contexto que debemos examinar y reconsiderar las prácticas agrícolas actuales. La agroecología y el uso de las tecnologías convergentes nos ofrecen una vía sostenible para reducir



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



la dependencia de los pesticidas, promoviendo métodos de cultivo que respeten y mantengan la biodiversidad y la salud del suelo, al mismo tiempo que protegen la salud humana (Bianqui, 2020).

#### **Generalidades sobre los pesticidas**

Se conoce que un pesticida es toda sustancia o mezcla de sustancias, utilizadas para controlar las plagas y enfermedades que atacan los cultivos. Pero debemos tener claro que fueron diseñadas para ser tóxicas y se consideran "contaminantes emergentes" (Valbuena et al., 2013). En los últimos años, se ha renovado la preocupación e interés no sobre los pesticidas mismos, sino por sus productos de degradación, pues se ha comprobado que pueden ser incluso más tóxicos y aparecer en mayor concentración que los propios pesticidas (Tahir et al., 2021).

De acuerdo con su acción específica sobre la plaga o enfermedad que controlan, los pesticidas se clasifican en insecticidas (contra insectos), acaricidas (contra garrapatas, ácaros y arañas), nematocidas (contra nemátodos), molusquicidas (contra moluscos), rodenticidas (contra roedores), avicidas (contra aves), bactericidas (contra bacterias), fungicidas (contra hongos) y herbicidas (contra plantas indeseadas) (Díaz & Betancourt Aguilar, 2018). En la tabla 1 se presenta una clasificación de los pesticidas de acuerdo con sus grupos funcionales.

Según su toxicidad, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2004) hizo la caracterización mostrada en la tabla 2. Estas sustancias se han convertido en la forma dominante del combate a las plagas y existe un debate sobre su uso, ya que se argumenta que sin estos será muy difícil alimentar a una población mundial en aumento, por otro lado, se debate que esta “esencialidad de los pesticidas” es solo un mito promovido por las empresas agroquímicas.

Indiscutiblemente los pesticidas son necesarios para garantizar la producción agrícola, además son un arma poderosa en el manejo integral de vectores de enfermedades. Entre dos extremos se promulga que la solución está en prohibir el uso de pesticidas altamente peligrosos, a la par de la introducción de nuevas tecnologías de producción y protección ambiental para garantizar la seguridad alimentaria, mitigando los daños colaterales.



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



**Tabla 1.** Clasificación de pesticidas según su grupo químico, tipo de molécula y modo de acción

Grupo químico del principio activo	Tipo de molécula	Modo de acción
Organofosforados	Ácido fosfórico	Actúan inhibiendo dos enzimas, la acetilcolinesterasa y butirilcolinesterasa.
Organoclorados	Moléculas orgánicas con sustituyentes cloro en varios lugares de su estructura, que poseen una configuración cíclica	Actúan como antagonistas de los canales de cloro GABA-dependientes (Castellanos et al., 2019).
Carbamatos	Ácidos carbamáticos	Actúan como inhibidores de las enzimas colinesterasas.
Bipiridilos (Diquat y paraquat)	Bipiridilos	Son agentes corrosivos, que producen especies reactivas de oxígeno, lo que causa toxicidad sistémica.
Clorofenoxiácidos	Ácido fenoxiacético	En las plantas actúan estimulando la hormona de crecimiento, mientras que en animales puede inducir daño mitocondrial.
Fosfometilglicina (Glifosato)	N-Fosfometil-glicina	Estos compuestos pueden causar un desacoplamiento de la fosforilación oxidativa mitocondrial.
Ftalonitrilos	Ácido clorosulfónico	Actúan inhibiendo la respiración celular.

Fuente: Díaz et al. (2018).

**Tabla 2.** Clasificación de peligrosidad de los pesticidas según DL50 (mg/kg de peso en ratas)

Clase	Definición	DL50 por Vía Oral (mg/kg)	DL50 por Vía Dérmica (mg/kg)
		<b>Sólidos</b>	<b>Líquidos</b>
<b>Ia</b>	Extremadamente peligroso	≤5	≤20
<b>Ib</b>	Altamente peligroso	5-50	20-200
<b>II</b>	Moderadamente peligroso	50-500	200-2000
<b>III</b>	Ligeramente peligroso	≥500	≥2000

Fuente: OMS (2004)



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



En reservas naturales o artificiales de agua estos compuestos se emplean para prevenir el crecimiento de hierbas, algas, hongos y bacterias. En la industria se utilizan ampliamente en la fabricación de equipos eléctricos, neveras, pinturas, papel, cartón y materiales para embalaje de alimentos, entre otros, para evitar en estos productos el desarrollo de bacterias, hongos, algas, levaduras o que sean dañados por plagas de insectos y/o roedores. Su uso en el hogar está dado por la incorporación de estos en productos como cosméticos y champús para preservarlos del desarrollo de hongos y bacterias, en repelentes de insectos y también en productos destinados al cuidado de mascotas y plantas para atacar o prevenir infestaciones por insectos (Del Puerto et al., 2014).

Estas sustancias se dispersan en el ambiente y se convierten en contaminantes para los sistemas biótico (animales y plantas principalmente) y abiótico (suelo, aire y agua) amenazando su estabilidad y representando un peligro de salud pública. Factores como sus propiedades físicas y químicas, el clima, las condiciones geomorfológicas de los suelos y las condiciones hidrogeológicas y meteorológicas de las zonas, definen la ruta que siguen los mismos en el ambiente. El grado de lixiviación depende de su solubilidad en agua, de su naturaleza química y del valor del pH del suelo, que se favorece por la capacidad de adsorción de este, esto varía principalmente por el porcentaje de arcillas, arenas y limos presentes en el, por las altas temperaturas y por la precipitación pluvial. Esto es decisivo para determinar su distribución en la biosfera, pues las plantas y los microorganismos no pueden recibir directamente los compuestos adsorbidos sobre las partículas del suelo. Este proceso está en equilibrio con la eliminación (desorción) del compuesto en la solución del suelo.

La distribución de un pesticida en la biofase (plantas y microorganismos) depende de la capacidad de absorción de esta y de la naturaleza del suelo. Un suelo con gran capacidad de absorción puede conducir a la inactividad total del pesticida, ya que nunca penetrará en la plaga. Cuando los pesticidas ingresan en las cadenas alimentarias se distribuyen a través de ellas, se concentran en cada nicho ecológico y se acumulan sucesivamente hasta que alcanzan una concentración letal para algún organismo constituyente de la cadena, o bien hasta que llegan a niveles superiores de la red trófica.



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



El aire registra una contaminación mayor cuando se trata de aplicaciones por medios aéreos. Este efecto tiene mayor impacto si contamina zonas habitadas o con cultivos, y se hace muy evidente cuando se emplean herbicidas de contacto que llegan hasta cultivos que son muy sensibles a los mismos. También se dispersan en el aire para combatir los insectos voladores, aunque también, se volatilizan desde el suelo, fenómeno que depende sobre todo de la presión de vapor, la solubilidad del pesticida en agua, las condiciones ambientales y la naturaleza del sustrato tratado. También desde el agua puede contaminarse la atmósfera, como en el caso de los pesticidas clorados, poco solubles en ésta, por lo que tienden a situarse en la interfase agua- aire.

#### **Contaminación del suelo y el agua por pesticidas**

La contaminación del suelo se debe tanto a tratamientos específicos (por ejemplo: insecticidas aplicados al suelo), como a contaminaciones provenientes de tratamientos al caer al suelo el excedente de los pesticidas, o ser arrastradas por las lluvias las partículas depositadas en las plantas. En la acumulación de residuos de pesticidas influye el tipo de suelo; los arcillosos y orgánicos retienen más residuos que los arenosos. Los mayores riesgos se presentan con la aplicación de algunos pesticidas organoclorados, que son de eliminación más difícil, persistiendo en el suelo más tiempo, incluso años (Pathak et al., 2022).

Las propiedades físicas y químicas como el peso molecular, la ionizabilidad, la lipofilia, la polarizabilidad y la volatilidad de los pesticidas deciden su comportamiento y actividad biológica en el suelo. En general, el destino de los pesticidas en un ecosistema del suelo depende de la transformación abiótica relacionada con sus propiedades fisicoquímicas y también de la transformación biológica relacionada con la presencia de organismos vivos. Las propiedades físicas los hacen resistentes, reduciendo las pérdidas mientras que las estructuras químicas determinan la persistencia de los pesticidas en el suelo o el medio ambiente. Las transformaciones de pesticidas en el sistema del suelo pueden variar. Los procesos de adsorción se basan en fuerzas físicas como las de van der Waals o de naturaleza química, como las interacciones electrónicas. A través de la difusión y la volatilización, los pesticidas pueden disiparse en la atmósfera, el viento o la escorrentía, lo que conduce a la contaminación posterior de los cuerpos de agua.



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



Las propiedades físicas y químicas del suelo y los pesticidas, junto con otras condiciones ambientales, son las principales responsables de su adsorción por organismos objetivo y no objetivo, un fenómeno conocido como bioacumulación. Las características químicas y físicas tienen un impacto en la lixiviación y el desplazamiento vertical descendente de los sistemas del suelo. A través del proceso de lixiviación, los pesticidas pueden llegar hasta el nivel del agua subterránea, haciendo que el agua sea vulnerable a la contaminación. La lixiviación de pesticidas en las aguas subterráneas en cantidades suficientes puede suponer un riesgo peligroso para la salud humana y animal.

El suelo de naturaleza arenosa y bajo contenido orgánico actúa como un sistema de retención inestable y los compuestos persistentes o débilmente absorbidos tienen más probabilidades de lixiviarse fácilmente. Las diversas prácticas agrícolas son responsables de la translocación de pesticidas en el suelo o el agua y el período de su persistencia en ese ambiente puede ser corto o más largo durante semanas, meses o incluso años debido a una serie de factores, que incluyen el cambio climático, la textura del suelo, pH, temperatura, humedad y contenido de compuestos minerales y orgánicos

#### **Los neocotinoides y las abejas**

Los neonicotinoides son insecticidas derivados de la nicotina, que actúan como neurotóxicos al perpetuar la transmisión de impulsos en el sistema nervioso central hasta la muerte de los insectos. Su uso se incrementó rápidamente debido a su eficacia en muy bajas concentraciones y son uno de los insecticidas más usados en el mundo, empleándose en más de 120 países. Se comercializan en forma de gránulos, cápsulas, spray foliar y en tratamientos para semillas y al ser absorbidos por las raíces de la planta se distribuyen a todos los tejidos; así, los insectos herbívoros mueren intoxicados al comer cualquier parte de la planta. Son los pesticidas más estudiados con respecto a sus efectos en las abejas y residualidad, especialmente imidacloprid, tiametoxam, y clothianidina, cumafós y fluvalinato.

Las abejas se contaminan indirectamente al consumir polen y néctar, aunque ha habido casos de contaminación directa debido a los residuos tóxicos derivados de la siembra mecánica de semillas tratadas. Estos plaguicidas afectan los comportamientos implicados en búsqueda de alimento de



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



las abejas. Se ha comprobado que el uso de neonicotinoides dificulta el regreso a la colmena en las abejas forrajeras (Díaz & Betancourt Aguilar, 2018).

#### **Efecto en la vida acuática**

En las aguas se encuentran seres vivos (ostiones, almejas, etc.), que se alimentan por "filtrado" del agua, de la que retienen las partículas orgánicas aprovechables. Esta capacidad de filtración hace que vayan acumulando el tóxico, llegando a concentraciones miles de veces mayores que las del agua; por lo que aparecerán residuos en estos seres vivos, aunque no sean detectables en el medio circundante. Cuando las ostras u otros organismos similares son presa de otros más voraces, se acumula en estos últimos más cantidad del pesticida, y la escalada prosigue a través de seres inferiores, moluscos, peces, aves, etc., hasta alcanzar niveles peligrosos para ciertas especies.

Los pesticidas se acumulan y transmiten de niveles tróficos inferiores a superiores en los sistemas acuáticos, afectando directamente a la flora y fauna acuática, donde tienen un impacto en la salud humana a través de la ingesta de estos organismos. La exposición aguda a varios pesticidas causa mortalidad de los peces en ciertos casos, mientras que una exposición más baja a los mismos químicos genera alteraciones mortales. En muchas especies de peces expuestos a diversos pesticidas, los cambios en los parámetros hematológicos como los glóbulos rojos, los glóbulos blancos o las modificaciones de los niveles plasmáticos y séricos conducen a anomalías histológicas que afectan el hígado, los riñones, las branquias, los músculos, el cerebro y el intestino (Tahir et al., 2021). Además, se ha documentado en numerosos casos genotoxicidad provocada por varios pesticidas. Los peces son el escalón más bajo de la cadena alimentaria acuática; por tanto, reflejan el estado de la calidad y la contaminación del agua. Los fenómenos sumisos les permiten recolectar y almacenar compuestos como metales pesados y pesticidas, lo que permite reconocer los contaminantes de su entorno. Los peces ingieren una mayor cantidad de algas, fitoplancton y otras plantas acuáticas infectadas con pesticidas, lo que provoca que las toxinas tóxicas se acumulen progresivamente en los tejidos y órganos de los peces.

También afectan la capacidad de cambiar y alterar el comportamiento de la natación de los vertebrados acuáticos, como el de peces y anfibios, así como de alterar sus tasas de crecimiento (Stehle & Schulz, 2015).



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Efecto sobre los humanos

Los medios ambientales que se contaminan por pesticidas determinan el punto de contacto de los seres humanos con estas sustancias, entre los que se pueden encontrar: el medio laboral, el doméstico, lugares de recreación o cuando se consumen alimentos que contienen residuos de estas sustancias. Algunos pesticidas han sido identificados como un peligro a largo plazo para el medio ambiente y están prohibidos o rigurosamente restringidos por convenios internacionales, como el Convenio de Estocolmo sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), que entró en vigor en mayo de 2004 y abarca 12 productos químicos, que incluye ocho pesticidas y otros contaminados con dioxina.

El contacto humano con pesticidas es reconocido como un peligro para la salud humana. La gravedad depende del tiempo de exposición y la concentración. La experiencia ha demostrado que no basta solo con reducir las cantidades aplicadas hay que tener en cuenta también las características de peligrosidad de los ingredientes activos en uso. En 2006 la FAO y la OMS establecieron una nueva categoría normativa conocida como Pesticida Altamente Peligroso (PAP) (Castillo & Dueñas, 2023). Según datos de la American Association of Poison Control Centers de EUA del año 2018 se recibieron 2 099 751 casos de intoxicación por año, de estos el 76,6% fueron por exposición no intencional a pesticidas, lo cual revela la complejidad de su manejo.

Según los autores antes mencionados, pueden causar toxicidad por exposición aguda o crónica. Las intoxicaciones agudas pueden ser no intencionales o con intención suicida, en cuanto a la exposición crónica suele ser no intencional y es considerada un factor de riesgo para el desarrollo de diversas enfermedades, como las neurodegenerativas, el cáncer, renales, respiratorias, metabólicas y del desarrollo. Se considera que la contaminación ambiental atribuible a los pesticidas a la cual el público en general está inevitablemente expuesto contribuye al 22% de la carga mundial de enfermedades y al 23% de las muertes. Sobre los grupos de riesgos destacan quienes manipulan, aplican, viven, trabajan o estudian cerca de zonas agrícolas, así como las mujeres embarazadas y niños en crecimiento.



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



Según la revisión realizada por Valbuena y colaboradores (antes mencionados) otros autores han mostrado la relación entre la exposición a los pesticidas y el aumento en la tasa de enfermedades crónicas, como, por ejemplo:

- Cáncer (próstata, pulmón, linfomatomopoyéticos, colorrectal y en la sangre)
- Defectos de nacimiento y toxicidad del desarrollo
- Desórdenes reproductivos
- Enfermedades genéticas heredables, así como disfunción reproductiva y defectos de nacimiento
- Parkinson
- Alzheimer
- Diabetes
- Alzheimer
- Esclerosis lateral amiotrófica
- Enfermedades cardiovasculares
- Enfermedad respiratoria crónica
- Enfermedades autoinmunes (lupus eritematoso sistémico y artritis reumatoide)

Investigaciones más recientes, realizadas en el 2022 señalan que los compuestos de nitrógeno cuaternario como el paraquat están asociados con enfermedades neurodegenerativas como el Parkinson, pero su mecanismo molecular aún no se conoce bien. De manera similar, el grupo pesticida carbamatos inhibe la actividad de la acetilcolinesterasa (AChE) y se utiliza como biomarcador de neurotoxicidad (Pathak et al., 2022). El problema del cáncer es causado por los diversos pesticidas, pero el cáncer de mama es el más común de todos los tipos de cáncer y está asociado con organofosforados (malatión y paratión) que afectan el crecimiento y la proliferación celular. De manera similar, los receptores muscarínicos autoinhibidores de las neuronas parasimpáticas que inervan el músculo liso de las vías respiratorias están implicados en el caso del



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



asma por organofosforados. También reduce la fertilidad y crea anomalías del tracto genital tanto en hombres como en mujeres al afectar la acción de las hormonas endocrinas, su momento de liberación e imitar estas hormonas. Según varios estudios, el organofosforado reduce la actividad de la paraoxonasa y aumenta el riesgo de enfermedad arterial coronaria.

En el estudio mencionado señalan que los pesticidas interactúan con el ADN y provocan cambios conformacionales que podrían inducir mutaciones genéticas y provocar consecuencias adversas para la salud, como la carcinogénesis. Los efectos agudos de estos compuestos sintetizados químicamente en la salud humana generalmente se prueban y notifican antes del lanzamiento al mercado de estos pesticidas. Sin embargo, el efecto a largo plazo de la exposición crónica a los pesticidas se ha convertido en una preocupación importante en la última década. El posible daño genético iniciado por la exposición ocupacional a pesticidas sea mucho mayor que el causado por el tabaquismo y el consumo de alcohol. También destaca una estrecha asociación entre la exposición persistente a pesticidas y un mayor riesgo de enfermedades como trastornos neurodegenerativos, disruptores endocrinos, complicaciones respiratorias, trastornos reproductivos y defectos de nacimiento. Se cree que la naturaleza cancerígena, teratogénica y mutagénica de estos compuestos es una fuente que contribuye al desarrollo del cáncer en la población humana.

Una persona expuesta directamente a pesticidas es altamente susceptible a varias enfermedades malignas humanas, como cáncer de cabeza, cuello, mama, tiroides, cerebro, colorrectal, páncreas, pulmón, leucemia, próstata, linfoma no Hodgkin y ovario. El principal mecanismo molecular que probablemente cause carcinogénesis inducida por pesticidas implica estrés oxidativo, cambios genéticos y epigenéticos y alteraciones endocrinas. La exposición continua a pesticidas puede alterar el equilibrio celular entre las moléculas pro y antioxidantes e inducir estrés oxidativo para inducir daño a las macromoléculas, lo que lleva a la desregulación de varios procesos fundamentales y, posteriormente, estimula la iniciación, el crecimiento y la progresión del cáncer, así como a la metástasis y resistencia a la quimioterapia.



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



#### **Pesticidas y percepción del riesgo**

El concepto de percepción de riesgo permite entender el comportamiento de los sujetos. Es un proceso cognitivo que se apoya en la información que cada persona posee, dicha información se obtiene del exterior, de su historia, de su cultura, del contexto en el que se encuentra, etc. El sujeto organiza la información de forma inmediata y emite un juicio o valor, a su vez ese juicio o valor condiciona su comportamiento. Una percepción de riesgo alta favorecería que los sujetos no tuvieran cierta conducta que podría ser perjudicial para su salud en cambio una percepción baja favorecería a incurrir en conductas que los dañen. Los sujetos despliegan cotidianamente variados comportamientos que podrían ser riesgosos para su salud sin percibirlo de esa manera (Bianqui, 2020). Hay factores que hacen que disminuya la percepción de riesgo como pueden ser la cotidianidad y frecuencia con que se desarrolla una actividad, la familiaridad en el vínculo (en este caso se trata de los pesticidas), y la construcción de mitos que disminuyen el daño a la exposición.

La percepción de riesgo es un proceso social que se encuentra atravesado por factores específicos que median las decisiones de los sujetos. Para ello se valen de la diversidad de información que reciben sobre los factores de riesgo, sus conocimientos y experiencias pasadas, la ponderación de potenciales beneficiosos y el contexto en el cual se desarrollan. Además, dada la complejidad en la cual los sujetos se desenvuelven requieren de la construcción de una representación simplificada del mundo con el objetivo de poder tomar decisiones afines a su contexto. Es decir, los sujetos ponderan y evalúan de forma activa los diversos factores presentes en el contexto en el cual se desenvuelven, minimizando o invisibilizando ciertos factores y destacando otros.

Otros autores concuerdan con que la experiencia de la realidad contaminada, socialmente construida, puede incluir incertidumbre y confusión a la vez que condiciona la percepción del riesgo, como un concepto que hace referencia específica a las expectativas de los habitantes respecto a los acontecimientos desatados por la exposición a un agente contaminante (Jorge, 2022). La autora mencionada hace un análisis sobre las fumigaciones con agroquímicos y sus efectos en los cuerpos. Cuando el cuerpo puede dar cuenta de su padecimiento a través de un relato que lo exponga y, a su vez, cuenta con una certificación institucional que atestigua la enfermedad, se vuelve biolegítimo. El cuerpo no se expone únicamente de manera física, sino que esta exposición



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



también se despliega a partir de relatos autobiográficos que trazan la historia de las afecciones de los individuos. ¿Cuándo y de qué forma un cuerpo expuesto a las fumigaciones se vuelve biológicamente, es decir, visible para la sociedad y las autoridades? ¿La falta de consecuencias visibles en el cuerpo de los habitantes expuestos a las fumigaciones con agroquímicos condiciona la percepción del riesgo, al menos en el corto plazo? Si bien todos están de acuerdo en que el campo ha sufrido modificaciones en las últimas décadas, las percepciones respecto a estos cambios se presentan de manera diferente según quien las enuncia.

Pone un ejemplo interesante sobre la percepción del riesgo vista por actores diferentes. El campo no es el mismo para un peón rural jubilado, para un apicultor y para un activista. Los tres actores tienen perspectivas diferentes respecto a las consecuencias de los cambios en el sector agrícola, que responden a las mediaciones que tienen con este sector. El peón rural, comenta “Se tecnificó el trabajo rural, se hizo más fácil y selectivo porque mejoraron mucho la calidad de las fumigaciones”. Un apicultor: “Antes esta era una zona apícola, pero ahora solo quedan tres o cuatro productores, cuando antes había veinte aproximadamente. Esta reducción se debe, en parte, a que la abeja necesita del monte para autoabastecerse y acá ya no hay”. Para un activista local, el campo se transformó en un lugar de paso, inhóspito y alejado de la vida local: “Incluso el modelo de producción generó eso, con la expansión del monocultivo el paraje es irreconocible, tenés que caminar por el medio de la nada para tratar de adivinar dónde estaba tu casa. Y lo que genera es algo entrañable en vez de una bronca, una rabia de decir qué están haciendo, ¿no les parece raro que ahora tengamos desierto de soja?”

Los entrevistados señalaron estar acostumbrados a la actividad agrícola de los campos lindantes. La misma forma parte de su cotidianeidad y estructura parte de la rutina de todos los habitantes, incluso de quienes no trabajan en el sector agrícola. Si se tiene en cuenta que las prácticas y los discursos de los sujetos median la experiencia entre el ambiente contaminado y la experiencia subjetiva, podría pensarse que el acostumbramiento condiciona la percepción del peligro. Este acostumbramiento tiene varias aristas a considerar. Por un lado, aparece en la mayoría de los discursos de los entrevistados en relación con las implicancias del trabajo rural de la zona: extensos campos de monocultivo, la circulación de tractores y máquinas por la ruta, las fumigaciones



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



periódicas y los marcados ciclos de trabajo. Por otro lado, es importante considerar la habituación sensorial implicada en el acostumbramiento al ambiente contaminado. En algunas entrevistas, se mencionaba el olor a agroquímico como un factor importante para percibir o no el riesgo. Un vecino señalaba: “[La actividad agrícola] es igual que en otros pueblos, solo cambia que acá la población es más grande y por ende hay más roces, más indiferencia, menos olor. El olor te despierta, cuando no hay olor estás como dormido”.

Las nociones que se tengan de un riesgo son construcciones sociales que enfatizan algunos aspectos del peligro y que otros ignoran. Varía según la posición social de los actores involucrados, por lo tanto, la percepción de un determinado riesgo por parte de los habitantes de una sociedad estará mediada por la interacción social y no se corresponderá, necesariamente, con el riesgo objetivo. ¿Por qué los riesgos cotidianos a los cuales se exponen las personas suelen ser codificados como poco peligrosos? Es en la interacción social donde se codifican gran parte de los riesgos. Por su parte, explica que la aceptabilidad del riesgo suele ser mayor cuando su fuente es la misma que la que genera trabajo.

En el caso del riesgo a los agroquímicos resulta importante considerar que la exposición crónica a los efectos de estos es, por lo general y al menos por un tiempo, imperceptible. En consecuencia, para que adquieran visibilidad es importante apelar a un saber. En particular, como señala Iturralde, esta condición de invisibilidad en los efectos de la exposición a los agroquímicos en el corto plazo hace que el conocimiento brindado por los expertos y/o científicos juegue un papel fundamental en la percepción y la aceptación de ese riesgo.

El discurso de inocuidad también está presente en los vecinos. Algunos negaban que pudiera existir una relación entre algún problema de salud o enfermedad y la exposición a las fumigaciones con agroquímicos. Considerar a la enfermedad como un producto de la exposición a las fumigaciones es una práctica improbable que se excluye bajo el título de lo impensable. El silencio social frente a las fumigaciones con agroquímicos es una postura usual. Estos silencios están dotados de una politicidad particular, diferente a las posturas que rápidamente identificamos como “políticas”.



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



#### Los pesticidas domésticos

Existe una gran cantidad de pesticidas de uso doméstico, muchos de los cuales, según su publicidad, no son peligrosos para el hombre o los animales domésticos. Sin embargo, debe considerarse que todos los pesticidas de uso doméstico son en mayor o menor grado peligrosos y dañinos para la salud (Soto & Aguilar, 1994). Poco se sabe sobre el uso de pesticidas para el control de plagas domésticas y de jardín, pues la atención se ha centrado más en aquellos de uso agrícola. La falta de información y la publicidad irresponsable son causa para que se dé un uso inadecuado de los insecticidas, rodenticidas, fungicidas, etc. Los pesticidas caseros en su mayoría consisten en mezclas de piretroides con organofosforados o carbamatos en concentraciones bajas. Otros por ejemplo contienen diclorvos o DDVP, un pesticida que ha producido muchos casos de intoxicaciones en humanos.

Los pesticidas más utilizados en el ámbito hogareño son los que actúan sobre los insectos (insecticidas y repelentes) y los que se utilizan para el control de roedores (rodenticidas. Los más implicados en intoxicaciones respiratorias en el hogar son insecticidas inhibidores (organofosforados y carbamatos como clorpirifos, metomilo o propoxur) y piretroides (como permetrina o tetrametrina) en concentraciones bajas, del 1 al 2%. Están presentes en forma de vapores, aerosoles, polvos, lociones y pastillas para enchufes eléctricos, destinados a la erradicación de insectos rastreros y voladores o ectoparásitos. Un pesticida de uso doméstico es aquel de venta libre que está disponible en aerosoles, líquidos termo evaporables, tabletas, espirales y cremas; generalmente se comercializan listos para su uso, aunque algunos requieren su dilución en agua. Está pensado para ser aplicado por el consumidor que lo adquiere sin más precauciones que aquellas que se explican en la etiqueta, cuyas indicaciones en cuanto a aplicación y condiciones de almacenamiento deben ser prolijamente seguidas. Los pesticidas agrícolas nunca deben ser usados en los hogares, escuelas o en sus alrededores porque no están pensados para resultar seguros en condiciones de exposición hogareña (Ministerio de Salud Pública. Presidencia de la Nación, 2016). Los autores mencionados recomiendan lo siguiente:

- Los pesticidas deben mantenerse en sus envases originales. Nunca mezclar, fraccionar o cambiar los pesticidas a envases de otros productos que puedan ser confundidos con alimentos o bebidas



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



(como botellas de refrescos). En el libro electrónico titulado “Ministerio de Salud. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable La problemática de los agroquímicos y sus envases, su incidencia en la salud de los trabajadores, la población expuesta por el ambiente. - 1a ed. Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable: OPS: AAMMA, 2007”, podrán encontrar información relacionada con la gestión de los envases de pesticidas, uso de medios de protección, principales pesticidas usados en diferentes regiones argentinas, entre otros.

- Enseñar a los niños que los pesticidas son venenos, que no se deben tocar. - El almacenamiento ideal de un pesticida en un hogar es un gabinete con cerradura. En todo caso SIEMPRE deberán estar guardados fuera del alcance de los niños.
- Los niños y animales domésticos no deben estar presentes mientras se apliquen pesticidas y sus juguetes, ropas y objetos de uso personal deben ser retirados.
- Nadie debe entrar en el ambiente donde se haya aplicado un pesticida hasta que se haya cumplido el tiempo indicado en su etiqueta.
- Si se interrumpe la aplicación de un pesticida el envase debe quedar bien cerrado hasta su reutilización o almacenamiento en condiciones de seguridad.

Otras recomendaciones e información al respecto pueden consultar en la publicación mencionada.

En un libro electrónico titulado: “Exposición peligrosa: los pesticidas y niños de comunidades agrícolas, informan que otras formas de exposición a pesticidas, con mayor impacto en los niños debido a su metabolismo, ocurren en la comunidad infantil que vive en zonas rurales. Esto se debe a los residuos que permanecen en las botas, ropa, y equipo de trabajo que son transferidos al piso, muebles, y almohadas. Otra forma en que los trabajadores agrícolas y sus hijos están expuestos a pesticidas es cuando usan productos químicos para controlar plagas fastidiosas en sus casas, que, violando lo establecido usan los pesticidas fabricado para fines agrícolas. En un estudio científico de 41 casas de trabajadores agrícolas en el oeste de Carolina del Norte, analizaron muestras de orina de 60 niños de familias de trabajadores agrícolas con edad entre 1-6 años, todos los niños tenían metabolitos de pesticidas detectables en su orina—incluyendo insecticidas herbicidas



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

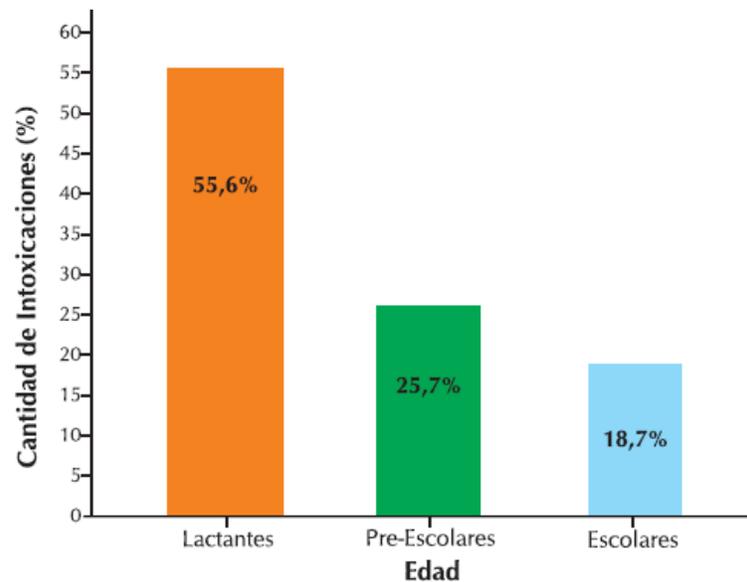
“Impulsando la Transformación Agraria Sostenible” por el día mundial del Medio Ambiente

06, 07 y 08 de junio de 2024



agrícolas, pesticidas no-agrícolas, pesticidas usadas en ganado, y en algunas instancias pesticidas que han sido prohibidas desde el 1986.

En una investigación realizada en Paraguay, encontraron que la distribución de frecuencia de intoxicaciones por rango etáreo, correspondió el mayor porcentaje a los lactantes, seguido de los preescolares. En cuanto a la vía ingreso, la oral fue de 82,1% en los pacientes, y predominó frente a las otras vías; la mayoría de las intoxicaciones fueron leves. Los pesticidas domésticos representaron el 12% de las intoxicaciones, y los principios activos con 50% en cada caso piretroides y cumarínicos (Abente et al., 2013) (Figura 1).



**Figura 1.** Porcentaje de intoxicaciones según grupo etario

Estos resultados revelan la mala gestión de los pesticidas por los adultos y demuestran la necesidad de una educación sanitaria dirigida a la información clara respecto a los elementos básicos relacionados con la escasa percepción del riesgo y en general la gestión de estas sustancias de alta toxicidad.

Buenas prácticas para el manejo de pesticidas

1. Manejo integrado de plaga (MIP)



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



Tiene su origen en la propia resistencia de las plagas debido al uso intensivo de pesticidas sintéticos y requiere estudios multidisciplinarios que contribuyan al desarrollo de su propia filosofía. Debido al uso de pesticidas desde los años cuarenta el mundo ha experimentado una marcada contaminación ambiental, con una pérdida de la biodiversidad y afectaciones a la salud humana. Todos estos factores han sido los que han impulsado a la comunidad científica a promotores de la filosofía del MIP (Granados-Ferrer & Giraldo-Vanegas, 2020).

Constituye una metodología que emplea todos los procedimientos aceptables desde el punto económico, ecológico y toxicológico para mantener las poblaciones de organismos nocivos por debajo del umbral económico, aprovechando, en la mayor medida posible, los factores naturales que limitan la propagación de dichos organismos. De acuerdo con esta definición, el objetivo del MIP es minimizar el uso de productos químicos y dar prioridad a técnicas de cultivo, medidas biológicas, biotécnicas, de fitomejoramiento, divulgación de los daños por pesticidas, promoción de la legislación, reducción de los incentivos por los químicos, cooperación internacional en acciones de protección ambiental, entre otros (Flórez Mogollón & Ochoa, 2022).

El MIP incorpora diferentes estrategias y prácticas de control para limitar el daño de los insectos de la forma más económica posible, al mismo tiempo que preserva la inocuidad y minimiza el impacto ambiental donde los productos naturales juegan un rol importante en la persecución de este objetivo. Otros, consideran al MIP como una aproximación holística que visualiza al agroecosistema como un todo interrelacionado e incluye aspectos físicos, biológicos, genéticos, entre otros y mantienen las plagas por debajo del umbral de afectación mediante técnicas agroecológicas (Pineda-Zambrano & González-García, 2020). El incremento de la biodiversidad en el agroecosistema favorece los mecanismos de regulación ecológica y reduce la necesidad del uso de químicos, garantiza los rendimientos, reduce los costos, contribuye a una agricultura sostenible y es una práctica amigable con el medio ambiente. Dentro del MIP, podemos incluir:

- Monitoreo e identificación de plagas: Utilizar trampas y técnicas de observación para determinar el nivel de infestación y tomar decisiones informadas.
- Control biológico: Introducir o fomentar la presencia de enemigos naturales de las plagas, como depredadores y parásitos.



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



- Rotación de cultivos: Alternar diferentes cultivos para interrumpir el ciclo de vida de las plagas. El uso de bioplaguicidas
- 2. Uso de cultivos resistentes y variedades mejoradas  
Seleccionar y cultivar variedades de plantas que sean naturalmente resistentes a plagas y enfermedades puede reducir significativamente la necesidad de pesticidas. La ingeniería genética y la selección tradicional pueden ser herramientas útiles para desarrollar estas variedades.
- 3. Prácticas culturales
  - Saneamiento del campo: Eliminar restos de cultivos y malezas que puedan servir de refugio a las plagas.
  - Siembra en fechas adecuadas: Ajustar las fechas de siembra para evitar los periodos de mayor actividad de las plagas.
  - Manejo del riego: Evitar el riego excesivo para reducir la humedad que favorece el desarrollo de enfermedades.
- 4. Control mecánico y físico
  - Barreras físicas: Utilizar mallas y barreras para proteger los cultivos de insectos y otros animales
  - Trampas: Emplear trampas pegajosas o de feromonas para capturar plagas específicas
  - Deshierbe manual: Eliminar malezas manualmente o con herramientas mecánicas
- 5. Aplicación racional de pesticidas
  - Selección de productos específicos: Utilizar pesticidas específicos para la plaga objetivo, minimizando el impacto sobre otros organismos
  - Dosificación adecuada: Aplicar la cantidad mínima necesaria para controlar la plaga, siguiendo las recomendaciones del fabricante
  - Rotación de productos químicos: Alternar el uso de diferentes clases de pesticidas para prevenir el desarrollo de resistencia en las plagas



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



#### 6. Fomento de la diversidad agrícola

- Policultivos: Cultivar múltiples especies en el mismo campo para reducir la propagación de plagas
- Biodiversidad funcional: Promover la biodiversidad dentro y alrededor de los campos agrícolas para crear un entorno más resistente a las plagas.

#### 7. Aplicación de tecnologías convergentes

Las tecnologías convergentes, que integran avances en biotecnología, nanotecnología, tecnologías de la información y la robótica, pueden jugar un papel crucial en la reducción del uso de plaguicidas en la agricultura (Orellana et al., 2020; Peláez & Ruiz, 2021). A continuación, se describen algunas aplicaciones prácticas de estas tecnologías:

- Agricultura de precisión

**Sensores y drones:** Los sensores en el campo y los drones equipados con cámaras multiespectrales permiten la monitorización en tiempo real de los cultivos. Esto ayuda a detectar de manera temprana la presencia de plagas y enfermedades, permitiendo una intervención localizada y reduciendo la necesidad de aplicaciones extensivas de plaguicidas.

**Mapeo y análisis de datos:** Utilizando tecnología GIS (Sistema de Información Geográfica), se pueden crear mapas detallados de infestación de plagas, lo que facilita la aplicación precisa y localizada de tratamientos fitosanitarios.

- Biotecnología

**Plantas transgénicas:** El desarrollo de plantas genéticamente modificadas para resistir a plagas específicas puede reducir significativamente la necesidad de plaguicidas químicos (Pineda-Zambrano et al., (2020). Por ejemplo, cultivos Bt (*Bacillus thuringiensis*) han sido modificados para producir proteínas que son tóxicas para ciertas plagas, pero seguras para otros organismos (Fronteras) (Pérez et al., 2021).



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



Edición genética: Técnicas como CRISPR/Cas9 permiten la edición precisa de genes para mejorar la resistencia a plagas sin introducir genes externos, lo que puede ser más aceptable para los consumidores y los reguladores.

- Nanotecnología

Nanoencapsulación de pesticidas: La encapsulación de plaguicidas en nanopartículas permite una liberación controlada y dirigida, mejorando la eficacia del plaguicida y reduciendo la cantidad necesaria para obtener los mismos resultados. Esto también puede reducir el impacto ambiental al minimizar la deriva y la degradación de los químicos.

Nanobiosensores: Sensores a escala nanométrica pueden detectar niveles muy bajos de infestación por plagas, permitiendo intervenciones tempranas y precisas.

- Tecnologías de la Información y Big Data

Modelos predictivos: Algoritmos de aprendizaje automático y análisis de big data pueden predecir brotes de plagas con base en patrones climáticos y datos históricos, permitiendo a los agricultores tomar medidas preventivas más eficaces.

Plataformas de Gestión Agrícola: Software y aplicaciones móviles que integran datos de campo, recomendaciones de manejo y predicciones climáticas pueden ayudar a los agricultores a tomar decisiones informadas y a optimizar el uso de plaguicidas (Mogollón et al., 2020).

- Robótica y automatización

Robots de campo: Robots agrícolas pueden realizar tareas específicas como la identificación y eliminación de malas hierbas y plagas de manera mecánica, reduciendo la necesidad de tratamientos químicos. Estos robots pueden operar de manera continua y con gran precisión, mejorando la eficiencia del manejo de plagas.

Máquinas Pulverizadoras Inteligentes: Equipadas con sistemas de visión artificial y algoritmos de detección, estas máquinas pueden aplicar plaguicidas de manera selectiva únicamente en las áreas afectadas, minimizando el uso y la exposición innecesaria.



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



La convergencia de estas tecnologías ofrece un enfoque holístico y multifacético para minimizar el uso de plaguicidas, promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles y seguras. La implementación de estas tecnologías requiere inversiones iniciales, pero los beneficios a largo plazo para el medio ambiente, la salud humana y la economía agrícola son significativos.

#### 8. Educación y capacitación

Capacitar a los agricultores en técnicas de manejo integrado de plagas y en el uso seguro y efectivo de pesticidas es crucial. Programas de extensión agrícola y talleres pueden ayudar a difundir estas prácticas.

#### Referencias

- Abente Ojeda, M. L., Blanes González, M., & Presentado de Núñez, E. (2013). Perfil epidemiológico de intoxicaciones pediátricas registradas en el Centro Nacional de Toxicología (MSP y BS). *Pediatr. (Asunción)*, 40(1), 29-34.
- Bianqui, V. P. (2020). Estudio psicosocial sobre el uso de pesticidas y percepción de riesgo para la salud de productores familiares de la Provincia de Buenos Aires. *XII Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología*.
- Castellanos González, L. ., Fuentes , Y. Y. & Mondragón , Y. D. (2019). Comparación de la eficacia de tres antagonistas comerciales para el control de *Plasmodiophora brassicae* Wororin en condiciones de laboratorio. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 4(1), 22-28. <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/rcyta/article/view/903/1107>
- Castillo, B., & Mejía Dueñas, C. (2023). Exposición a pesticidas en Latinoamérica: Revisión bibliográfica. *Revista de Ciencias Forenses*, 9(1), 14-25.
- Del Puerto Rodríguez, A. M., Suárez Tamayo, S., & Palacio Estrada, D. E. (2014). Efectos de los pesticidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3).
- Díaz, O., & Betancourt Aguilar, C. R. (2018). Los pesticidas: clasificación, necesidad de un manejo integrado y alternativas para reducir su consumo indebido. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(2), 14-30.



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



- Escalante, J. C., Palencia, J. & Urdaneta, D. (2019). Aprovechamiento de los recursos agrícolas bajo el enfoque de Desarrollo Endógeno de las Cooperativas Agropecuarias. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 4(2), 119-126. <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/rcyta/article/view/1073/1135>
- Flórez Mogollón, D. A. & Ochoa, A. (2022). Diagnóstico de Buenas Prácticas Agrícolas y Ambientales en los sistemas productivos de papa y durazno de tres veredas del municipio de Chitagá, Norte de Santander. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 7(1), 19-27. <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/rcyta/article/view/2776/3964>
- Granados-Ferrer, E. A. & Giraldo-Vanegas, H. (2020). Alternativas biológicas para el manejo de la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* (Povolny), como contribución a la producción limpia de la papa, en Suramérica. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 5(2), 79–82. <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/rcyta/article/view/846/1145>
- Jorge, C. I. (2022). La percepción del riesgo y los repertorios de acción en torno a las fumigaciones con agroquímicos: Una etnografía en San Jorge y Sastre, Santa Fe, Argentina. *Aiken. Revista de Ciencias Sociales y de la Salud*, 2(2), 11–29. Recuperado a partir de <https://eamdq.com.ar/ojs/index.php/aiken/article/view/32>
- Ministerio de Salud Pública. Presidencia de la Nación. (2016). Precauciones en el control químico de insectos y roedores en el ámbito doméstico. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/PAI/Lineamien-to-acciones-pyp-control-vectores-establecimientos-especiales-2014.pdf>
- Mogollón Bueno, N., Peña Murillo, Z. & Madariaga Suarez, E. R. (2020). Sistema de información contable una herramienta de innovación en procesos administrativos agropecuarios de Asociaciones en Norte de Santander. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 5(2), 101–107. <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/rcyta/article/view/989/1144>
- Orellana, R., Orellana, E. C. & Méndez, R. (2020). Calidad del agroecosistema de producción de cacao (*Theobroma cacao* L) en la finca Los Lirios municipio Sucre estado Portuguesa Venezuela. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 5(1), 3–8. <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/rcyta/article/view/786/1131>



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



- Pathak, V. M., Verma, V. K., Rawat, B. S., Kaur, B., Babu, N., Sharma, A., Dewali, S., Yadav, M., Kumari, R., Singh, S., Mohapatra, A., Pandey, V., Rana, N., & Cunill, J. M. (2022). Current status of pesticide effects on environment, human health and its eco-friendly management as bioremediation: A comprehensive review. *Frontiers in Microbiology*, *13*, 962619. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.962619>
- Peláez Peláez, M. J. & Ruiz Molina, V. E. (2021). Desarrollo de la App Fertiun como herramienta móvil en la gestión óptima en el uso adecuado de fertilizantes en regiones dedicadas al cultivo de uva Isabela en el Valle del Cauca. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, *6*(1), 17–20. <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/rcyta/article/view/1078/1166>
- Pérez, K. A. ., Castellano González, L. & Escalante, J. C. (2021). *Bacillus subtilis* Cohn como biocontrolador de enfermedades radiculares en los cultivos de especies de Solanaceae. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, *6*(1), 35–44. <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/rcyta/article/view/1081/1158>
- Pineda-Zambrano, M. C., Pineda, D., Labarca, J. L. & González-García, H. (2020). Caracterización y comportamiento biológico de una cepa nativa de *Trichoderma harzianum* Rifai del Sur del Lago de Maracaibo, Venezuela. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, *5*(1), 9-15. <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/rcyta/article/view/788/1132>
- Pineda-Zambrano, M. C. & González-García, H. (2020). Sensibilidad de una cepa nativa *Trichoderma harzianum* Rifai a dos fungicidas. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, *5*(2), 95–100. <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/rcyta/article/view/988/1143>
- Soto L., & Aguilar Z. M. (1994) Estudio preliminar sobre el uso de pesticidas para el combate de plagas domésticas en hogares costarricenses. *Revista de Ciencias Ambientales*. *11*(1): 58-72.
- Stehle, S., & Schulz, R. (2015). Agricultural insecticides threaten surface waters at the global scale. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *112*, 5750–5755. <https://doi.org/10.1073/pnas.1500232112>



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



- Tahir, R., Ghaffar, A., Abbas, G., Turabi, T. H., Kausar, S., Xiaoxia, D., et al. (2021). Pesticide-induced hematological, biochemical and genotoxic changes in fish: A review. *Agrobiological Records*, 3, 41–57. <https://doi.org/10.1234/agrobiol.rec.2021.03.041>
- Valbuena, D. S., Meléndez-Flórez, M. P., Villegas, V. E., Sánchez, M. C., & Rondón-Lagos, M. (2013). Daño celular y genético como determinantes de la toxicidad de los pesticidas. *Ciencia en Desarrollo*, 11(2).
- Vega, T. L., Márquez, C. A., de la Cruz A., B., Torres C. , A. & Ricardo, P. , A. (2019). Determinación del efecto antagónico de bacteriófagos sobre géneros de bacterias potenciales causantes de mastitis bovina (*Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Corynebacterium spp.*, *Pseudomonas spp.*, y *Escherichia coli*) en Pamplona, Norte de Santander. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 4(2), 82–85. <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/rcyta/article/view/1040/1125>



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### **Maximizando la Sostenibilidad en sistemas de producción: Agroforestería y servicios ecosistémicos**

Carlos A. Salas-Macías

Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

ORCID: <https://doi.org/10.1002/fes3.115>

e-mail: [salas@utm.edu.ec](mailto:salas@utm.edu.ec)

#### **Introducción**

El cambio climático representa una de las amenazas más significativas para la estabilidad ecológica y la seguridad alimentaria global (Kumari & Bains, 2023). Con el aumento continuo de las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), la búsqueda de estrategias efectivas para la mitigación y adaptación se ha vuelto imperativa. En este contexto y dado los servicios ecosistémicos que proveen los árboles, la agroforestería emerge como un enfoque prometedor que integra la producción agrícola con la conservación ambiental (Nair, 2007).

Definida como la integración deliberada de árboles y arbustos en sistemas agrícolas y ganaderos (Young, 1994), la agroforestería ofrece múltiples beneficios potenciales. Estos incluyen el secuestro de carbono, la conservación de la biodiversidad, la mejora de la fertilidad del suelo y la diversificación de ingresos para los agricultores (Torralba et al., 2016). Sin embargo, la cuantificación precisa de estos beneficios y la optimización de los sistemas agroforestales para maximizar tanto la productividad como los servicios ecosistémicos siguen siendo áreas activas de investigación.



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



Desde una perspectiva histórica, la práctica de combinar árboles con cultivos y ganado es una tradición milenaria en diversas culturas alrededor del mundo. En Europa, hasta la Edad Media, era común talar bosques degradados, quemar los restos y cultivar alimentos en el área despejada antes de replantar árboles (Nair, 2022). En América Central, los agricultores han plantado tradicionalmente múltiples especies en pequeñas parcelas, creando sistemas que imitan la estructura de los bosques tropicales y promueven la sostenibilidad del ecosistema (Wilken, 1977).

En la actualidad, la agroforestería se ha institucionalizado y reconocido como una disciplina que integra ciencia y práctica para mejorar la productividad agrícola mientras se conserva el medio ambiente. Según Nair (1993), los sistemas agroforestales, al combinar componentes leñosos y no leñosos, no solo mejoran la producción agrícola, sino que también juegan un papel crucial en la protección del suelo y la regulación del clima.

#### **Desarrollo**

##### **El cambio climático y el efecto invernadero**

El cambio climático es un fenómeno complejo impulsado por múltiples factores interconectados. El crecimiento demográfico, el aumento del consumo energético y la expansión de actividades económicas, particularmente el producto interior bruto (PIB) per cápita, han provocado un incremento significativo en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (McCurdy & Chontanawat, 2019; Rhodes, 2023). La quema de combustibles fósiles, la deforestación y ciertas prácticas agrícolas intensivas son las principales fuentes de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el gas de efecto invernadero más abundante y persistente (Nunes, 2023). Este aumento en las concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> ha alterado el equilibrio climático del planeta, acelerando el calentamiento global y sus consecuencias asociadas, como el aumento del nivel del mar, eventos climáticos extremos más frecuentes y cambios en los patrones de precipitación.

A pesar de los esfuerzos globales para mitigar el cambio climático, los avances en la reducción de emisiones de GEI han sido insuficientes en sectores clave como la energía, la industria, la construcción, el transporte y la agricultura (Lamb et al., 2021). La transición hacia una economía baja en carbono presenta desafíos significativos, que incluyen la necesidad de innovaciones tecnológicas, cambios en los patrones de consumo y producción, y una coordinación internacional



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



efectiva. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) ha enfatizado la urgencia de implementar medidas drásticas para limitar el aumento de la temperatura global a 1.5°C por encima de los niveles preindustriales (IPCC, 2018). Lograr este objetivo requiere una transformación radical en nuestros sistemas energéticos, prácticas industriales y estilos de vida, así como un compromiso global para adoptar estrategias de desarrollo sostenible y tecnologías limpias.

#### **Servicios ecosistémicos de los árboles**

La ecología funcional nos enseña que los procesos ecológicos en un ecosistema están íntimamente ligados a los organismos que lo habitan. Aunque es difícil cuantificar con exactitud la contribución de cada especie a un proceso específico, es innegable que la biodiversidad juega un papel crucial en el funcionamiento saludable de los ecosistemas. Los árboles, en particular, ofrecen una amplia gama de servicios ecosistémicos que son fundamentales para el bienestar humano y la salud del planeta. Estos servicios, definidos por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA 2005) como "los beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas", abarcan desde la regulación climática hasta la provisión de recursos y el mantenimiento de la biodiversidad.

Entre otros, uno de los servicios ecosistémicos más importantes proporcionados por los árboles está relacionado con su sistema radicular y su impacto en la estructura del suelo. Estudios han demostrado que la infiltración de agua en el suelo aumenta en un 69% debajo de los árboles (Zadeh & Sepaskhah, 2016; Fonseca-Restrepo, et al., 2023). Este aumento significativo en la capacidad de infiltración tiene implicaciones cruciales para la gestión del agua, la prevención de la erosión y el mantenimiento de la fertilidad del suelo.

La hojarasca producida por los árboles desempeña un papel vital en la protección del suelo. Las hojas esclerófilas, aunque pobres en macronutrientes, reducen la disponibilidad inmediata de nutrientes, pero mejoran significativamente la capacidad de retención de agua en el suelo. Esta característica es especialmente valiosa en ecosistemas propensos a la sequía o en áreas donde la conservación del agua es una prioridad.

#### **Agroforestería como estrategia de mitigación**



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



La agroforestería emerge como una estrategia clave contra el cambio climático, abordando simultáneamente la reducción de emisiones y el aumento del secuestro de carbono. Este enfoque, que integra árboles y arbustos con cultivos y/o ganadería, ofrece beneficios que van más allá de la gestión ambiental (Iñamagua-Uyaguari et al., 2023). La expansión arbórea en paisajes agropecuarios podría compensar significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero del sector (Sulistiyowati et al., 2023), contribuyendo a la mitigación y adaptación climática (Okonkwo et al., 2022). Los árboles en estos sistemas no solo capturan carbono, sino que mejoran el microclima local, beneficiando cultivos y animales.

La integración de árboles con cultivos y ganado fortalece los medios de vida locales, vinculando sostenibilidad ambiental y desarrollo socioeconómico (Oduniyi & Tekana, 2019). La agroforestería diversifica ingresos, reduce riesgos económicos, mejora la productividad y fertilidad del suelo, conserva la biodiversidad y previene la erosión. Además, la agroforestería aumenta la resiliencia de los ecosistemas agrícolas frente a eventos climáticos extremos. Los sistemas agroforestales son más resistentes a sequías, inundaciones y plagas debido a su diversidad biológica y estructura compleja. Las raíces profundas de los árboles acceden a agua y nutrientes en capas del suelo inaccesibles para cultivos anuales, manteniendo la productividad en condiciones adversas (González-Pedraza et al., 2023).

La combinación de especies perennes y anuales en diferentes estratos verticales optimiza el uso de recursos, aumentando la eficiencia del sistema y su capacidad de recuperación tras perturbaciones. Esta resiliencia ecológica se traduce en mayor estabilidad económica para los agricultores, reforzando la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático a nivel local y regional.

#### **Estudio de caso**

En la región sur-central de la provincia de Manabí, Ecuador, Corzo-Bacallao et al. (2023) realizaron un estudio en una zona montañosa situada a aproximadamente 300 metros sobre el nivel del mar. Esta área se caracteriza por la producción de café arábica (*Coffea arabica*, var. *Sarchimor*) en el contexto de la agricultura familiar campesina, utilizando un sistema agroforestal sin fertilización, riego, control fitosanitario o regulación de sombra. El objetivo de la investigación



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



fue examinar cómo los diferentes niveles de sombra proporcionados por los árboles afectan el desarrollo vegetativo y el contenido de clorofila de las plantas de café arábica.

El experimento se realizó en un área de estudio de 50 x 50 metros con plantas de café intercaladas con especies arbóreas típicas del bosque seco. Se definieron tres niveles de sombra: alta (S1: 51-70%), media (S2: 31-50%) y baja (S3: 1-30%). Durante un período experimental de 90 días, se midieron variables fenológicas como el número total de ramas, ramas productivas, nodos por rama productiva, y contenido de clorofila en unidades SPAD. Los resultados mostraron que las plantas de café en el nivel de sombra media (S2) presentaron un mayor desarrollo vegetativo comparado con las plantas en sombra alta (S1) y baja (S3), lo cual se relaciona con una mayor actividad fotosintética debido a la intensidad de la radiación solar incidente. Las plantas expuestas a pleno sol (S1) presentaron una disminución en el contenido de clorofila, probablemente como un mecanismo compensatorio ante el aumento de la radiación solar, mientras que las plantas bajo sombra media mantuvieron niveles óptimos de clorofila. No se encontraron diferencias significativas en la floración y fructificación entre los diferentes niveles de sombra, y las variables precursoras como los nodos por rama productiva también mostraron resultados similares entre los grupos.

Este estudio de caso demuestra que un nivel de sombra intermedia (31-50%) es óptimo para el desarrollo vegetativo de las plantas de café arábica en sistemas agroforestales en Manabí, Ecuador. La sombra tiene un efecto significativo en la fotosíntesis y el crecimiento del café, resaltando la importancia de su regulación para maximizar la productividad y la salud de las plantas. Además, se sugiere que la extensión del período experimental y la inclusión de otras variables podrían proporcionar una comprensión más completa de los efectos de la sombra en la producción de café. Este caso proporciona una visión detallada de cómo los sistemas agroforestales pueden optimizarse para mejorar la producción y sostenibilidad del café arábica en regiones con condiciones similares a las de Manabí, Ecuador

En este mismo sentido, Flor-Vélez et al (2024) examinan cómo la diversidad de especies arbóreas influye en el almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales basados en el café. El estudio



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



fue realizado en tres sitios de muestreo en la provincia de Manabí, Ecuador, donde se registraron un total de 21 especies vegetales y se estimó el carbono almacenado en la biomasa aérea viva.

Los resultados mostraron que los sistemas agroforestales basados en café tienen un alto potencial de almacenamiento de carbono y que la diversidad de especies está relacionada con los parámetros estructurales y la diversidad de cada sitio de muestreo. La implementación de estos sistemas agroforestales es una estrategia efectiva para la conservación de la flora nativa y la mitigación del cambio climático en la zona.

En el estudio se utilizaron técnicas multivariantes para evaluar la relación entre la diversidad de especies arbóreas y el almacenamiento de carbono. Los sitios de muestreo, representativos de los sistemas de producción de café en la región, incluían parcelas de 50 x 50 metros dedicadas a la producción de café arábica bajo sombra.

El análisis de los datos reveló que los sistemas con niveles intermedios de diversidad de especies y riqueza tienden a tener una mayor capacidad de almacenamiento de carbono en la biomasa aérea viva. Se encontró que la diversidad de especies puede influir en la cantidad de carbono almacenado, sugiriendo que una mayor riqueza de especies podría llevar a una mayor variabilidad en las características de los árboles, lo que contribuye al almacenamiento total de biomasa.

Este estudio destaca la importancia de la diversidad de especies en los sistemas agroforestales y su papel en la mitigación del cambio climático. Además, subraya la necesidad de futuras investigaciones que exploren cómo maximizar la acumulación de carbono en estos sistemas, considerando la diversidad de especies y otros factores ambientales

#### **Conclusiones**

La agroforestería emerge como una estrategia crucial para alcanzar la sostenibilidad en los sistemas de producción agrícola, ofreciendo múltiples beneficios que van desde la mitigación del cambio climático hasta la conservación de la biodiversidad. Al integrar árboles en paisajes agrícolas, estos sistemas no solo contribuyen al secuestro de carbono, sino que también mejoran la fertilidad y estructura del suelo, diversifican los ingresos de los agricultores y aumentan la resiliencia frente a perturbaciones climáticas y económicas. Para maximizar estos beneficios, es



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



fundamental implementar sistemas agroforestales adaptados al contexto local, fomentando la diversidad de especies y estratos, y aplicando un manejo integrado que considere las interacciones entre todos los componentes del sistema. Es igualmente importante establecer mecanismos de monitoreo y evaluación para cuantificar los servicios ecosistémicos y ajustar las prácticas de manejo según sea necesario. El éxito a largo plazo de la agroforestería dependerá en gran medida de políticas de apoyo que incentiven su adopción, así como de la investigación continua y la transferencia efectiva de conocimientos a los agricultores. Además, es crucial abordar la implementación de sistemas agroforestales desde un enfoque de paisaje, considerando su papel en el manejo más amplio de paisajes productivos. En última instancia, la adopción generalizada de prácticas agroforestales podría contribuir significativamente a la creación de sistemas agrícolas más sostenibles y resilientes en todo el mundo, abordando simultáneamente los desafíos críticos de la seguridad alimentaria, la conservación de la biodiversidad y la mitigación del cambio climático.

#### Referencias bibliográficas

- Chontanawat, J. (2019). Driving forces of energy-related CO<sub>2</sub> emissions based on expanded IPAT decomposition analysis: Evidence from ASEAN and four selected countries. *Energies*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/en12040764>
- Corzo-Bacallao, J. A., Salas-Macias, C. A., Fonseca-Rodriguez, O., Garcés-Fiallos, F. R., Alcivar-Munoz, E. I., & Baque-Loor, H. F. (2024). Influence of Tree Shade on the Growth and Chlorophyll Content of Arabica Coffee Plants Established in an Agroforestry System at Southern Manabí, Ecuador. *Sarhad Journal of Agriculture*. 39(2), 37-47. <https://doi.org/10.17582/journal.sja/2023/39/s2.37.47>
- Flor-Vélez, J. R., Montes-Escobar, K., Corzo-Bacallao, J., Garcés-Fiallos, F. R., & Salas-Macías, C. A. (2024). Exploring the relationship between tree diversity and carbon storage in aboveground biomass of coffee agroforestry systems in southern Manabí, Ecuador. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 1–16. <https://doi.org/10.1080/21683565.2023.2270449>



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



- Fonseca-Restrepo, C., Angulo-Cubillán, F., & Piedrahita-Fonseca, M. J. (2023). Alternativas agroecológicas para la resiliencia de especies forrajeras frente al cambio climático. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 8(1), 18–23. <https://doi.org/10.24054/cyta.v8i1.2876>
- González-Pedraza A. F.; Castellanos González L; Capacho Mogollón A.E. (2023). *Influencia de tres modelos agroecológicos sobre la calidad del suelo en el municipio de Ocaña, Norte de Santander*. Primera edición, Colección Ciencias Pecuarias y Agronomía© Sello Editorial Unipamplona. Pamplona. Universidad de Pamplona. 189 p. <https://books.unipamplona.edu.co/index.php/editorial/catalog/book/56>
- Iñamagua-Uyaguari, J. P., Fitton, N., & Smith, P. (2023). Planting trees in livestock landscapes to protect soil and water also delivers carbon sequestration. *Agroforestry Systems*, 97(6). <https://doi.org/10.1007/s10457-023-00857-9>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2018). IPCC Special Report on Global Warming of 1.5 °C. Ipcc.
- Kumari, S., & Bains, G. (2023). Agrifood and Climate Change. *Global Climate Change and Plant Stress Management*. <https://doi.org/10.1002/9781119858553.ch7>
- Lamb, W. F., Wiedmann, T., Pongratz, J., Andrew, R., Crippa, M., Olivier, J. G. J., Wiedenhofer, D., Mattioli, G., Khourdajie, A. al, House, J., Pachauri, S., Figueroa, M., Saheb, Y., Slade, R., Hubacek, K., Sun, L., Ribeiro, S. K., Khennas, S., de La Rue Du Can, S., ... Minx, J. (2021). A review of trends and drivers of greenhouse gas emissions by sector from 1990 to 2018. In *Environmental Research Letters* 16(7). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abee4e>
- MA (Millennium Ecosystem Assessment). (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Island Press.
- McCurdy, J., & Rhodes, E. (2023). What drives greenhouse gas emissions? An international scoping review of academic studies in 2010–2019. *Climate Resilience and Sustainability*, 2(3), e252. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/cli2.52>
- Nair, P. K. (2007). The coming of age of agroforestry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(9). <https://doi.org/10.1002/jsfa.2897>



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



- Nair, P. K. R. (1993). State-of-the-art of agroforestry research and education. *Agroforestry systems*, 23, 95-119.
- Nair, P. K. R., Kumar, B. M., & Nair, V. D. (2022). An introduction to agroforestry: Four decades of scientific developments. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-75358-0>
- Nunes, L. J. R. (2023). The Rising Threat of Atmospheric CO<sub>2</sub>: A Review on the Causes, Impacts, and Mitigation Strategies. *Environments* 10(4). <https://doi.org/10.3390/environments10040066>
- Oduniyi, O. S., & Tekana, S. S. (2019). Adoption of agroforestry practices and climate change mitigation strategies in North West province of South Africa. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 11(5). <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-02-2019-0009>
- Okonkwo, M., Gbadebo, J., & Salaudeen, A. (2022). A Review of Sustainable Agroforestry Practices as Climate Change Adaption and Mitigation Strategy in Nigeria. *Journal of Environment and Earth Science*. <https://doi.org/10.7176/jees/12-12-01>
- Sulistiyowati, E., Setiadi, S., & Haryono, E. (2023). The Dynamics of Sustainable Livelihoods and Agroforestry in Gunungkidul Karst Area, Yogyakarta, Indonesia. *Forest and Society*, 7(2). <https://doi.org/10.24259/fs.v7i2.21886>
- Torralba, M., Fagerholm, N., Burgess, P. J., Moreno, G., & Plieninger, T. (2016). Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 230, 150-161. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.06.002>
- Wilken, G.C. 1977. Integrating forest and small-scale farm systems in Middle America. *Agroecosystems* 3: 291-302.
- Young, A. (1994). An Introduction to Agroforestry. *Outlook on Agriculture*, 23(4). <https://doi.org/10.1177/003072709402300413>



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



Zadeh, M. K., & Sepaskhah, A. R. (2016). Effect of tree roots on water infiltration rate into the soil. *Iran Agricultural Research*, 35(1).



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Manejo sostenible de los suelos en América Latina y Caribe

Juan Carlos Rey Brina<sup>8,9,11</sup>

Marcelo Beltrán<sup>1</sup>, Juan Gaitán<sup>1</sup>, Juan Carlos Benavides<sup>2</sup>, Martha Bolaños<sup>2</sup>, Carlomagno Salazar<sup>3</sup>, Soraya Alvarado-Ochoa<sup>4</sup>, Fabián Montesdeoca<sup>4</sup>, Reynaldo Mendoza<sup>5</sup>, Hernán Ortellado<sup>6</sup>, Ken Moriya<sup>6</sup>, Paola Pedemonte<sup>7</sup>, Eladys Córcega<sup>8</sup>, Carolina Olivera<sup>9</sup>, Mario Guevara<sup>10</sup>, Juan Carlos Rey<sup>8,9,11</sup>.

<sup>1</sup>INTA Argentina; <sup>2</sup>Agrosavia Colombia; <sup>3</sup>INTA Costa Rica; <sup>4</sup>Universidad Central Ecuador; <sup>5</sup>Universidad Nacional Agraria Nicaragua; <sup>6</sup>Ministerio de Agricultura Paraguay; <sup>7</sup>Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de Uruguay; <sup>8</sup>Universidad Central de Venezuela; <sup>9</sup>FAO; <sup>10</sup>Universidad Autónoma de México; <sup>11</sup>INIA – Venezuela. Consultor en Manejo sostenible de Suelos de FAO. Docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-Venezuela). <https://orcid.org/0000-0001-7271-3606>, Correo: [juan.reybrina@fao.org](mailto:juan.reybrina@fao.org)

#### 1. Introducción

El manejo sostenible del suelo (MSS) es esencial para preservar la salud edáfica y garantizar la productividad agrícola a largo plazo en América Latina y el Caribe (ALC). Los suelos desempeñan funciones cruciales en los ecosistemas, como el reciclaje de nutrientes, la regulación del ciclo hidrológico y la mitigación del cambio climático mediante el secuestro de carbono. Por lo tanto, su gestión adecuada es vital para la estabilidad ecológica y la seguridad alimentaria en la región. En este contexto, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha promovido estrategias orientadas al MSS, integrando prácticas agroecológicas que contribuyen a la conservación y mejora de los suelos (FAO-ITPS, 2020; FAO, 2024).

La degradación de los suelos en ALC representa una amenaza significativa para la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental. Factores como la erosión, la compactación, la pérdida de materia orgánica y la contaminación por el uso indiscriminado de agroquímicos han disminuido



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



la capacidad productiva de vastas áreas de terreno. Esta situación se ve agravada por el cambio climático, ya que los suelos degradados presentan menor resiliencia frente a eventos climáticos extremos (González-Pedraza et al., 2014a; b; FAO y GTIS, 2015;). La implementación de estrategias de MSS es, por ende, indispensable para garantizar la sostenibilidad de los sistemas agroproductivos y la continuidad de los servicios ecosistémicos asociados a los suelos (CEPAL, 2020).

Diversas investigaciones han demostrado que la adopción de prácticas de MSS, como la rotación de cultivos, la fertilización equilibrada, la labranza de conservación, el uso de bioinsumos y los sistemas silvopastoriles, mejora la calidad del suelo y promueve la sostenibilidad de los agroecosistemas. Estas prácticas han mostrado efectos positivos en la estructura edáfica, el contenido de materia orgánica, la biodiversidad del suelo y la eficiencia en el uso del agua. No obstante, aunque existe una amplia literatura que documenta estos beneficios, la implementación a gran escala de estas estrategias sigue siendo un desafío debido a la heterogeneidad de los suelos y la variabilidad de las condiciones agroclimáticas en la región (FAO, 2014; González-Pedraza et al., 2022; 2023).

A pesar de la evidencia sobre los beneficios del MSS, persisten vacíos significativos en la validación integral de estas prácticas en los distintos países y tipos de suelos de ALC. La ausencia de protocolos estandarizados para evaluar su efectividad ha dificultado la generación de datos comparables y representativos a nivel regional. Además, la falta de sistemas de monitoreo continuo limita la identificación de tendencias en la mejora de la calidad del suelo y su impacto en la producción agrícola sostenible. La escasa articulación entre investigadores, formuladores de políticas y productores también ha sido un obstáculo para la adopción generalizada de estas estrategias (FAO-ITPS 2020).

Con el propósito de superar estas limitaciones, el presente estudio se orienta a evaluar la efectividad de las prácticas de MSS utilizando el Protocolo de Evaluación del Manejo Sostenible del Suelo desarrollado por la FAO. Mediante la aplicación de un conjunto de indicadores clave, como la productividad del suelo, el contenido de carbono orgánico, la densidad aparente y la actividad biológica, se busca proporcionar una base científica sólida para la validación de estas



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



prácticas en diversos contextos edafoclimáticos. La generación de información precisa y estandarizada contribuirá al diseño de políticas públicas y estrategias de gestión que promuevan la sostenibilidad del suelo en ALC, asegurando así su función esencial en la seguridad alimentaria y en la mitigación del cambio climático (FAO, 2024).

Es por ello por lo que el objetivo de este proyecto fue determinar las prácticas de manejo sostenible de suelo que se están implementando en la región y validarlas mediante el Protocolo de Evaluación del Manejo Sostenible de suelos de FAO.

## 2. Implementación del Manejo Sostenible de Suelos en ALC

### 2.1 Estrategias y marco de acción

La FAO ha desarrollado un marco de acción para la implementación de estrategias de MSS en América Latina y el Caribe. Estas estrategias incluyen:

- Identificación de Prácticas de Manejo Sostenible de Suelos Agrícolas (PMSSA) Promisorias a través de encuestas.
- Validación de PMSSA a través de estudios experimentales y de campo en sitios pilotos de ocho países de la región.
- Escalamiento de prácticas mediante mecanismos de gobernanza y políticas públicas a través de las herramientas de Recarbonización de los Suelos y el Programa Global de doctores de los Suelos.

En el marco del proyecto TCP/RLA/3805, varios países han adoptado directrices voluntarias para mejorar la gestión del suelo, priorizando prácticas con beneficios comprobados para la resiliencia de los ecosistemas agrícolas.

### 2.2 Resultados de encuestas y estudios piloto

Se realizaron encuestas para evaluar la adopción de prácticas de manejo sostenible del suelo en 21 países de la región, obteniendo los siguientes resultados:

- 365 prácticas principales fueron identificadas como clave en la gestión sostenible del suelo.



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



- 1267 prácticas secundarias complementan estas estrategias.
- Los principales impactos de la implementación de las prácticas de MSS son el aumento de la producción, la mejora en el manejo del agua en el suelo y la reducción de la erosión.
- Los indicadores utilizados para evaluar las prácticas son principalmente los relacionados con la productividad, así como propiedades físicas y químicas de los suelos.

Los sitios piloto fueron establecidos en países como Argentina, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Nicaragua, Paraguay, República Dominicana, Uruguay y Venezuela, en los cuales se midió la efectividad de las prácticas de MSS implementadas.

### 3. Evaluación del manejo sostenible del suelo

#### 3.1 Indicadores clave para la evaluación del MSS

Para evaluar la efectividad de las prácticas de MSS, se emplearon cuatro indicadores principales recomendados por la FAO:

- Productividad: Medición de la capacidad del suelo para sostener la producción agrícola en el tiempo.
- Carbono orgánico: Indicador clave de la calidad del suelo, influye en la estructura y fertilidad.
- Densidad aparente: Relacionada con la compactación del suelo y la permeabilidad del agua.
- Actividad biológica: Medida de la biodiversidad edáfica, esencial para los procesos de reciclaje de nutrientes.
- Además, se consideraron indicadores adicionales para fortalecer la evaluación, siguiendo protocolos de la Red Global de Laboratorios de Suelos (GLOSOLAN).

#### 3.2 Evaluación del cumplimiento del MSS

Según la tendencia de los cuatro indicadores principales, el cumplimiento del MSS se clasificó en cuatro niveles:

- No cumplimiento (NC): Uno o más indicadores muestran una tendencia al empeoramiento.



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



- Bajo cumplimiento (BC): Todos los indicadores mantienen valores constantes sin mejoras.
- Medio cumplimiento (MC): Ningún indicador empeora y al menos uno mejora.
- Alto cumplimiento (AC): Más de dos indicadores mejoran sin que ninguno empeore.

El protocolo de evaluación reveló que el 76% de las parcelas evaluadas mostraron un nivel medio o alto de cumplimiento de las directrices de manejo sostenible del suelo, lo que evidencia la efectividad de las prácticas implementadas.

#### 4. Prácticas exitosas de manejo sostenible del suelo

Entre las PMSSA más efectivas para mejorar la calidad del suelo, se identificaron:

- Uso de biofertilizantes y fertilización mineral balanceada.
- Sistemas silvopastoriles, que combinan árboles y pastizales para mejorar la productividad.
- Asociación de cultivos y agroforestería, favoreciendo la diversificación productiva.
- Labranza de conservación para minimizar la erosión y mejorar la retención de humedad.
- Manejo eficiente de pasturas para evitar el sobrepastoreo y la degradación del suelo.
- Rotación de cultivos como estrategia para la conservación de la fertilidad del suelo.
- Estas prácticas demostraron un impacto positivo en la salud del suelo y su capacidad de provisión de servicios ecosistémicos.

#### 5. Recomendaciones finales

Con base en los resultados, se proponen las siguientes recomendaciones para fortalecer la gestión sostenible de suelos en ALC:

- Elaboración de un Manual Técnico de Implementación que detalle paso a paso la aplicación del protocolo de evaluación del MSS.
- Selección cuidadosa de sitios de implementación, asegurando que sean representativos y homogéneos.



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



- Estandarización de metodologías de análisis de suelo según protocolos internacionales (GLOSOLAN) para garantizar la comparabilidad de los datos.
- Ampliación del uso del protocolo en diferentes contextos agroecológicos para validar su efectividad en diversas regiones.
- Fortalecimiento de políticas públicas que promuevan el uso de prácticas de manejo sostenible del suelo en la región.

#### Conclusiones

El protocolo de evaluación del MSS se aplicó en diferentes entornos edafoclimáticos (clima, suelo), utilizando diferentes esquemas de muestreo (muestras compuestas y muestras de repeticiones de tratamientos), logrando en todos los casos determinar el cumplimiento de las DVGSS, a través del análisis de los indicadores claves y adicionales propuestos, estableciendo cuáles deberían ser las mejoras que realizar para lograr un manejo más sostenible de los suelos.

#### Referencias

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2020). *La tragedia ambiental de América Latina y el Caribe*. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46101/1/S2000555\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46101/1/S2000555_es.pdf)
- FAO. (2014). *Sistematización de prácticas de conservación de suelos y aguas con enfoque de adaptación al cambio climático: Metodología basada en WOCAT para América Latina y el Caribe*. [https://wocat.net/documents/126/WOCAT\\_Publication\\_LAC\\_final\\_xfTQgk6.pdf](https://wocat.net/documents/126/WOCAT_Publication_LAC_final_xfTQgk6.pdf)
- (FAO. (2024). *Protocolo de evaluación del manejo sostenible del suelo*. <https://openknowledge.fao.org/items/52fc37d5-3efd-4a36-93e9-0853c220d44e>
- FAO y GTIS. (2015). Estado Mundial del Recurso Suelo (EMRS) – Resumen Técnico. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura y Grupo Técnico Intergubernamental del Suelo, Roma, Italia (<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/07a444e7-97a3-4e1f-b5d9-ddd84ad129c6/content>)
- FAO-ITPS 2020. Protocol for the assessment of Sustainable Soil Management. Rome, FAO. ([https://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/GSP/SSM/SSM\\_Protocol\\_EN\\_006.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/SSM/SSM_Protocol_EN_006.pdf))
- González Pedraza, A. F., Chiquillo Barrios, Y. A., & Escalante, J. C. (2022). Salinización de suelos en áreas agrícolas de la región Caribe y estrategias agroecológicas de recuperación. Revisión. *INGE CUC*, 18(1). <https://doi.org/10.17981/ingecuc.18.1.2022.02>.



### III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



- González-Pedraza Ana F. and N. Dezzeo. (2014a). Effects of Land Use Change and Seasonality of Precipitation on Soil Nitrogen in a Dry Tropical Forest Area in the Western Llanos of Venezuela. *The Scientific World Journal*. Special issue: "Impacts of Land Use Changes on Soil Properties and Processes" Volume 2014 (2014), Article ID 514204, 11 pages. 1537-744X (Electronic) 2356-6140 (Print) 1537-744X (Linking)  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25610907>
- González-Pedraza Ana F. and N. Dezzeo. (2014b). Changes in the labile and recalcitrant organic matter fractions due to transformation of semi-deciduous dry tropical forest to pasture in the Western Llanos, Venezuela. In: F. E. Greer (Ed.); *Dry Forests: Ecology, Species Diversity and Sustainable Management*. Nova Science Publishers, Inc. New York, Chapter 4, pp. 105-132.  
[https://www.novapublishers.com/catalog/product\\_info.php?products\\_id=50331](https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=50331)
- González-Pedraza, A., Méndez Ortega, A. y Quesada Vergara, V. (2023). Respuesta del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) a la aplicación de abonos orgánicos en el municipio Pamplona, Norte de Santander. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*. 37(1):86-101.  
<http://doi.org/10.17163/lgr.n37.2023.07>



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



# *Ponencias orales*



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### **Cáscaras de banano (*Musa paradisiaca*) como fitonutriente potencialmente aprovechable en algunos cultivos comerciales**

Shailili Mercedes Moreno Morales<sup>1</sup>, Andy Aly Palma Vera<sup>2</sup>, Marisol Rivero Herrada<sup>2</sup>, Juan José Reyes Pérez<sup>2</sup>, Llerena Ramos L. T<sup>2</sup>, Wiston Morales<sup>2</sup>

<sup>1</sup>School of Chemical Sciences and Engineering, Yachay Tech University, Urcuquí 100650, Ecuador. E-mail: [smoreno@yachaytech.edu.ec](mailto:smoreno@yachaytech.edu.ec), <sup>2</sup>Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Av. Quito. Km 1.5 vía a Santo Domingo de los Tsáchilas. 120501 Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

#### **Resumen**

#### **Objetivo**

El objetivo de esta investigación es analizar parámetros fisicoquímicos de cáscaras de banano (*Musa paradisiaca*), para la elaboración de fitonutrientes aprovechables en cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.).

#### **Metodología**

La metodología incluye la limpieza y secado de las cáscaras, molienda y división en grupos del material vegetal (I: Muestra cruda, II: Muestra para extracción etanólica, III: Muestra para extracción con acetona, IV: Muestra para extracción con éter de petróleo). Se determinaron grupos funcionales de metabolitos en los extractos; la muestra cruda seca y pulverizada, se utilizó para abonar suelos a diferentes % de masa, determinando la calidad del suelo antes y después del proceso, mediante parámetros fisicoquímicos; y se utilizó el suelo abonado para determinar el efecto de los fitonutrientes sobre un cultivo *S. lycopersicum*, midiendo variables de crecimiento y productividad de las plantas.

#### **Resultados**

El extracto etanólico se obtiene con mayor % de rendimiento y presenta un perfil de matabolitos más variado, aportando al suelo de cultivo una mejora significativamente la mayoría de las variables (micro y macronutrientes), sin embargo, se provoca un ligero aumento del pH y, a pesar de obtener mayor % de materia orgánica, los tratamientos aplicados presentan relación inversa con los parámetros de crecimiento y productividad del tomate.

#### **Conclusiones**

Los resultados permiten establecer parámetros de referencia relacionados con la composición química de los fitonutrientes, y sientan las bases sobre el uso de otras mezclas a base de cáscaras de banano, para contribuir a la reducción del uso de agroquímicos, ofreciendo alternativas amigables con el ambiente.

**Palabras clave:** Metabolitos del plátano, fitonutrientes, abonos orgánicos, tomate



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Optimización de la producción de biogás en un reactor anaeróbico automatizado con residuo agroindustrial de palma de aceite

Carlos Arturo Vides Herrera<sup>1</sup>, Adalberto José Ospino Castro<sup>2</sup>, Aldo Pardo García<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Docente, Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Grupo de investigación LOGOS, Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia. Estudiante de Doctorado en Ingeniería energética en la universidad de la Costa. Correo: [carlosarturvi@unipamplona.edu.co](mailto:carlosarturvi@unipamplona.edu.co), <sup>2</sup>Docente, Departamento de Energías, Doctorado en Ingeniería Energética, Universidad de la Costa, Barranquilla, Colombia. Correo: [aospino8@cuc.edu.co](mailto:aospino8@cuc.edu.co), <sup>3</sup>Docente, Facultad de Ingenierías y Arquitectura. Grupo de Investigación Automatización y control. Universidad de Pamplona, Pamplona, Norte de Santander, Correo: [apardo13@unipamplona.edu.co](mailto:apardo13@unipamplona.edu.co)

#### Resumen

#### Objetivo

Optimizar la producción de biogás en un reactor anaeróbico por medio de automatización utilizando como sustrato un residuo agroindustrial de la palma de aceite del Norte de Santander.

#### Metodología

La metodología de trabajo contempla cuatro etapas: ETAPA 1: Establecer el estado del arte y el marco teórico de los procesos de digestión anaeróbica del POME utilizando las bases de datos especializados. ETAPA 2: Estudio del proceso de biodigestión en producción de biogás y desarrollo de la base experimental, Selección de las variables a controlar y que afectan la producción de biogás, diseño del experimento y establecer de acuerdo con las características del proceso la automatización y control del reactor. Recolección de la biomasa (POME) en la extractora COOPAR, caracterización del sustrato recolectado, selección del algoritmo bioinspirado para su implementación. Obtención de la base de datos. ETAPA 3: Codificar en el lenguaje de programación los algoritmos de cálculo seleccionados para obtener las variables óptimas del proceso. Prueba de los algoritmos inteligentes con las bases de datos del proceso. ETAPA 4: Validar el algoritmo bioinspirado y el sistema de control programado en el sistema embebido en el biodigestor para la producción de biogás.

#### Resultados

Se realizó la automatización, control y optimización de un reactor anaeróbico tipo CSTR para obtención de biogás utilizando como sustrato los efluentes provenientes del proceso de extracción del aceite de palma de la extractora COOPAR en Norte de Santander. Se comprobó de forma experimental que las variables más influyente en la producción de biogás son la temperatura, pH y la agitación en rangos óptimos de 39°C, 7,2, 65 rpm respectivamente. El aumento de producción de biogás con un algoritmo Genético fue de aproximadamente un 8 % comparado con un reactor sin algoritmo bioinspirado.

#### Conclusiones

Aplicar sistemas de automatización y control a un biodigestor mejora la producción de biogás, comparando dos técnicas de optimización bioinspirada como el enjambre de partículas y el algoritmo genético se logran mejores resultados con el algoritmo genético, el cual proporciona mayor estabilidad y producción de biogás con los valores óptimos de las variables obtenidas con este algoritmo.

**Palabras clave:** Biodigestor, sustrato, algoritmo, POME



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Abundancia de artrópodos en municipios del Norte de Santander relacionada con la presencia de macro y microelementos

Gladys Montañez<sup>1</sup>, Maura Vásquez<sup>2</sup>, Guillermo Ramírez<sup>3</sup>, Leónides Castellanos González<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Pamplona, correo: [gladys.montanez@unipamplona.edu.co](mailto:gladys.montanez@unipamplona.edu.co), <sup>2</sup>Universidad Central de Venezuela, [mauralvasquez@gmail.com](mailto:mauralvasquez@gmail.com), <sup>3</sup>Universidad Central de Venezuela, [guillermo.ramirez.ucv@gmail.com](mailto:guillermo.ramirez.ucv@gmail.com), <sup>4</sup>Universidad de Pamplona, [leonides.castellanos@unipamplona.edu.co](mailto:leonides.castellanos@unipamplona.edu.co)

#### Resumen

#### Objetivo

Analizar la abundancia de artrópodos en fincas de seis municipios del Norte de Santander relacionada con la presencia de macro y microelementos.

#### Metodología

En esta investigación se describen dos configuraciones de la abundancia de artrópodos en municipios del norte de Norte Santander-Colombia (NS-C), en presencia de macroelementos y de microelementos en el suelo. Un análisis de la estructura de correlaciones entre tales nutrientes permite explicar la manera como los cambios en las condiciones del suelo alteran la abundancia y distribución de esas especies. La información utilizada está constituida por 12 especies de artrópodos encontradas en fincas de municipios de NS-C, caracterizados por macro y microelementos. Se utilizó el análisis canónico de correspondencias para obtener las configuraciones de abundancia, comparándose mediante una distancia específicamente propuesta para este propósito.

#### Resultados

Las especies con mayor abundancia en todos los lugares son *Androlaela sp* (19%), *Deuteraphorura sp* (18%) y *Microisotoma sp* (17%), resaltando una elevada heterogeneidad entre municipios. La comparación de los cambios que se producen en la abundancia de las especies, relacionados con la presencia de macro y microelementos, indica que estas dos configuraciones pueden describirse mediante una única ordenación común a todas las especies, explicada por las estrechas intercorrelaciones entre los macro y microelementos presentes en el suelo.

#### Conclusiones.

Se evidenció una alta profusión de: (1) *Microisotoma sp* y *Epicrus 2 sp* en Bucarasica y Los Patios, asociada con una elevada presencia de N-NH<sub>4</sub> y B; (2) *Malaconotrus sp* y *Folsomia sp* en Bochalema y Pamplonita propiciada por niveles altos de P, Mg y Zn; (3) *Uropoda sp* con una copiosa presencia en Villa Caro, caracterizada por niveles altos de Fe, Cu y Ca.

**Palabras clave:** artrópodos, análisis canónico de correspondencias, distancia de Hilbert-Schmidt



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### **Análisis del uso de las TIC en extensión agropecuaria en el sistema de producción de fresa en Pamplona**

Deisy Katherine Fernández García<sup>1</sup>, Paola Andrea Hormaza Martínez<sup>2</sup>, Adelaida Bedoya Salcedo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Maestría en Extensión y Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: [deisy.fernandez@unipamplona.edu.co](mailto:deisy.fernandez@unipamplona.edu.co), <sup>2</sup>Docente Programa Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: [paola.hormaza@unipamplona.edu.co](mailto:paola.hormaza@unipamplona.edu.co), <sup>3</sup>Docente Programa de Psicología, Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Fundación Universitaria del Área Andina. Bogotá D.C. Correo: [abedoya28@areandina.edu.co](mailto:abedoya28@areandina.edu.co)

#### **Resumen**

#### **Objetivo**

Analizar el uso de las TIC en los procesos de extensión con productores de fresa del municipio de Pamplona.

#### **Metodología**

La investigación fue realizada en nueve veredas productoras de fresa del municipio de Pamplona. Se diseñó y validó un instrumento de recolección de información para analizar el uso de las TIC en los procesos de extensión relacionados con este sistema productivo. Se encuestaron 85 productores (muestreo probabilístico) y 18 extensionistas (muestreo no probabilístico). Se abordaron áreas relacionadas con acceso a internet, uso de dispositivos y software, dominio y uso de servicios basados, contenidos, información y capacitación mediante TIC. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva.

#### **Resultados**

Los resultados indicaron que el 80% de los productores cuentan con acceso a Internet. Dentro de los principales dispositivos y software se destaca en celular y WhatsApp. El dominio de estas herramientas se da en baja proporción en la población mayor. Los productores manifiestan que se requieren capacitaciones para el manejo de dispositivos y aplicaciones TIC. El 77,8% de los extensionistas son profesionales del sector agropecuario y presentan dominio adecuado de estas herramientas empleándolas en su labor diaria compartiendo contenido e información en formato de video e imagen, principalmente.

#### **Conclusiones**

Se evidencia avance en el sector rural en cuanto al acceso y uso de herramientas TIC que facilitan los procesos de extensión en este sistema productivo. Sin embargo, es importante generar estrategias que permitan aumentar la adopción y apropiación de TIC.

**Palabras clave:** sector rural, Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, extensionismo



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Identificación de hongos con potencial para antagonizar especies del género *Fusarium* spp en áreas arroceras del departamento Norte de Santander

Virgilio Boneth Pimienta<sup>1</sup>, Liliana Rojas Contreras<sup>2</sup>, Ángela Cajiao Pedraza<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante de semillero, Departamento de Microbiología. Semillero de Investigación en Microbiología y Biotecnología - SIMBIO. Universidad de Pamplona, Vía Bucaramanga Km 1, Pamplona. Norte de Santander. [virgilio.boneth@unipamplona.edu.co](mailto:virgilio.boneth@unipamplona.edu.co), <sup>2</sup>Docente, Departamento de Microbiología, Grupo de Investigación en Microbiología y Biotecnología - GIMBIO. Universidad de Pamplona, Colombia. [olrojas@unipamplona.edu.co](mailto:olrojas@unipamplona.edu.co), <sup>3</sup>Docente, Departamento de Microbiología, Grupo de Investigación en Microbiología y Biotecnología - GIMBIO. Universidad de Pamplona, [angelacajiao@unipamplona.edu.co](mailto:angelacajiao@unipamplona.edu.co).

#### Resumen

#### Objetivo

Identificar hongos con potencial antagonista frente especies del género *Fusarium* spp en áreas arroceras del departamento Norte de Santander.

#### Metodología

Se realizaron dos pruebas con muestras de suelo rizosférico de arroz cultivado en municipios del departamento Norte de Santander. Se hicieron diluciones seriadas y se inocularon 100 µL de las últimas cuatro diluciones en medio OGY, incubando a 28°C por 72 horas. Las colonias de hongos se mantuvieron axénicas y se identificaron presuntivamente a nivel de género; considerando características macroscópicas y microscópicas conservando previamente en glicerol al 30%.

#### Resultados

A partir del análisis de dos muestras de suelo rizosférico, se han obtenido 15 morfotipos fúngicos de los cuales 2 corresponden al género *Trichoderma* spp. hongo con mejor actividad antagonista para combatir cepas de *Fusarium* spp., las cuales fueron previamente aisladas de arroz paddy cultivado en el departamento Norte de Santander.

#### Conclusiones

En el suelo rizosférico de las plantas de arroz se desarrolla un ecosistema microbiano diverso compuesto por una amplia variedad de organismos fúngicos. Dentro de esta comunidad, existe la posibilidad de que algunos de estos microorganismos exhiban la capacidad de regular el crecimiento y la propagación de especies fitopatógenas pertenecientes al género *Fusarium*, las cuales son conocidas por ser responsables de diversas enfermedades que afectan el cultivo de arroz en Norte de Santander

**Palabras clave:** Arroz, control biológico, hongos, sostenibilidad



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Hongos mejoradores como estrategia para recuperación de suelos agrícolas degradados por contaminantes químicos

Jefferson Alexander Ochoa Serrano<sup>1</sup>, Liliana Rojas Contreras<sup>2</sup>, Ángela Cajiao Pedraza<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante Semillero, Departamento de Microbiología. Semillero de Investigación en Microbiología y Biotecnología-SIMBIO. Universidad de Pamplona, Colombia. Correo: [jefferson.ochoa@unipamplona.edu.co](mailto:jefferson.ochoa@unipamplona.edu.co), <sup>2</sup>Docente, Departamento de Microbiología, Semillero de Investigación en Microbiología y Biotecnología-SIMBIO. Universidad de Pamplona, Colombia. Correo: [olrojas@unipamplona.edu.co](mailto:olrojas@unipamplona.edu.co), <sup>3</sup>Docente, Departamento de Microbiología, Semillero de Investigación en Microbiología y Biotecnología-SIMBIO. Universidad de Pamplona, Colombia. Correo: [angelacajiao@unipamplona.edu.co](mailto:angelacajiao@unipamplona.edu.co).

#### Resumen

#### Objetivo

Evaluar la capacidad de aislados fúngicos para la recuperación de suelos agrícolas degradados por la contaminación con agentes químicos.

#### Metodología

Se recolectaron cinco muestras de suelo de diferentes zonas en una mina de carbón ubicada entre los municipios de Durania y Salazar de las Palmas, en Norte de Santander. Las muestras se procesaron en agar extracto de suelo para el recuento de morfoespecies con mayor prevalencia. Paralelamente, se realizó un análisis fisicoquímico de cada una de las muestras recolectadas, midiendo principalmente el pH, la conductividad eléctrica, el porcentaje de humedad y la determinación de cenizas. Los aislados se evaluaron preparando un medio mínimo en sales suplementado con diferentes agentes químicos prevalentes en suelos agrícolas degradados y se caracterizaron preliminarmente mediante claves morfológicas para las especies presuntivas en agar avena, agar extracto de malta y PDA.

#### Resultados

A partir de los análisis microbiológicos se obtuvieron 18 aislamientos fúngicos, entre los cuales se reconocieron géneros como: *Rhizopus*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Beauveria*, *Acremonium* y *Cladosporium*. Algunos de estos hongos, específicamente los géneros *Penicillium* y *Aspergillus*, son capaces de generar exudados y cambiar la coloración de los medios mediante la excreción de pigmentos en la matriz de crecimiento. Los análisis fisicoquímicos permitieron establecer que el pH de las muestras de suelo se encuentra en el rango de 4 a 4,5. La conductividad eléctrica y el porcentaje de humedad varían ampliamente desde 43 hasta los 600  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , y entre el 0,8 al 13%, respectivamente.

#### Conclusiones

Se logró el reconocimiento de especies fúngicas como *Penicillium*, *Aspergillus* y *Cladosporium*, las cuales prevalecen en diversas matrices ambientales. Los valores de pH indican que el suelo tiene una tendencia a ser extremadamente ácido, lo que puede influir en la resistencia de los aislados a la presencia de contaminantes. Los valores de conductividad indican que hay una diversidad en el potencial eléctrico de las muestras, lo que sugiere la presencia de una cantidad variable de iones disponibles para el intercambio eléctrico.

**Palabras clave:** Agente químico, contaminación, evaluación, exudados, prevalencia



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Estudio de la variabilidad de propiedades fisicoquímicas del suelo en la finca El Mortiño, Norte de Santander

Javier Andrés García Piñeros<sup>1</sup>, Estefany Fonseca Amaris<sup>2</sup>, Ana Francisca González Pedraza<sup>3</sup>, Mónica Bibiana Botello Arciniegas<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Estudiante del programa de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia. Correo: [javier.garcia18@unipamplona.edu.co](mailto:javier.garcia18@unipamplona.edu.co), <sup>2</sup>Estudiante del programa de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia. Correo: [estefany.fonseca@unipamplona.edu.co](mailto:estefany.fonseca@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 Ingenierías y Arquitectura, Programa de Arquitectura, Grupo de Investigación URBANIA. Correo: [monica.botello@unipamplona.edu.co](mailto:monica.botello@unipamplona.edu.co)

#### Resumen

#### Objetivo

Evaluar la variabilidad espacial de propiedades físicas y químicas de los suelos y su relación con el tipo de uso en la finca El Mortiño, vereda Monteadentro, Norte de Santander.

#### Metodología

Se llevó a cabo una investigación exploratoria de tipo descriptivo en la finca El Mortiño, ubicada en Pamplona, Norte de Santander, en la que se evaluaron propiedades físicas y químicas de los suelos en un terreno montañoso de 102.758 m<sup>2</sup> a 3300 metros sobre el nivel del mar. Se emplearon técnicas de mapeo avanzadas, como el uso de imágenes de SAS Planet y Google MAP, y Modelos Digitales de Elevación de la NASA para determinar los puntos de muestreo mediante ArcGIS Pro. Se recogieron 60 muestras de suelo a 20 cm de profundidad, analizando su textura, densidad, humedad, resistencia mecánica, pH, conductividad eléctrica y carbono orgánico. Los datos se analizaron estadísticamente para describir variaciones y tendencias, utilizando métodos de análisis geoestadístico como la interpolación.

#### Resultados

Los resultados indican que los suelos son mayormente franco arenosos, con un 65,04% de arena, 17,73% de limo y 17,23% de arcilla. La densidad aparente registrada fue de 2,05 g/cm<sup>3</sup> y la resistencia mecánica a la penetración de 1,69 kg/cm<sup>2</sup>, lo que sugiere una leve compactación del suelo. El pH promedio de 5,34 clasifica los suelos como fuertemente ácidos, y el contenido de carbono orgánico fue de 4,83%. Se observaron variados grados de dependencia espacial para los atributos del suelo, siendo moderada para la resistencia mecánica, humedad y densidad aparente, así como para arcilla y limo; mientras que la arena mostró alta variabilidad. El pH y carbono orgánico presentaron una dependencia espacial media, y la conductividad eléctrica exhibió alta variabilidad y correlación significativa entre muestras. No hubo diferencias significativas en las propiedades del suelo entre diferentes tipos de uso del suelo en la finca.

#### Conclusiones

La finca El Mortiño presenta suelos franco arenosos con alta arena, RMP y densidad aparente moderadas, humedad alta, carbono orgánico y pH ácido a medios, y baja conductividad eléctrica. La variabilidad espacial de estas propiedades fue eficazmente mapeada con herramientas geoestadísticas.

**Palabras clave:** Geoestadística, interpolación, Kriging, ArcGIS Pro, muestreo sistemático



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Reconocimiento de parasitoides y depredadores del gusano cogollero del maíz en Pamplona, Norte de Santander, Colombia

Selena Marily Velásquez-López<sup>1</sup>; Humberto Giraldo-Vanegas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Semillero Sanidad Vegetal, Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Correo: [sanly.nunez@unipamplona.edu.co](mailto:sanly.nunez@unipamplona.edu.co), <sup>2</sup>Docente, Programa de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Correo: [hulgiva64@unipamplona.edu.co](mailto:hulgiva64@unipamplona.edu.co).

#### Resumen

#### Objetivo

Reconocer parasitoides y depredadores del gusano cogollero del maíz en Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

#### Metodología

Se colectaron huevos y larvas de cogollero del maíz en cultivos de maíz, trasladándolos al laboratorio. Las larvas se alimentaron hasta obtener posibles parasitoides o adultos del cogollero. Los depredadores fueron observados en campo, colectados y llevados al laboratorio para su identificación. Las larvas enfermas se aislaron en el laboratorio para determinar posibles entomopatógenos asociados. Los adultos de parasitoides y depredadores fueron montados con las técnicas recomendadas para su determinación taxonómica con claves dicotómicas correspondientes a cada subfamilia o género.

#### Resultados

Se identificaron como depredadores de las larvas de *Spodoptera frugiperda* a los chinches *Apiomerus venezuelensis* Costa Lima, Campos Seabra & Hathaway y *Euthyrhynchus floridanus* (L.), la tijereta *Forficula auricularia* (L.) y la mariquita *Harmonia axyridis* (Pallas). En cuanto a los parasitoides, se registraron *Protopanteles* sp., *Mesostenus* sp. (posiblemente *hypsipilaphagous* Herrera-Flórez), *Ophion inclinans* Johansson y *Epalpus* sp. Entre ellos, el endoparásitoide gregario *Protopanteles* sp. mostró altos porcentajes de parasitismo.

#### Conclusiones

Los resultados de este estudio evidencian la existencia de un significativo número de enemigos naturales del gusano cogollero en la zona, no registrados en otras investigaciones nacionales.

**Palabras clave:** *Spodoptera frugiperda*, enemigos naturales, larvas



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Curva epidemiológica de las principales enfermedades de tres crucíferas en el huerto de la escuela Normal Superior, Pamplona

Albeiro Gélvez Suárez<sup>1</sup>, Daniel A. Rodríguez Manosalva<sup>2</sup>, Leónides Castellanos González<sup>3</sup>.

<sup>1,2</sup>Estudiante Programa Ingeniería Agronómica, Proyecto de Aula Asignatura Fitopatología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona. Correo: [albeiro.gelvez@unipamplona.edu.co](mailto:albeiro.gelvez@unipamplona.edu.co), [daniel.rodriguez@unipamplona.edu.co](mailto:daniel.rodriguez@unipamplona.edu.co), <sup>3</sup>Grupo GIATAS Docente, Programa Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona. Correo: [lclcastell@gmail.com](mailto:lclcastell@gmail.com).

#### Resumen

#### Objetivo

Evaluar aspectos epidemiológicos de las enfermedades más importantes causados por hongos, cromistas, bacterias y virus de los cultivos de brócoli (*Brassica oleracea* var. Italica Plenck), coliflor (*Brassica oleracea* var. Botrytis L.) y repollo (*Brassica oleracea* var. Capitata L.) en la huerta de la Escuela Normal Superior en Pamplona Norte de Santander.

#### Metodología

La investigación se realizó el primer semestre académico del año 2024 y se efectuó bajo las condiciones agroclimáticas de Pamplona. Se realizó la identificación de las principales enfermedades que afectan a la familia Brassicaceae brócoli, coliflor y repollo morado cultivadas en el huerto. Se seleccionaron tres parcelas, una de brócoli, una de coliflor y una de repollo morado. Se evaluaron cada siete días las enfermedades presentes determinando la incidencia y severidad de las enfermedades a lo largo del tiempo, para determinar al final el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE).

#### Resultados

Las enfermedades encontradas en los cultivos de brócoli, coliflor y repollo morado fueron mancha anular causado por *Mycosphaella brassicicola* Lindau, podredumbre negra causado por *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* Dowson, y una virosis supuestamente el Virus del Mosaico de la Coliflor (Cauliflower Mosaic Virus). En las tres especies de crucíferas la enfermedad con mayor incidencia y severidad fue la podredumbre negra que sobrepasó más de 65% de incidencia. Las curvas epidemiológicas de las enfermedades siguieron trayectorias similares para las enfermedades en las tres especies a medida que avanzaba la edad de los cultivos, con pequeñas variaciones. La podredumbre negra alcanzó hasta 90 % de incidencia y 33% de severidad en coliflor. La virosis alcanzó en coliflor hasta 72 % de incidencia. La mancha de anillo se destacó en repollo con más de 60% de incidencia y más de 14 % de severidad. Esto motivó que las ABCPE fueran relativamente menores en brócoli para la virosis y la podredumbre negra, así como relativamente menores tanto para la incidencia como la severidad de la mancha anular en coliflor.

#### Conclusiones

Las enfermedades más importantes presentes en los cultivos de crucíferas fueron mancha anular, la podredumbre negra y una virosis. Las curvas epidemiológicas de las enfermedades avanzan según a edad del cultivo con sus variaciones en dependencia de la especie de crucífera lo que se refleja en las ABCPE.

**Palabras clave:** epidemiología, incidencia, severidad, ABCPE



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### **Toxicidad de extractos de floripondio y sauce llorón para el control de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) en condiciones de laboratorio en Pamplona, Norte de Santander, Colombia**

Meliza Alexandra Pérez-Vela<sup>1</sup>; Humberto Giraldo-Vanegas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Semillero Sanidad Vegetal; Semillero SIRENA. Programa de Biología. Facultad de Ciencias Básicas. Universidad de Pamplona. Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Correo: [meliza.perez@unipamplona.edu.co](mailto:meliza.perez@unipamplona.edu.co), <sup>2</sup>Docente, Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Correo: [humgiva64@unipamplona.edu.co](mailto:humgiva64@unipamplona.edu.co).

#### **Resumen**

##### **Objetivo**

Evaluar la toxicidad de extractos vegetales acuosos de floripondio y sauce llorón sobre larvas de segundo instar de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), bajo condiciones de laboratorio.

##### **Metodología**

En un diseño experimental completamente aleatorizado, se evaluaron las concentraciones 100.000, 75.000, 50.000, y 25.000 mg/L de extractos de floripondio y sauce llorón, el insecticida lambdacialotrina (1 mL/L) y un testigo. Los extractos vegetales con cinco repeticiones por concentración, y cada repetición con diez larvas de *S. frugiperda*, obtenidas de una cría de laboratorio ( $17\pm 1^\circ\text{C}$  y  $65\pm 10\%$  H. R). Para determinar la mortalidad, se realizaron observaciones cada 12 horas. Los datos fueron analizados utilizando el software SPSS realizando la Pruebas Tukey. Para calcular la CL50, las concentraciones se transformaron a  $\log_{10}$  y las mortalidades a Probit. Utilizando las mortalidades acumuladas hasta la hora de muerte, se determinó el TL50 mediante un Análisis de Regresión.

##### **Resultados**

El insecticida lambdacialotrina (1,0 mL/L) y los extractos de *S. humboldtiana* y *B. arborea* a 100,000 mg/L, causaron mortalidades del 100%, 98% y 96%, respectivamente; significativamente diferente de los otros tratamientos. El CL50 para *S. humboldtiana* fue 9.772 mg/L y, para *B. arborea* fue de 11.759 mg/L; los TL50 de los dos extractos son muy similares, para *B. arborea* fueron 25.000 mg/L, 138; 50.000 mg/L, 68; 75.000 mg/L, 55; 100.000 mg/L, 46 horas; mientras que para los extractos de *S. humboldtiana* fueron 25.000 mg/L, 166; 50.000 mg/L, 80; 75.000 mg/L, 64; 100.000 mg/L, 45 horas.

##### **Conclusiones**

Lambdacialotrina (1,0 ml/L) y los extractos de sauce llorón y floripondio (100.000 mg/L) fueron altamente efectivos contra larvas de *S. frugiperda*, con mortalidades del 100%, 98% y 96% respectivamente. Los extractos de *S. humboldtiana* y *B. arborea* mostraron potencial como fitoquímicos en el manejo integrado del gusano cogollero.

**Palabras clave:** *S. humboldtiana*; *Brugmansia arborea*, gusano cogollero, fitoquímico



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Propuesta de manejo integrado para las enfermedades más importantes del cultivo de aguacate para un clima medio de Colombia

Briyit Fernanda Villamizar Calderón<sup>1</sup>, Leónides Castellanos González<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante Programa Ingeniería Agronómica, Proyecto de Aula Asignatura Fitopatología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona. Correo: [briyit.villamizarbri@unipamplona.edu.co](mailto:briyit.villamizarbri@unipamplona.edu.co) ; <sup>2</sup>Docente, Programa Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona. Correo: [lclcastell@gmail.com](mailto:lclcastell@gmail.com)

#### Resumen

#### Objetivo

Proponer una estrategia de manejo integrado para las enfermedades más importantes del cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill) en clima medio en Colombia.

#### Metodología

Se trabajó de una forma 100% teórica, iniciando con el rastreo de información sobre enfermedades y agentes causales, posteriormente con búsqueda de la sintomatología, seguida de la epidemiología, dividida en dos partes, siendo estas el ciclo de la enfermedad y el ciclo del patógeno. La búsqueda se realizó en artículos, revistas, cartillas, páginas web, blogs, registros nacionales, entre otras. Por último, se analizaron los controles biológicos, bioquímicos (extractos de plantas) y químicos propuestos por el ICA.

#### Resultados

Se propuso un manejo integrado de las enfermedades, teniendo en cuenta la epidemiología de la enfermedad, haciendo énfasis en todas las medidas preventivas de los componentes de control legal, agronómicas, genéticas, físicas, mecánicas y de control biológico y bioquímicas disponibles para Colombia según los Registros ICA. Se buscaron todas las prácticas de manejo en todos los componentes y por último se incluyó la lucha química a partir de los productos fungicidas registrados ante el ICA, pero con énfasis en la lucha química dirigida para minimizar el impacto sobre el medio ambiente. Todas las prácticas de manejo se clasificarán según las categorías dentro del MIPE.

#### Conclusiones

Existen múltiples medidas agronómicas, legales, físicas y mecánicas que se pueden aplicar de forma preventiva para el manejo de las enfermedades en el aguacate, lo que complementado con bioinsumos de control biológico (antagonistas) o de extractos de plantas, registrados en el ICA se podría minimizar el uso del arsenal de fungicidas químicos registrados ante el ICA, que deben emplearse solo para los casos que no sean efectivas las otras alternativas de manejo, disminuyendo así la contaminación ambiental y el riesgo de la salud para los trabajadores.

**Palabras clave:** epidemiología, sintomatología, prácticas agronómicas, control biológico, control bioquímico, lucha química dirigida



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Evaluación de la tasa de preñez en hembras bovinas utilizadas como receptoras de embriones *in vitro* en el departamento de Putumayo

Dubel Reinaldo Cely Leal<sup>1</sup>, Dixon Fabián Flórez Delgado<sup>2</sup>, Román Enrique Maza Ortega<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Docente Programa de Zootecnia. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: [dubel.cely@unipamplona.edu.co](mailto:dubel.cely@unipamplona.edu.co), <sup>2</sup>Docente Programa de Zootecnia. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: [dixon.florez@unipamplona.edu.co](mailto:dixon.florez@unipamplona.edu.co), <sup>3</sup>Docente Programa de Zootecnia. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: [roman.maza@unipamplona.edu.co](mailto:roman.maza@unipamplona.edu.co).

#### Resumen

#### Objetivo

Analizar la tasa de preñez de hembras bovinas utilizadas en los procesos de transferencia de embriones *in vitro* en el departamento de Putumayo.

#### Metodología

Se seleccionaron 566 hembras bovinas (250 *Bos taurus*, 150 *Bos indicus*, 137 mestizas y 29 F1) con edad entre los 3 y 6 años, de las cuales 383 estaban lactando, provenientes de ganaderías del departamento de Putumayo, Colombia. Para la selección se tuvo en cuenta el escore de condición corporal, estado reproductivo y anomalías, analizados mediante palpación rectal y ultrasonografía del tracto reproductivo. Cada hembra fue vermifugada, vitaminizada y recibió la vacuna reproductiva Bovilis Vista 5 L5 SQ. Pasados 25 días se inició con el protocolo de sincronización que consistió en la implantación del dispositivo intravaginal (DIB) de progesterona y 2 mL de Benzoato de Estradiol vía intramuscular (día 0). Siete días después, se retiró el DIB y se aplicaron 2 mL de prostaglandina, 2 mL de hormona coriónica equina y 1 mL de cipionato de estradiol. El día 10 se verificó qué animales presentaron celo y el día 16 de iniciado el protocolo se realizó la transferencia del embrión. El diagnóstico de preñez se realizó 35 días después de la transferencia mediante ultrasonografía para evaluar la tasa de preñez expresada en porcentaje de acuerdo con el grupo racial.

#### Resultados

La tasa de preñez general fue del 78,09% correspondiente a 442 gestaciones. Las hembras mestizas presentaron la mayor tasa de preñez con el 83,21% seguido del grupo racial *Bos indicus* con el 78%, el grupo *Bos taurus* y las hembras F1 con el 77,20 y 62,06%, respectivamente. Las hembras en estado de lactancia reportaron una tasa de preñez general del 66,51% frente al 33,41% de preñez de las hembras que no estaban en lactancia.

#### Conclusiones

Nuestros resultados evidencian que las hembras mestizas son excelentes receptoras en los procesos de transferencia de embriones, lo cual puede ser soportado por la mayor tasa de preñez observada en estos animales.

**Palabras clave:** tasa de preñez, transferencia de embriones *in vitro*, ultrasonografía



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### **Evaluación de dos abonos orgánicos y su efecto sobre el desarrollo de plántulas de pimentón en almacigo**

Maira Lorena Urrea Pabón<sup>1</sup>; Mariana Jeritza Ortega Contreras<sup>2</sup>; Ana Francisca González-Pedraza<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante del programa de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona, correo: [maira.urrea@unipamplona.edu.co](mailto:maira.urrea@unipamplona.edu.co), <sup>2</sup>Estudiante del programa de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona, correo: [mariana.ortega@unipamplona.edu.co](mailto:mariana.ortega@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**

Se evaluó la calidad de dos abonos orgánicos y su efecto sobre el crecimiento de plantas de pimentón (*Capsicum annuum* L.) en estado de almacigo en la finca "Bella Vista" ubicada en la vereda Capira Sur, en el municipio de Cucutilla, Norte de Santander.

#### **Metodología**

Se llevó a cabo una investigación experimental en la finca "Bella Vista" de Cucutilla, Norte de Santander, en la que se analizó los efectos de dos abonos orgánicos sobre el crecimiento del cultivo de pimentón en almacigo. Para ellos se usó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones y se compararon proporciones de compost y bocashi. Los tratamientos evaluados fueron: T1, control con sustrato estándar; T2 y T3, compost con diferentes proporciones de residuos orgánicos y sustrato; y T4 y T5, bocashi en distintas proporciones, ambos enriquecidos con melaza y afrecho. Se efectuó un análisis estadístico descriptivo y se realizó un análisis de varianza donde previamente se verificaron los supuestos de normalidad, (Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk) y de homogeneidad de varianza (prueba de Levene). Luego, se aplicó una prueba de comparación de medias de Tukey, con un nivel de significancia de menos del 0,05%. Para todos estos análisis se utilizó la versión estudiantil del programa Infostat.

#### **Resultados**

El Bocashi presentó una temperatura media superior (50,31 °C) a la del Compost (42,60 °C), con mayor variabilidad (30,80%), lo que sugiere una mayor actividad microbiana. Aunque esto puede ser beneficioso, requiere regulación para evitar efectos negativos en la germinación. El pH de ambos tratamientos se mantuvo estable, mientras que la humedad mostró mayor dispersión en el Compost (55,51%) respecto al Bocashi (28,11%). En términos de desarrollo de plántulas en almacigo, el Compost mostró mejor desempeño, posiblemente debido a su menor temperatura y mayor estabilidad hídrica, condiciones favorables para la germinación y crecimiento inicial.

#### **Conclusiones**

Esta investigación subraya la importancia de seleccionar y manejar adecuadamente los abonos orgánicos para optimizar el desarrollo de las plántulas de pimentón, resaltando cómo diferencias en la composición de los abonos pueden influir significativamente en las condiciones de crecimiento.

**Palabras clave:** agricultura sostenible, fertilización, manejo de cultivos



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### **Evaluación de la calidad de suelos en ocho fincas productoras de papa (*Solanum tuberosum* L.), en el municipio de Silos, corregimiento de La Laguna, Norte de Santander**

René Antonio Hernández<sup>1</sup>, Ana Francisca González Pedraza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante del programa de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia. Correo: [rene.hernandez@unipamplona.edu.co](mailto:rene.hernandez@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).

#### **Resumen**

#### **Objetivo**

Describir las propiedades físicas y químicas de los suelos, utilizados para la producción de papa, en el municipio de Silos.

#### **Metodología**

Se llevó a cabo una investigación de campo y laboratorio de tipo descriptivo en ocho fincas cultivadas con papa (*Solanum tuberosum* L). En cada finca se tomaron tres muestras de suelos compuestas por 10 submuestras a una profundidad de 0-20 cm. Se determinó las características físicas textura, humedad gravimétrica y la humedad volumétrica, densidad aparente, densidad real, porosidad total y la resistencia mecánica a la penetración y las características químicas incluyeron pH, conductividad eléctrica, macro y microelementos y materia orgánica. Finalmente, los datos recopilados fueron analizados estadísticamente usando el programa SPSS para establecer comparaciones con valores de referencia y evaluar la calidad del suelo.

#### **Resultados**

Las fincas analizadas muestran una considerable variabilidad en las características del suelo, especialmente en pH, que consistentemente indica condiciones ácidas, y en la materia orgánica, que varía significativamente entre las fincas. La textura del suelo también difiere notablemente, con fincas presentando suelos predominantemente arenosos, mientras que otras tienen suelos más arcillosos. Esta diversidad sugiere la necesidad de un manejo del suelo altamente específico y adaptado a cada localidad para optimizar la fertilización, el riego y las prácticas de rotación de cultivos, con el objetivo de mejorar la productividad y la sostenibilidad agrícola.

#### **Conclusiones**

La variabilidad en pH, materia orgánica y textura entre fincas indica la necesidad de un manejo del suelo adaptado y localizado para optimizar la fertilidad, irrigación y productividad agrícola. Las prácticas de manejo deben incluir la mejora de la estructura del suelo y el aumento del contenido de materia orgánica a través de la incorporación de compost o residuos orgánicos. Además, se recomienda realizar análisis de suelo regulares para monitorizar los cambios y ajustar las prácticas de manejo acordeamente.

**Palabras clave:** propiedades edáficas, manejo agronómico, sostenibilidad agrícola



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Caracterización de las arvenses del cultivo de papa criolla *Solanum tuberosum* L. grupo Phureja, en Túquerres, Nariño

Vanessa Estefanía Bernal Marcillo<sup>1</sup>, Enrique Quevedo García<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante del semillero SISPAS, Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Grupo de investigación GIAS. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: [vanessa.bernal@unipamplona.edu.co](mailto:vanessa.bernal@unipamplona.edu.co), <sup>2</sup>Docente, Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Grupo de investigación GIAS. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: [enriquegarcia@unipamplona.edu.co](mailto:enriquegarcia@unipamplona.edu.co).

#### Resumen

#### Objetivo

Caracterizar las arvenses del cultivo de papa criolla *Solanum tuberosum* L. grupo Phureja en Túquerres, Nariño.

#### Metodología

Se realizó un estudio en dos lotes con el cultivo de papa criolla en la vereda Chanarro Bajo, Túquerres. El Lote A, ubicado a 1°04'48" N y 77°38'07" W y, el lote B ubicado a 1°04'46" N y 77°38'04" W. La investigación fue de tipo cuantitativo observacional usando variables cuantitativas discretas. El muestreo se hizo en zigzag en borde y calle de los cultivos para identificar las especies de arvenses. El muestreo de las arvenses para hallar los índices fitosociológicos se realizó lanzando 100 veces un cuadro de 40 cm de lado en la calle y borde para completar un área mínima de 16 m<sup>2</sup>. Se estimaron los índices que indican la estructura de la comunidad tales como Shannon-Wiener, Simpson, Pielou, Índice de chao 1, índice de superposición de Morisita, el dendrograma de similitud de Jaccard y el IVI (Índice de valor de importancia), calculados usando el paquete estadístico de Biología PAST4.

#### Resultados

Se registraron 32 especies, 31 géneros y 11 familias. *Holcus lanatus* L., la especie con mayor IVI en el lote A, borde, con 126,115 y una importancia relativa de 42,038. Todas las arvenses de los lotes A y B se identificaron con la familia taxonómica, el código EPPO, la densidad absoluta y relativa, la cobertura absoluta y relativa, la frecuencia absoluta y relativa, el índice de valor de importancia y la importancia relativa. El mayor valor del índice de dominancia de Simpson en el lote A calle con 0,95, el mayor valor de diversidad de Shannon-Wiener en el lote B calle con 2,74, el mayor valor de Chao 1 en el lote B calle con 32,5. El mayor valor del índice Pielou en el lote B con 0,29178.

#### Conclusiones

Las familias más representadas en los lotes evaluados con sus respectivas zonas fueron: Poaceae con 34,4%, Asteraceae 25 %, Polygonaceae 9,4%, Brassicaceae y Amaranthaceae con 6,3 % y el resto 3,1% compuesto por, Urticaceae, Caryophyllaceae, Plantaginaceae, Fabaceae, Lamiaceae y Papaveraceae. Las especies más importantes en los dos lotes teniendo en cuenta el IVI fueron: *Holcus lanatus* L. con 126,115, *Chenchrus clandestinus* (Hochst. ex Chiov.) Morrone con 59,5, *Senecio vulgaris* L. con 48,4, *Poa annua* L. con 41,8, *Cephalophilon nepalense* (Meisn.) Tzvelev con 41,4 y *Galinsoga parviflora* Cavanilles con 30,1.

**Palabras clave:** Composición florística, especie, estado fenológico, índices fitosociológicos, diversidad



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### El área foliar de *Rubus floribundus* Kunth y *Passiflora tripartita* var. *mollissima* (Kunth), como determinante fisiológicos de producción agronómica en Pamplona, Norte de Santander

Elián Rincón Romero<sup>1</sup>, Maicol Mora Martínez<sup>1</sup>, Enrique Quevedo García<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiantes del semillero SISPAS, Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Grupo de investigación GIAS. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correos: [elian.rincon@unipamplona.edu.co](mailto:elian.rincon@unipamplona.edu.co); [maicol.mora@unipamplona.edu.co](mailto:maicol.mora@unipamplona.edu.co), <sup>2</sup>Docente, Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Grupo de investigación GIAS. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: [enriquegarcia@unipamplona.edu.co](mailto:enriquegarcia@unipamplona.edu.co).

#### Resumen

#### Objetivo

Estimar el área foliar de la *R. floribundus* y *P. tripartita* var. *mollissima*, utilizando métodos de regresión con diferentes tamaños de muestra en Pamplona, Norte de Santander.

#### Metodología

Se recolectaron 300 hojas maduras y sanas de *P. tripartita* var. *mollissima* y *R. floribundus*. Se midió largo, ancho, largo x ancho con un calibrador digital y se halló el área foliar en ImageJ mediante análisis fotográfico. Con los datos obtenidos, se construyó una matriz en Excel para posteriormente ser analizada por el software SPSS 23. Mediante este análisis estadístico, se encontraron los supuestos de regresión lineal simple y curvilínea. A partir de estos supuestos, se construyeron tablas de datos para determinar el modelo que más se ajustara y su ecuación de regresión. Se tomaron 50 mediciones nuevas para comparar, mediante una prueba de correlación de Pearson, los datos observados con los calculados.

#### Resultados

El modelo de regresión que mejor ajustó a los datos para *P. tripartita* var. *mollissima* fue el cúbico con la muestra de 300 hojas, con un R<sup>2</sup> ajustado de 0,996 y un valor de F del modelo de 28099,923. La ecuación fue: área foliar = 121,796 - 0,435(largo x ancho) + 0,003(largo x ancho)<sup>2</sup> - 0,000003413 (largo x ancho)<sup>3</sup>. El modelo de regresión de mejor ajuste para *R. floribundus* fue el lineal, La ecuación fue: área foliar = 8,512 + 0,602(largo x ancho), con la muestra de 150 hojas, con un R<sup>2</sup> ajustado de 0,997 y un valor de F del modelo de 51743, 348.

#### Conclusiones

Las variables regresoras de largo x ancho en el cultivo de *P. tripartita* var. *mollissima* y *R. floribundus*, permitieron una alta predicción del valor de área foliar al aplicarse a modelos de regresión lineal y curvilínea. Un buen tamaño de muestra debe estar por arriba de 150 observaciones; ya que allí fue donde hubo mejor ajuste de los modelos de regresión. Las ecuaciones halladas en este trabajo facilitan la determinación del área foliar del cultivo de *R. floribundus* y *P. tripartita* var. *mollissima*.

**Palabras clave:** Modelos, regresión, predicciones, dimensiones foliares, morfología foliar, validación del modelo.



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Evaluación del crecimiento de la hoja y fruto, el rendimiento y la calidad en *Rubus floribundus* Kunth en dos fincas en Cúnuba, Pamplona, Norte de Santander

Duván Felipe Arias Quintero<sup>1</sup>, Rogger Alejandro Gómez Correa<sup>1</sup>, Enrique Quevedo García<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiantes del semillero SISPAS, Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Grupo de investigación GIAS. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correos: duvanquintero@gmail.com, roggergomezc2017@gmail.com. <sup>2</sup>Docente, Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Grupo de investigación GIAS. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: enriquegarcia@unipamplona.edu.co.

#### Resumen

#### Objetivo

Evaluar el crecimiento, rendimiento y calidad de los frutos en el cultivo de *R. floribundus* en dos fincas en la vereda Cúnuba, Pamplona, Norte de Santander.

#### Metodología

Se llevó a cabo un estudio en dos fincas (El Arrayán (A) con tutorado en doble espaldera y Pararrayo (P) con un tutorado en T), de la vereda Cúnuba, seleccionando 15 plantas por finca mayores de dos años, en cada planta de *R. floribundus* se seleccionaron tres ramas femeninas, tres botones florales y tres primordios foliares. Para la medición de los diámetros del fruto y el largo y ancho de la hoja usando un pie de rey. Para el crecimiento de la hoja, se escogieron tres primordios foliares por rama y planta [mediciones de largo (L) y ancho (A)]. Para el crecimiento de frutos se marcaron tres botones florales por planta [mediciones del diámetro ecuatorial (DE) y longitudinal (DL)]. Se registraron los datos en una tabla de Excel. Se construyó una escala BBCH para describir los diferentes estados de desarrollo de las estructuras observadas y se evaluó el rendimiento semanalmente, y la calidad del fruto mensualmente utilizando métodos de la AOAC.

#### Resultados

Se identificaron los mejores modelos de regresión para el crecimiento de la hoja en A fue:  $L = e^{3,234\beta_0 + (\beta_1 \cdot 2,526 - 1)}$ ,  $R^2 = 0,931$ , y en P fue  $LXA = e^{7,166\beta_0 + (\beta_1 \cdot -6,694 - 1)}$ ,  $R^2 = 0,943$  y para el crecimiento del fruto en A, fue  $DL = (0,937\beta_0 + L^{0,414} \beta_1)$ ,  $R^2 = 0,787$ , y en P, fue  $DE = (0,527\beta_0 + L^{0,426} \beta_1)$ ,  $R^2 = 0,799$ . Se cuantificó el rendimiento agronómico por finca durante 6 meses, se identificaron los componentes de rendimiento primario, índice de amas femeninas sobre las masculinas y el número de frutos. Se estableció una escala BBCH extendida del estadio 5 al 8. Se obtuvieron diferencias entre los parámetros de calidad a un  $p \leq 0,05$  usando la prueba de Mann-Whitney, para los grados Brix que fue para A entre 8 a 9,8 y en P entre 7 a 11,5, para el pH en A entre 2,28 a 3,01 y en P entre 2,28 a 3,05, para la acidez total para A 4,6 a 10,3 y en P entre 4,6 a 10,3 e índice de madurez para A 0,83 a 2,39 y para P 0,83 a 2,39.

#### Conclusiones

*R. floribundus* en A presentó un menor tiempo de duración fenológica del estado 5 al 8 con A 101 días, con respecto a P con 108 días. La finca A presentó mayor producción semanal variando entre 2,568 a 11,709 kg, frente P con 2,835 a 10,367, A mostro un rango diferente del índice de ramas para el tutorado de espaldera doble vario entre 0,824 a 1, con respecto al de T de P que vario entre 0,5 a 1, 66.

**Palabras clave:** Mora uva, fenología, escala BBCH, botánica, tutorado, rendimiento agronómico



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Tiempo Letal Medio de aceite de neem sobre *Sitophilus zeamais* (Motschulsky), en condiciones de laboratorio

Neyer Gabriel Ruiz-García<sup>1</sup>, Humberto Giraldo-Vanegas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Semillero Sanidad Vegetal, Grupo GIAS. Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Correo: [neyer.ruizney@unipamplona.edu.co](mailto:neyer.ruizney@unipamplona.edu.co),

<sup>2</sup>Docente, Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Correo: [humgiva64@unipamplona.edu.co](mailto:humgiva64@unipamplona.edu.co).

#### Resumen

#### Objetivo

Determinar el Tiempo Letal Medio (TL50) de aceite de neem sobre *Sitophilus zeamais* (Motschulsky), en condiciones de laboratorio, en Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

#### Metodología

El diseño experimental consistió en seis tratamientos con diferentes concentraciones, cada uno con cinco repeticiones. En cada repetición se utilizaron 20 adultos de *Sitophilus zeamais*, los cuales fueron distribuidos en frascos de vidrio de 30 mL, con dos parejas por frasco y una dieta de dos gramos de pasta alimenticia. La toxicidad por efecto fumigante del aceite de neem (Neemazal® 1,2 EC) se evaluó colocando en la parte interna de la tapa de los frascos una esponja de 0,5 × 0,5 cm, sobre la cual se aplicó una gota de cada concentración evaluada: 1,2 mL/L, 0,96 mL/L, 0,72 mL/L, 0,48 mL/L, 0,24 mL/L y 0 mL/L. La mortalidad de los insectos fue registrada cada 12 horas. Para el análisis de los datos, se realizó un Análisis de Regresión entre las variables estudiadas. Los adultos utilizados en el experimento procedían de una cría masiva mantenida en el Laboratorio de Sanidad Vegetal, bajo condiciones controladas de temperatura ( $17 \pm 1$  °C) y humedad relativa ( $65 \pm 10\%$ ).

#### Resultados

Se determinó los TL50 de las cinco concentraciones de aceite de Neem, encontrándose que la concentración 1,2mL/L causó la muerte del 50% de la población de *S. zeamais* del bioensayo a las 13 horas; mientras la concentración más baja 0,24 mL/L, causa la mortalidad al 50% de la población a las 104 horas. Los demás TL50 de las concentraciones intermedias probadas se distribuyeron entre estas dos concentraciones.

#### Conclusiones

Los resultados del bioensayo sugieren que el aceite de neem es un agente tóxico para la población de *S. zeamais*, pudiendo ser utilizado para evaluar la efectividad en campo como un agente de control de plagas en granos almacenados.

**Palabras clave:** *Azadirachta indica*, toxicidad, picudo del maíz



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### **Fenología floral y de semillas de plantas de frailejón *Espeletia brassicoidea* Cuatrec.**

Paola Andrea hormaza Martinez<sup>1</sup>, Marjorie Dayana Jaimes Vera<sup>2</sup>, Vanessa Meller Cabrales<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Docente del Programa de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Grupo de Investigación Gfisem, Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia. Correo: [paola.hormaza@unipamplona.edu.co](mailto:paola.hormaza@unipamplona.edu.co), Estudiantes de semillero del Programa de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Grupo de Investigación Gfisem, Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia. Correos: [marjorie.jaimes@unipamplona.edu.co](mailto:marjorie.jaimes@unipamplona.edu.co), [vanessa.meller@unipamplona.edu.co](mailto:vanessa.meller@unipamplona.edu.co).

#### **Resumen**

#### **Objetivo**

Caracterizar fenológicamente el desarrollo floral y de semillas en plantas de frailejón mediante la escala extendida BBCH.

#### **Metodología**

Se llevó a cabo un estudio en el sector Paramuno de la vereda La Lejía, Norte de Santander, Colombia, con el objetivo de identificar el desarrollo y la fenología del frailejón *Espeletia brassicoidea* en sus estructuras florales y semillas. Para ello, se seleccionaron de forma aleatoria plantas sanas, alejadas de zonas de cultivo, basándose en criterios de tamaño de la inflorescencia joven y su desarrollo óptimo. Las inflorescencias fueron protegidas con bolsas de tela tull, se realizaron mediciones precisas durante su desarrollo y los datos obtenidos fueron registrados en una tabla de Excel. Además, se diseñó una escala BBCH para describir los diferentes estados de desarrollo de las estructuras observadas y se evaluó la calidad fisiológica de las semillas mediante diversos métodos.

#### **Resultados**

Se identificaron las partes de la inflorescencia, destacando el pedúnculo, y se encontraron flores tubulares inmaduras en diferentes etapas de desarrollo, revelando su naturaleza ligulada, la presencia de una flor hermafrodita y sus semillas. Se estableció una escala BBCH extendida desde el estadio 5 hasta el 9, abarcando la senescencia. Además, se observó que las semillas experimentaron cambios de color de manera asincrónica y progresiva, pasando de blanco a marrón oscuro desde la periferia hacia el interior. También se detectó poliembrionia en las semillas, lo que añadió complejidad al proceso de desarrollo de la planta.

#### **Conclusiones**

Los hallazgos resaltan la importancia de comprender en detalle el desarrollo fenológico, la morfología y la fisiología específica del frailejón, ya que este conocimiento proporciona información esencial para su manejo, protección, conservación y la promoción de la reforestación en su ecosistema nativo.

**Palabras clave:** Hermafrodita, poliembrionía, asincrónica, polinizadores, estadio, pedúnculo



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Los visitantes florales del frailejón *Espeletia spp.* en el páramo de Fontibón Norte de Santander: Conservando la biodiversidad a través de la interacción planta-animal

Paola Andrea Hormaza Martínez<sup>1</sup>, Viviana Andrea Andrade Flórez<sup>2</sup>, Laura Alejandra Pérez Calderón<sup>2</sup>, Andrés López Rubio<sup>3</sup>, Juan Diego Ríos Diez<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, AGROSAVIA Correo: [pahoma@gmail.com](mailto:pahoma@gmail.com),

<sup>2</sup>Estudiante, Departamento de Agronomía. Grupo de Investigación GIAS Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia Correo: [viviana.andrade@unipamplona.edu.co](mailto:viviana.andrade@unipamplona.edu.co), [laura.perezla@unipamplona.edu.co](mailto:laura.perezla@unipamplona.edu.co),

<sup>3</sup>Docente, Facultad de Derecho y Ciencias Forenses, Tecnológico de Grupo de investigación Bioforense. Tecnológico de Antioquia, Medellín Colombia. Correo: [alopez@tdea.edu.co](mailto:alopez@tdea.edu.co), <sup>4</sup>Docente, Facultad de Ingeniería. Grupo de investigación Fitotecnia del trópico. Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia. Correo: [jriosd@unimagdalena.edu.co](mailto:jriosd@unimagdalena.edu.co).

#### Resumen

#### Objetivo

Identificar los tres órdenes de insectos más representativos que visitan las inflorescencias el frailejón *Espeletia spp.* en el páramo Fontibón Norte de Santander.

#### Metodología

Se seleccionaron dos zonas de estudio en el páramo azonal de Fontibón. La primera, denominada Zona con Cultivo (ZCC), corresponde a un área de páramo rodeada de sistemas productivos agropecuarios, donde se cultivan principalmente papa negra (*Solanum tuberosum* L.), papa amarilla (*Solanum phureja* Juz. & Bukasov), zanahoria (*Daucus carota* L.), brócoli (*Brassica oleracea* L. Grupo Italica), coliflor (*Brassica oleracea* L. Grupo Botrytis) y repollo (*Brassica oleracea* L. Grupo Capitata), además de la presencia de ganado bovino y bufalino. La segunda, denominada Zona Libre de Cultivo (ZLC), está ubicada a más de 1 km de los frailejones y no presenta sistemas agropecuarios circundantes. El muestreo se llevó a cabo en ambas zonas durante dos épocas del año: verano (sin lluvias) y época lluviosa. Se emplearon tres métodos de captura: manual, jama y trampa de luz, aplicados en cada época y zona. En total, se realizaron 12 muestreos en un lapso no mayor a diez días, con tres muestreos por época en cada zona. La identificación de los insectos se realizó mediante estereoscopios y claves taxonómicas, y se calcularon los índices de abundancia, riqueza y biodiversidad de las especies registradas.

#### Resultados

Los órdenes con mayor representatividad en las dos zonas de estudios fueron Diptera, Lepidoptera, Coleoptera y Thysanoptera. La presencia de estos insectos en las inflorescencias esta mediada por factores climáticos como la temporada lluviosa. Durante el día la presencia de los insectos visitantes florales del frailejón varía de acuerdo con la temperatura del día, formando parte de la interacción planta- insecto.

#### Conclusiones

Los órdenes con mayor incidencia son los Diptera y Coleoptera, la presencia de estos insectos a lo largo del día es mayor en horas de la mañana con poco movimiento, debido a las bajas temperaturas del páramo

**Palabras clave:** capítulos, conservación, impacto ambiental, diversidad, ecosistemas protegidos



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Producción de *Pleurotus ostreatus* a partir de tamo de arroz

Geraldine Carrasquilla-Solis<sup>1</sup>, Ángela Maritza Cajiao Pedraza<sup>2</sup>, Liliana Rojas Contreras<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante Semillero, Departamento de Microbiología. Semillero de Investigación en Microbiología y Biotecnología-SIMBIO. Universidad de Pamplona, Colombia. Vía Bucaramanga Km 1, Pamplona, Norte de Santander. [geraldine.carrasquilla@unipamplona.edu.co](mailto:geraldine.carrasquilla@unipamplona.edu.co), <sup>2</sup>Docente, Departamento de Microbiología, Grupo de Investigación en Microbiología y Biotecnología-GIMBIO. Universidad de Pamplona, Colombia. Vía Bucaramanga Km 1, Pamplona, Norte de Santander. [angelacajiao@unipamplona.edu.co](mailto:angelacajiao@unipamplona.edu.co), <sup>3</sup>Docente, Departamento de Microbiología, Grupo de Investigación en Microbiología y Biotecnología-GIMBIO. Universidad de Pamplona, Colombia. Vía Bucaramanga Km 1, Pamplona, Norte de Santander. [olrojas@unipamplona.edu.co](mailto:olrojas@unipamplona.edu.co)

#### Resumen

#### Objetivo

Producir *Pleurotus ostreatus* a partir de tamo de arroz, desecho de una arrocera en Norte de Santander.

#### Metodología

La propagación del micelio de *P. ostreatus* se realizó a partir de un inóculo comercial, cultivado sobre cebada previamente hidratada y esterilizada a 121°C. Los frascos fueron incubados a 25°C durante aproximadamente dos semanas, hasta que el grano estuvo completamente colonizado. Para el cultivo y producción, se utilizó tamo de arroz como sustrato de crecimiento y el micelio propagado como inóculo. El sustrato, previamente hidratado y esterilizado a 121°C por una hora, fue inoculado con *P. ostreatus* en bolsas de polipropileno, cada una con 2 kg de sustrato húmedo. Estas se mantuvieron en un ambiente oscuro a temperaturas de 20°C - 25°C hasta la colonización completa. Posteriormente, se expusieron a la luz solar para inducir la fructificación del hongo.

#### Resultados

Tras la inoculación del sustrato y el mantenimiento de una temperatura cercana a 25°C, el tamo de arroz fue completamente colonizado en aproximadamente 30 días. Luego, las bolsas se expusieron a la luz para inducir la fructificación, lo que permitió la formación de los hongos en un lapso de 14 días. Hasta la fecha, las tres bolsas en producción han generado tres cosechas cada una, con un rendimiento promedio de 15 g de *P. ostreatus* por cosecha a partir de 2 kg de sustrato. Esta producción a pequeña escala tuvo como objetivo estandarizar el proceso, controlando variables como temperatura, humedad y exposición a la luz. Actualmente, se está ampliando la producción para su aplicación en la fortificación del arroz, con el propósito de desarrollar un alimento enriquecido que aumente su contenido proteico. Esta iniciativa se perfila como una alternativa viable, sostenible y económica, ofreciendo un arroz suplementado con *P. ostreatus* como opción nutricional en la dieta diaria.

#### Conclusiones

La producción de este hongo comestible es tanto económica como sostenible, ya que aprovecha residuos no comestibles de la industria arrocera para generar un nuevo alimento. Esta iniciativa impulsa la economía circular, permitiendo que los residuos del procesamiento del arroz sean aprovechados en la producción de un alimento enriquecido con *P. ostreatus*, beneficiando así la dieta de los colombianos y diversificando la comercialización del arroz.

**Palabras clave:** Alimento, comercialización, desecho, hongo



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### **Producción artesanal de *Trichoderma* sp. en arroz: una alternativa viable para el control biológico de enfermedades en agroecosistemas**

Laura Marcela Laverde Jiménez<sup>1</sup>, Briyit Fernanda Villamizar Calderón<sup>1</sup>, Mayda Yarely Reatiga Pulido<sup>1</sup>, Zilenyi Vanessa Cañas Meaury<sup>1</sup>, Humberto Giraldo-Vanegas<sup>2</sup>, Omaira Rozo García<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiantes Ingeniería Agronómica, Semillero Sanidad Vegetal, Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Correos: [laura.laverdelau@unipamplona.edu.co](mailto:laura.laverdelau@unipamplona.edu.co), [briyit.villamizarbri@unipamplona.edu.co](mailto:briyit.villamizarbri@unipamplona.edu.co), [mayda.reatiga@unipamplona.edu.co](mailto:mayda.reatiga@unipamplona.edu.co). <sup>2</sup>Docente, Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Correo: [humgiva64@unipamplona.edu.co](mailto:humgiva64@unipamplona.edu.co), <sup>3</sup>Docente, Programa de Microbiología. Facultad de Ciencias Básicas. Universidad de Pamplona. Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Correo: [omairaroz@unipamplona.edu.co](mailto:omairaroz@unipamplona.edu.co).

#### **Resumen**

#### **Objetivo**

Evaluar la viabilidad de la producción artesanal de *Trichoderma* sp. utilizando arroz como sustrato.

#### **Metodología**

Para la producción artesanal de *Trichoderma* sp. en arroz, se siguieron los protocolos establecidos como el pesaje de 100 gramos de arroz y aplicación de 25 mL de agua destilada en cada botella de vidrio, luego se esterilizó el sustrato por baño maría para eliminar la carga microbiana. Se llevo a cabo la inoculación de la cepa de *Trichoderma* sp. en el arroz, teniendo en cuenta la asepsia para evitar contaminación. Finalmente, se dejó en un lugar aireado, limpio a temperatura ambiente (14°C) durante 15 días. Se realizó monitoreo del crecimiento mediante observación visual y análisis microscópico. Se observaron variables macroscópicas como color, textura, crecimiento micelial, esporulación y microscópicas como las estructuras hifales. Se realizó conteo de conidios en la Cámara de Neubauer.

#### **Resultados**

Se evidenció el crecimiento y colonización total de *Trichoderma* sp. sobre el sustrato. Al análisis macroscópico las colonias de *Trichoderma* sp. producidas son de color verde a verde claro, de textura algodonosa o aterciopelada. En cuanto a su morfofisiología, *Trichoderma* sp. muestra un crecimiento rápido y denso en las colonias, con apariencia algodonosa distintiva. En la observación microscópica presenta hifas septadas y ramificadas, con una disposición característica en espiral con conidios ovalados o en forma de pera, formando cadenas en las hifas. El conteo de conidios arrojó una concentración de  $1 \times 10^8$  UFC/mL.

#### **Conclusión**

La producción artesanal de *Trichoderma* sp. en arroz es una alternativa viable, técnica, económica y ambientalmente amigable para el control biológico de fitopatógenos en cultivos. Esta técnica puede ser implementada por pequeños agricultores y comunidades rurales como una herramienta sostenible para el manejo de enfermedades.

**Palabras clave:** control biológico, antagonista, sustratos, viabilidad técnica, y ambiental



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Posibilidades de usar ATR-FTIR para identificar *Plasmodiophora brassicae* Wororin en Crucíferas de Pamplona, Norte de Santander

Angie Katherine Fernández Bautista<sup>1</sup>, Amanda Lucia Chaparro García<sup>2</sup>, Leónides Castellanos González<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ingeniera agrónoma en formación, miembro del semillero de Investigación en Tecnologías Verdes "Conciencia" y miembro del semillero Agroecología, Universidad de Pamplona. vía a Bucaramanga Km 1, Pamplona, Norte de Santander <sup>2</sup>Docente facultad de ciencias Básicas, Coordinadora Semillero de Investigación en Tecnologías Verdes "ConCiencia. <sup>3</sup>Docente, Departamento de Agronomía. Coordinador del semillero Agroecología, Universidad de Pamplona. vía a Bucaramanga Km 1, Pamplona, Norte de Santander.

#### Resumen

#### Objetivo

Evaluar la posibilidad de aplicar la técnica de espectroscopia ATR-FTIR para el diagnóstico de la hernia de la col (*Plasmodiophora brassicae* Wororin) en crucíferas en Pamplona Norte de Santander.

#### Metodología

Se realizó el muestreo de plantas sanas y enfermas en lotes de crucíferas afectadas por la hernia de la col en el huerto de la Escuela Normal Superior de Pamplona, municipio de Pamplona, Norte de Santander. Posteriormente, se prepararon muestras de crucíferas para el análisis ATR-FTIR en el laboratorio mediante dos métodos: el análisis de órganos intactos utilizando una prensa, donde los órganos de las plantas sanas y enfermas fueron presionados directamente por la pinza del ATR con manómetros, y el método de secado en horno, donde las mismas muestras se secaron durante 51 horas a 45°C, se molieron hasta convertirlas en polvo y se llevaron a la pinza ATR. A cada uno de los datos obtenidos se les realizó un preprocesamiento espectral corrigiendo la línea base y suavizado. Adicionalmente, se normalizaron los datos y se obtuvieron la primera y segunda derivada utilizando el software OriginPro.

#### Resultados

Con esto, se obtuvieron los espectros de infrarrojos de las muestras tanto de los órganos intactos como del material seco de plantas sanas y enfermas, realizando gráficas comparativas que evidencian diferencias significativas a nivel químico en algunas zonas características de los espectros. Las diferencias en los espectros FTIR de las raíces enfermas y sanas se observan en los picos de 1035 cm<sup>-1</sup>, 1250 cm<sup>-1</sup>, 1534 cm<sup>-1</sup>, 1642 cm<sup>-1</sup> y 3304 cm<sup>-1</sup>, debidas principalmente al aumento en el contenido de carbohidratos polisacáridos en las plantas enfermas después de ser infectadas por *Plasmodiophora brassicae*. La planta produce una gran cantidad de sustancias de defensa, incrementando el contenido de polisacáridos, aminas, flavonoides y otros metabolitos correspondientes.

#### Conclusiones

Las diferencias en los picos y el área de los picos de muestras infectadas y sanas podrían utilizarse para identificar si se desarrolla la enfermedad o no, lo que proporciona una base para la detección temprana de *Plasmodiophora brassicae*. Esto permite considerar el potencial para un diagnóstico precoz de *Plasmodiophora brassicae* mediante ATR-FTIR, debido a la sensibilidad y especificidad observada.

**Palabras clave:** hernia de la col, crucíferas, diagnóstico temprano, espectros infrarrojos



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Efecto de la deficiencia de fósforo en el crecimiento de plantas de rábano (*Raphanus sativus* L.)

Jimmy Amézquita Flórez<sup>1</sup>, Mónica Liliana Fuentes Beltrán<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante, Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: [jimmy.amezquita@unipamplona.edu.co](mailto:jimmy.amezquita@unipamplona.edu.co), <sup>2</sup>Docente, Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: [monica.fuentes2@unipamplona.edu.co](mailto:monica.fuentes2@unipamplona.edu.co)

#### Resumen

#### Objetivo

Evaluar el efecto de la deficiencia de fósforo sobre el crecimiento de plantas de rábano (*Raphanus sativus* L.).

#### Metodología

Para este estudio fueron utilizadas 45 plantas de rábano, las cuales fueron distribuidas en diseño completamente al azar en tres tratamientos y quince repeticiones: SP- plantas sin fósforo; CP- plantas con fósforo y SN-plantas plantas sin nutrientes. Las plantas fueron sembradas en bolsas de polietileno de un kg, con sustrato inerte (arena) y bajo condiciones de invernadero. Cuando las plántulas alcanzaron el estadio V12 en la escala BBCH, se inició fertilización, con aporte de 50 ml de solución nutritiva por unidad experimental, con frecuencia de riego tres veces por semana. Se realizó manejo fitosanitario y riego uniforme. Las variables evaluadas fueron número de hojas (NH), longitud de parte aérea, longitud de raíz, contenido relativo de clorofilas (CC) y se describió la sintomatología de deficiencias en hojas. Los resultados fueron sometidos a ANOVA y se utilizó la prueba de comparación de medias de Tukey al 5% de significancia.

#### Resultados

Se evidenció efecto de los tratamientos ( $P < 0.05$ ) sobre los cambios fisiológicos y morfológicos de las plantas. Las plantas SP presentaron en la parte foliar cambios en la coloración, con tonalidad oscura de aspecto apagado, inhibición del crecimiento de la raíz tuberosa y pocas raíces secundaria. Las plantas CP presentaron un crecimiento notable en su raíz tuberosa siendo más exploratoria y con mayor número de raíces secundarias, hojas de mayor tamaño, más vigorosas y fotosintéticamente más activas, variable soportada con el alto contenido de clorofila. Finalmente, en las plantas SN se evidenció menor crecimiento en raíz tuberosa, hojas y tallo, hojas cloróticas debido a que no se aportó ningún elemento. Los resultados indican que las plantas que recibieron todos los nutrientes presentaron en mayor crecimiento tanto en parte aérea como raíz tuberosa.

#### Conclusiones

La deficiencia de P disminuye el contenido de clorofila y crecimiento de hojas y raíces de plantas de rábano.

**Palabras clave:** Fertilización, nutrición, clorofila, variables fisiológicas, variables morfológicas



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Curva epidemiológica de las enfermedades más importantes del calabacín en el huerto de la Escuela Normal Superior de Pamplona

José Armando Ramírez Peña<sup>1</sup>, Leónides Castellanos González<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Semillero de Agroecología, Programa de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona, <sup>2</sup>Grupo GIATAS. Programa de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona.

#### Resumen

#### Objetivo

Evaluar la curva epidemiológica de las enfermedades más importantes del calabacín (*Cucurbita pepo* L.) en la Escuela Normal Superior de Pamplona

#### Metodología

Durante el segundo semestre del año 2023 se realizó un reconocimiento de las enfermedades que afectan al cultivo del calabacín, para lo cual se seleccionó el huerto la Escuela Normal Superior, en el municipio de Pamplona ubicado a 75 km de la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander, a una altitud de 2.228 msnm y una temperatura de 14,9 °C, en octubre del 2023. El cultivo del calabacín se visitó cada 7 días, identificando las enfermedades que se encontraban. Fueron muestreadas semanalmente 10 plantas de las cuales cada planta se le muestrearon 5 hojas. Para la caracterización de las enfermedades se realizó la toma de muestras al azar en horas vespertinas. Posteriormente se recogieron muestras de tejido enfermo se empacaron en bolsas plásticas, las cuales fueron bien selladas y llevadas al laboratorio para el reconocimiento e identificación de las estructuras de los hongos. Se determinaron semanalmente las variables incidencia y severidad y al final del ciclo del cultivo el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE).

#### Resultados

Durante la investigación, se identificaron tres enfermedades en el cultivo. El Virus del Mosaico del Calabacín tuvo una incidencia inicial del 2%, pero en la cuarta semana aumentó repentinamente hasta alcanzar el 100% de las plantas, manteniéndose constante hasta la cosecha con un ABCPEI = 3864. La mancha por *Alternaria* comenzó con manchas amarillas en las hojas, inicialmente confundidas con *Corynespora*. El análisis de laboratorio confirmó la presencia de conidios de *Alternaria*. La incidencia inicial fue del 28%, con una severidad del 6,8%, aumentando con la edad del cultivo hasta un ABCPEI = 3192 y ABCPES = 1521,1, ajustándose a modelos lineales. El mildiu polvoriento apareció en la quinta semana, con una incidencia del 0% al 26% y una severidad del 0% al 6%. Su progresión en el tiempo mostró un ajuste a ecuaciones lineales, con valores finales de ABCPEI = 2940 y ABCPES = 1605,8. Estos resultados evidencian el impacto de las enfermedades en el desarrollo del cultivo y su progresión epidemiológica.

#### Conclusiones

Los resultados demuestran que tanto la enfermedad mancha por *Alternaria* como el Mildiu polvoriento inciden desde la cuarta o quinta semana siguiendo curvas y tendencias similares mientras que el Virus del mosaico del calabacín se presenta con una incidencia más temprana y un ABCPE de Incidencia más alta inhabilitando los frutos para la comercialización.

**Palabras clave:** cucurbitácea, epidemiología, patógeno, incidencia, severidad



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### **Regionalización del cultivo de plátano en el departamento de Arauca, Colombia, durante el período 2010-2022**

Carlos G. Díaz<sup>1</sup>, Karol F. Pérez<sup>2</sup>, Marisol Maestre Delgado<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de economía, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Pamplona. Código postal: 543058. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-2602-0982> Correo: [carlos.diazcar@unipamplona.edu.co](mailto:carlos.diazcar@unipamplona.edu.co),

<sup>2</sup>Estudiante de economía, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Pamplona. Código postal: 543058. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-5856-7854>. Correo: [karol.perezkar@unipamplona.edu.co](mailto:karol.perezkar@unipamplona.edu.co),

<sup>3</sup>Docente tiempo completo, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Pamplona. Código postal: 543058. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0548-2710>, Correo: [marisol.maestre@unipamplona.edu.co](mailto:marisol.maestre@unipamplona.edu.co).

#### **Resumen**

#### **Objetivo**

Proponer una regionalización de la producción de plátano en el departamento de Arauca, Colombia, tomando en cuenta las disparidades productivas entre municipios.

#### **Metodología**

Se empleó una metodología cuantitativa y espacial. En primer lugar, se recopilieron datos de producción, rendimiento, área sembrada y precios del plátano a nivel municipal en Arauca, obtenidos de fuentes oficiales para el período 2010-2022. Posteriormente, se realizó un análisis estadístico de estos datos con el fin de examinar la evolución de los indicadores productivos y comparar el desempeño entre los principales municipios productores. Asimismo, se llevó a cabo un mapeo espacial de la distribución de la producción de plátano en Arauca mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG), lo que permitió identificar patrones geográficos y factores determinantes en el liderazgo productivo de ciertos municipios. Finalmente, la integración de los análisis cuantitativo y espacial permitió proponer una regionalización de la producción, destacando las disparidades entre municipios y señalando aquellas áreas con mayor potencial productivo.

#### **Resultados**

La zona consolidada para el cultivo de plátano en Arauca está conformada por Tame, Fortul y Saravena, liderando ampliamente los indicadores de producción, área sembrada, cosechada y rendimiento. Tame destaca con una producción de 526,175 toneladas, área sembrada de 21,103 hectáreas, cosechada de 21,047 hectáreas y rendimiento de 25 t/ha. Arauquita representa la zona en transición, exhibiendo valores medios con potencial de crecimiento, con una producción de 151,646 toneladas, área sembrada de 6,983 hectáreas, cosechada de 6,893 hectáreas y rendimiento de 22 t/ha.

#### **Conclusiones**

El departamento de Arauca se consolida como una zona líder en el cultivo de plátano a nivel nacional. Dentro de Arauca, Tame, Fortul y Saravena conforman la zona consolidada; Arauquita es una zona en transición; y Arauca, Cravo Norte y Puerto Rondón son zonas rezagadas. Se requiere un análisis de perfiles vocacionales en las zonas rezagadas para replantear las actividades agrícolas acorde a sus ventajas comparativas.

**Palabras clave:** Regionalización, producción, disparidades municipales, SIG



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Avances en la implementación de la granja agroecológica en el Pórtico, municipio de Cúcuta

Mónica M. Contreras<sup>1</sup>, Kyra R. Monrroy<sup>2</sup>, César Villamizar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante Programa de Zootecnia Extensión Villa del Rosario. Correo: [monica.contrerasmonmon@unipamplona.edu.co](mailto:monica.contrerasmonmon@unipamplona.edu.co), <sup>2</sup>Programa de Zootecnia Extensión Villa del Rosario. Correo: [kyra.monrroy@unipamplona.edu.co](mailto:kyra.monrroy@unipamplona.edu.co), <sup>3</sup>Profesor Titular, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona. Correo: [csvillamizar@unipamplona.edu.co](mailto:csvillamizar@unipamplona.edu.co). Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Grupo de Investigación GIAS. Semillero de Investigación SPIS. Universidad de Pamplona. vía a Bucaramanga Km 1, Pamplona, Norte de Santander.

#### Resumen

#### Objetivo

Describir los procesos realizados para el establecimiento la Granja Agroecológica “Los Primos”, como un espacio experimental que permita comprender la complejidad y exigencias del tema.

#### Metodología

En marzo de 2024 se realizó un diagnóstico del área potencial de la Granja, mediante la técnica del recorrido del transecto, con la participación de la propietaria. Se registró información sobre aspectos biofísicos, los sistemas de producción y las prácticas agrícolas desarrolladas. Se concertó con la propietaria y los estudiantes de Agroecología, un plan de actividades. Se enfatiza en el manejo orgánico y la aplicación de prácticas de conservación de los suelos. Para este fin se acordó realizar una jornada de trabajo de cuatro horas, con el fin de participar en el montaje de la granja. Las fotografías, videos y reportes le dan soporte a la experiencia en construcción.

#### Resultados

La construcción colectiva del diagnóstico se refleja en el mapa del estado inicial de la granja que se complementa con la identificación de problemas y la propuesta de posibles alternativas de solución, que se proyectan en el plano de la finca deseada. Se implementaron técnicas relacionadas con el compostaje de los residuos orgánicos mediante el Bocashi y la lombricultura y para la conservación de los suelos se aplicaron estrategias de labranza de conservación (siembra directa, cobertura) y la construcción de terrazas y senderos para reducir la erosión y compactación. En las zonas de mayor pendiente y cerca a los senderos se sembraron especies como *Saccharum officinarum*, *L.*, *Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*, *Trichanthera gigantea*, *Moringa oleífera*, *Tithonia diversifolia*, y *Gliricidia sepium* y *Canavalia ensiformis*.

#### Conclusiones

La Granja Agroecológica requiere una adecuada planeación y la aplicación de conceptos desde diferentes disciplinas, que exige un trabajo constante y oportuno. La granja ha mejorado el cuidado del suelo, y se está proyectando como un modelo y un espacio de aprendizaje en Cúcuta.

**Palabras clave:** Prácticas agroecológicas, granja integral, desarrollo comunitario, medio ambiente, resiliencia, sinergia



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### **Experiencias en la implementación de una granja agroecológica en el Pórtico, Cúcuta norte de Santander**

Alexa L. Villamizar Salinas<sup>1</sup>, Óscar Lizcano<sup>2</sup>, César Villamizar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Zootecnia Extensión Villa del Rosario, correo [alexa.villamizarale@unipamplona.edu.co](mailto:alexa.villamizarale@unipamplona.edu.co), <sup>2</sup>Programa de Zootecnia Extensión Villa del Rosario, correo [oscar.lizcano@unipamplona.edu.co](mailto:oscar.lizcano@unipamplona.edu.co), <sup>3</sup> Profesor Titular, Facultad de Ciencias Agrarias, Grupo de Investigación GIAS. Semillero de Investigación SPIS. Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia. vía a Bucaramanga Km 1, Pamplona, Norte de Santander. Correo: [crsvillamizar@unipamplona.edu.co](mailto:crsvillamizar@unipamplona.edu.co)

#### **Resumen**

#### **Objetivo**

Valorar la implementación de una granja agroecológica con énfasis en la biodiversidad y seguridad alimentaria.

#### **Metodología**

Para el desarrollo de la propuesta se ejecutaron tres etapas. En la etapa 1 (Diagnóstico), se utilizó cartografía para evaluar el estado físico del terreno, la calidad del suelo y la disponibilidad de agua, además de elaborar un cronograma de actividades. En la etapa 2 (Implementación de prácticas agroecológicas), con el acompañamiento de la propietaria del predio, se llevó a cabo la producción de abono orgánico tipo bocashi, la construcción de senderos con materiales reciclables y la instalación de un lombricultivo. También se manejaron cultivos de plantas medicinales y ornamentales, y se establecieron eras con abono orgánico, donde se sembraron especies de interés agroecológico como frijol guajiro y frijol Zaragoza. Finalmente, en la etapa 3 (Participación comunitaria y sensibilización), se capacitó a los miembros de la comunidad sobre la importancia de la agroecología y la implementación de prácticas sostenibles en los cultivos.

#### **Resultados**

Se elaboró un mapa gráfico que describe las explotaciones y especies cultivadas en la granja, construido junto con la propietaria bajo los principios de la agroecología. Para fomentar la biodiversidad, en la etapa 1 se realizó un inventario, identificando árboles como mamón, mango, tamarindo y guayaba, además de la introducción de caña de azúcar, pasto elefante, botón de oro, yatago, pimentón, plantas medicinales y ornamentales. Se evitó el uso de pesticidas, permitiendo que la biodiversidad contribuyera al control natural de plagas. Asimismo, se implementaron prácticas sostenibles como la producción de abono bocashi y la construcción de un lombricultivo para su uso y comercialización. El inventario identificó la presencia de plantas leñosas (mamón, mango, tamarindo, guayaba), medicinales (acetaminofén, limonaria, sábila, moringa), ornamentales (lengua de suegra) y de uso alimenticio para humanos y animales (canavalia, frijol, yuca, ahuyama y maíz).

#### **Conclusiones**

En la experiencia vivida en la granja integral los primos se evidenció la necesidad del trabajo sistemático, de gran esfuerzo y dedicación. Se observó que la biodiversidad favorece el mejoramiento de los suelos y la alimentación en general. Durante el desarrollo del proyecto se incrementó la biodiversidad porque se incluyeron especiales en la alimentación y salud empleando leguminosas, hortalizas, plantas medicinales, plantas ornamentales y especies de importancia nutricional para la producción de forraje.

**Palabras clave:** Agroecología, creación, biodiversidad, lombricultivo



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### **Análisis económico de la agroindustria de la palma de aceite de dos asociaciones en el municipio de Tibú (2020 a 2022)**

Luis F. Martínez Wilches<sup>1</sup>, Adriana S. Rodríguez Agudelo<sup>2</sup>, Marisol Maestre Delgado<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante, Programa de Economía. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: [luis.martinez@unipanplona.edu.co](mailto:luis.martinez@unipanplona.edu.co), <sup>2</sup>Estudiante, Programa de Economía. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Correo: [adriana.rodriguezadr@unipamplona.edu.co](mailto:adriana.rodriguezadr@unipamplona.edu.co), <sup>3</sup>Docente tiempo completo, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0548-2710>, Correo: [marisol.maestre@unipamplona.edu.co](mailto:marisol.maestre@unipamplona.edu.co)

#### **Resumen**

#### **Objetivo**

Analizar el impacto económico de la agroindustria de la palma en los ingresos de los asociados en el periodo de 2020 a 2022.

#### **Metodología**

La recolección de los datos extraídos estuvo relacionada con la producción mensual de cada uno de los miembros de Asopalser y Asopalcatdos, para lo cual se llevó a cabo el análisis del registro de la base de datos de los últimos 3 años (2020, 2021 y 2022) de manera que se obtuvo promedio de producción mensual y anual, por asociación, así como por participante, de manera que se tuviera una claridad suficiente acerca de la evolución en las cantidades producidas y el valor que estas representaban. Por otro lado, para la detección del ingreso personal para cada uno de los miembros de las asociaciones, se realizó una encuesta en septiembre del 2023 titulada Encuesta de Rasgos de Personalidad, la cual pertenece a un estudio realizado por estudiantes de postgrado de la Universidad Libre, dirigida a los palmicultores con el objetivo de recabar información psicométrica del gremio palmero en la región del Catatumbo.

#### **Resultados**

El año 2020 destacó por una producción considerablemente mayor que en 2021 y 2022, posiblemente influenciado por la pandemia de Covid-19 como agente de restricción para las jornadas de trabajo, además de bajos precios de compra en años posteriores. Por otro lado, la muestra seleccionada muestra que la producción varía considerablemente entre los productores, indicando una diversidad de tamaños de producción. Así mismo, ambas asociaciones exhiben patrones similares, con bajas producciones en mayo y diciembre, y aumentos en febrero y noviembre. Las fluctuaciones pueden atribuirse a factores tanto de mercado como ambientales.

#### **Conclusión**

Tanto Asopalser como Asopalcatdos muestran una tendencia de fluctuación en la producción de aceite de palma a lo largo de los años estudiados, con picos en los meses de febrero y noviembre y bajas en mayo y diciembre. Esta variabilidad puede atribuirse a factores tanto de mercado como ambientales.

**Palabras clave:** abundancia, riqueza, diversidad, macroinvertebrados



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Innovando en el campo: Granja integral Shekinah en Villa del Rosario

Maira Jasmín Castro Rodríguez<sup>1</sup>, César Villamizar Quiñonez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Zootecnia Extensión Villa del Rosario. Correo: [mayra.castro2@unipamplona.edu.co](mailto:mayra.castro2@unipamplona.edu.co), <sup>2</sup>César Villamizar Quiñonez. Profesor titular Facultad Ciencias Agrarias. Correo: [csvillamizar@unipamplona.edu.co](mailto:csvillamizar@unipamplona.edu.co). <https://orcid.org/0000-0001-5937-5278>. Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia. Grupo de Investigación GIATAS. Semillero de Investigación SPIS. Universidad de Pamplona. vía a Bucaramanga Km 1, Pamplona, Norte de Santander.

#### Resumen

#### Objetivo

Describir las experiencias en el montaje de la Granja Integral SHEKINA en el municipio de Villa del Rosario, corregimiento de Juan Frío, Norte de Santander.

#### Metodología

En el proceso de acompañamiento a los productores afiliados a ASPROANORT para el montaje de Granjas Integrales Autosuficientes, se implementó un enfoque participativo y de autogestión. Un grupo de estudiantes de Zootecnia de la asignatura Extensión y Desarrollo Rural se unió al proyecto para abordar las limitaciones identificadas en el diagnóstico. Posteriormente, se estableció un plan de trabajo que incluyó mejoras en la infraestructura para el almacenamiento de agua, así como en los sistemas de producción pecuario y agrícola. Este caso se convirtió en una experiencia piloto para procesos similares en otros cuatro predios que se unieron voluntariamente al proyecto, dispuestos a contribuir para mejorar aspectos críticos de sus granjas. Las actividades se registran en fotos, videos, mapas y planillas de campo.

#### Resultados

Semanalmente, un grupo de cuatro estudiantes, contando con el apoyo de los propietarios de una granja y dos operarios, realizaron jornadas semanales de acompañamiento de cuatro horas. Los resultados incluyen la reorganización de los espacios de acuerdo con el plano de la finca soñada, la innovación de un tanque de agua con válvula de desagüe y la cría de peces como tilapia y cachama, en este espacio. Han construido un aprisco elevado, corrales de pastoreo, cercas vivas con matarratón y botón de oro, y una jaula elevada con capacidad para 500 pollos, tipo Cobb 500. Estas acciones buscan mejorar las condiciones de la granja para un manejo sostenible de especies animales y vegetales, diversificando los ingresos de la granja SHEKINAH y promoviendo la diversidad, la cual apunta a generar nuevos ingresos para la familia propietaria.

#### Conclusiones

Esta experiencia ha demostrado que la planificación y organización de una Granja Integral Autosostenible es un proceso que requiere tiempo y espacios para integrar diferentes subsistemas. En el caso específico de la granja SHEKINAH, se han aplicado los principios de Agroecología y Extensión y Desarrollo Rural, lo que ha permitido contribuir a la formación holística de los estudiantes del programa de Zootecnia de la Universidad de Pamplona.

**Palabras clave:** Finca, sinergia, sostenibilidad, agroecología, extensión rural



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### **Entomopatógenos para el manejo de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith): una necesidad creciente**

Iván Darío Torres-Carreño<sup>1</sup>, Humberto Giraldo-Vanegas<sup>2</sup>, Candelaria Mercedes Madrid-Miranda<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Maestría Ciencias Agrarias. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Correo: [ivan.torres@unipamplona.edu.co](mailto:ivan.torres@unipamplona.edu.co). <sup>2</sup>Docente, Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Correo: [humgiva64@unipamplona.edu.co](mailto:humgiva64@unipamplona.edu.co). <sup>3</sup>Docente Facultad de Ciencias Básicas. Universidad de Pamplona. Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Correo: [candelaria.madrid@unipamplona.edu.co](mailto:candelaria.madrid@unipamplona.edu.co).

#### **Resumen**

#### **Objetivo**

Analizar información generada a nivel global en los últimos diez años sobre el empleo de entomopatógenos para el manejo de *S. frugiperda*.

#### **Metodología**

Se realizó una búsqueda exhaustiva en Bases de Datos científicas reconocidas (Scopus, Web of Science, Google Scholar, entre otras), utilizando los términos de búsqueda *Spodoptera frugiperda*, entomopatógenos, para identificar publicaciones relacionadas con el uso de entomopatógenos para el control de *S. frugiperda* en los últimos diez años (2014-2024), tanto a nivel de laboratorio y campo. Se analizaron los resultados para determinar la distribución de publicaciones por tipo de entomopatógeno (hongos, bacterias, virus, nematodos y protozoarios) e identificar el entomopatógeno más investigado en cada grupo; excluyendo revisiones, editoriales y comunicaciones cortas.

#### **Resultados**

En los últimos diez años se han generado 1.561 publicaciones de entomopatógenos evaluados contra *S. frugiperda*, 1.216 a nivel de laboratorio y 345 en campo; de los cuales 512 corresponden a hongos, 376 a bacterias, 180 a virus, 120 a nematodos y 24 a protozoarios entomopatógenos. Dentro de los hongos, *Beauveria bassiana* (Balsamo) representa el 27% de las publicaciones; en las bacterias es *Bacillus thuringiensis* (Berliner) con el 22%; entre los virus el más estudiado es Nucleopolyhedrovirus de *Spodoptera frugiperda* (SfNPV) con 38%; dentro de los nematodos esta *Steinernema carpocapsae* (Weiser) con el 28% y, *Nosema ceranae* (Fries) está documentado en el 42% de las publicaciones del grupo de los protozoarios entomopatógenos.

#### **Conclusiones**

Los hongos son el grupo de entomopatógenos más estudiado. *B. bassiana*, *B. thuringiensis*, SfNPV, *S. carpocapsae* y *N. ceranae* destacan en cada grupo respectivamente, mostraron resultados promisorios en estudios de laboratorio y en campo confirmando su eficacia contra *S. frugiperda*.

**Palabras clave:** gusano cogollero del maíz, control biológico, Manejo Integrado Plagas



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Curva epidemiológica de las principales enfermedades de la lechuga en el huerto de la escuela Normal Superior de Pamplona

Alisson K. Parada<sup>1</sup>, Karen A. Torres<sup>2</sup>, Leónides Castellanos<sup>3</sup>, Omaira Rozo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Estudiante Programa Ingeniería Agronómica, Proyecto de Aula Epidemiología agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona. Correo: [alisson.parada@unipamplona.edu.co](mailto:alisson.parada@unipamplona.edu.co), <sup>2</sup>Estudiante Programa Ingeniería Agronómica, Proyecto de Aula Asignatura Epidemiología agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona. Correo: [karen.torres5@unipamplona.edu.co](mailto:karen.torres5@unipamplona.edu.co), <sup>3</sup>Grupo GIATAS Docente, Programa Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona. Correo: [lclcastell@gmail.com](mailto:lclcastell@gmail.com), <sup>4</sup>Grupo GIATAS. Microbióloga, Programa de Microbiología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Pamplona. Correo: [madiva0925@gmail.com](mailto:madiva0925@gmail.com)

#### Resumen

#### Objetivo

Evaluar la curva epidemiológica de las principales enfermedades en lechuga Crespa y Batavia, en el huerto de la escuela Normal Superior, Pamplona, Norte de Santander.

#### Metodología

La investigación se realizó el primer semestre académico del año 2024 y se ejecutó bajo las condiciones agroclimáticas de Pamplona. Se realizó la identificación de las principales enfermedades que afectan a las variedades de lechuga Crespa y Batavia cultivadas en el huerto. Se seleccionaron dos parcelas, una de lechuga Crespa y otra de lechuga Batavia. Se evaluaron cada siete días las enfermedades presentes determinando la incidencia y severidad de las enfermedades a lo largo del tiempo, para determinar al final el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE).

#### Resultados

Las enfermedades encontradas en las variedades de lechuga Batavia y Crespa fueron mancha por *Alternaria*, mancha por *Cercospora*, la virosis conocida por Virus (*Big-vein*) y la bacteriosis causada por *Erwinia carotovora*. La enfermedad más importante fue la mancha por *Cercospora* que alcanzó más de 95% de incidencia y más de 18% de severidad en ambas variedades. Siempre las ABCPE de las enfermedades fueron mayor en Batavia que en Crespa. Para *Cercospora* el ABCPEI en Batavia fue de 2114 y en Crespa 1505 y para la Severidad en Batavia el ABCPE fue de 511 y en Crespa 392. El ABCPE de la Incidencia de *Virus Big-vein*: para Batavia fue de 1617 y para Crespa de 581. Las enfermedades mancha por *Alternaria* y pudrición por *Erwinia* presentaron una incidencia baja en ambas variedades de lechuga.

#### Conclusiones

La enfermedad más importante de la lechuga en el Huerto de la Normal Superior resultó ser la mancha por *Cercospora*, y tanto en esta como las otras enfermedades la incidencia y/o severidad fue superior en la variedad Batavia que en la Crespa.

**Palabras clave:** epidemiología, incidencia, severidad, ABCPE



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Eficacia de bioproductos para el control de la hernia de la col en condiciones de laboratorio

Alisson K. Parada Vera<sup>1</sup>, Karen A. Torres Ortega<sup>2</sup>, Leónides Castellanos González<sup>3</sup>, Susana Giraldo Montezuma<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Estudiante Programa Ingeniería Agronómica, Semillero de Agroecología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona. Correo: alisson.parada@unipamplona.edu.co, <sup>2</sup>Estudiante Programa Ingeniería Agronómica, Semillero de Agroecología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona. Correo: karen.torres5@unipamplona.edu.co, <sup>3</sup>Grupo GIATAS Docente, Programa Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona. Correo: lclcastell@gmail.com, <sup>4</sup>Microbióloga. Empresa Semillas Valle SA. susanagiraldo@semillasvalle.com.

#### Resumen

#### Objetivo

Evaluar la eficacia de bioproductos comerciales y precomerciales para el control de la hernia de la col (*Plasmodiophora brassicae* Wororin) en condiciones de laboratorio en Pamplona, Norte de Santander.

#### Metodología

La investigación se realizó el primer semestre académico del año 2024 y se ejecutó bajo las condiciones de laboratorio de Pamplona. Se obtuvieron quistes inactivos de *P. brassicae* de raíces de repollo morado afectadas, que luego fueron expuestos a suspensiones de bioproductos. Los bioproductos utilizados fueron BACTOX (comercial) y otros precomerciales basados en *Bacillus pumilus* Meyer and Gottheil, *Bacillus amyloliquefaciens* Priest, y *Bacillus licheniformis* Chester obtenidos de la Empresa Valle SA. Se usaron 15 cajas Petri con un diseño completamente aleatorizado para evaluar cinco tratamientos con tres repeticiones cada uno. Se midieron las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) en cámara de Neubauer cada dos días hasta el día 13 y se realizó un análisis de varianza con el empleo del software SPSS. Se determinó la eficacia de cada bioproducto.

#### Resultados

La concentración de quistes de *P. brassicae* disminuyó significativamente con el tiempo en tratamientos con *Bacillus pumilus*, *Bacillus licheniformis*, y *Bacillus amyloliquefaciens*. A partir del día 9, estos tratamientos mostraron diferencias estadísticamente significativas en comparación con el control y el tratamiento con *Bacillus subtilis*. Al final del ensayo, *Bacillus pumilus* mostró una eficacia del 75%, siendo el más efectivo, seguido por *Bacillus licheniformis* y *Bacillus amyloliquefaciens* con eficacias superiores al 60%.

#### Conclusiones

Los bioproductos precomerciales *Bacillus pumilus*, *Bacillus licheniformis* y *Bacillus amyloliquefaciens*, fueron más eficaces que el comercial *Bacillus subtilis* para el control de *Plasmodiophora brassicae* en condiciones de laboratorio alcanzando un buen nivel de eficacia.

**Palabras clave:** Hernia de la col, eficacia, *Bacillus*, bioproducto, patógeno



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Uso de fertilizantes orgánico-minerales y su efecto sobre el crecimiento y producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.)

Jorge Mario Monsalve<sup>1</sup>, Enrique Quevedo García<sup>2</sup>, Ana Francisca González-Pedraza<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante, Maestría en Ciencias Agrarias. Facultad de Ciencias Agrarias. Grupo de investigación GIAS. Universidad de Pamplona. Colombia. Correo: [jorge.monsalve@unipamplona.edu.co](mailto:jorge.monsalve@unipamplona.edu.co), <sup>2</sup>Docente, Maestría en Ciencias Agrarias. Facultad de Ciencias Agrarias. Grupo de investigación GIAS. Universidad de Pamplona. Colombia. Correo: [enriquegarcia@unipamplona.edu.co](mailto:enriquegarcia@unipamplona.edu.co), Docente, Programa de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona, Pamplona, Norte de Santander, correo: [ana.gonzalez2@unipamplona.edu.co](mailto:ana.gonzalez2@unipamplona.edu.co)

#### Resumen

#### Objetivo

Analizar de manera descriptiva y crítica la literatura existente sobre el uso de fertilizantes orgánico-minerales en el cultivo de papa cv. Superior (*Solanum tuberosum* L.) y su impacto en el rendimiento.

#### Metodología

Se realizó una revisión bibliográfica mediante la consulta de publicaciones en bases de datos especializadas como Scopus, Web of Science y Google Scholar, utilizando términos clave como "bioestimulantes", "orgánicos", "minerales", "*Solanum tuberosum*" y "papa", considerando estudios publicados entre 2014 y 2024. La información se clasificó según el origen de los bioestimulantes (orgánicos o minerales) y se identificaron los insumos por categoría. Además, se analizaron productos específicos, tiempos de aplicación y contenido de nutrientes, estableciendo comparaciones entre los hallazgos a nivel global y los reportados en Colombia.

#### Resultados

Se analizaron 250 publicaciones, de las cuales el 46% abordó bioestimulantes orgánicos y el 54% bioestimulantes minerales. Entre los orgánicos, los humatos fueron los más estudiados (39%), seguidos de extractos de algas (33%) y compost/vermicompost (28%). En la categoría de bioestimulantes minerales, los fosfatos lideraron con 37%, seguidos de nitratos (33%) y silicatos (30%). El análisis evidenció que ambos tipos de fertilización impactan positivamente el cultivo de papa. En Colombia, los estudios regionales han sido fundamentales para adaptar las estrategias de fertilización a las condiciones edafoclimáticas. El uso de tecnologías de liberación controlada y sensores de suelo ha optimizado la absorción de nutrientes y reducido las pérdidas por lixiviación, contribuyendo a una producción más eficiente y sostenible.

#### Conclusiones

Los fertilizantes orgánico-minerales han demostrado mejorar la estructura y fertilidad del suelo, además de reducir la huella de carbono. Su aplicación ha generado incrementos en el rendimiento del cultivo, con mejoras del 15-25% mediante el uso de compost enriquecido con minerales, biochar y aditivos. Las condiciones edafoclimáticas del trópico alto de Colombia requieren ajustes específicos en las prácticas de fertilización para maximizar su eficiencia.

**Palabras clave:** bioestimulantes, componentes de rendimiento, fertilización, innovación



## III COLOQUIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGÍA

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

06, 07 y 08 de junio de 2024



### Empleo de estimulantes sintéticos y biológicos y su efecto sobre los componentes de rendimiento y enfermedades del cultivo de fresa

Carlos S. Sandoval<sup>1</sup>; Leónides Castellanos<sup>2</sup>, Ana Francisca González Pedraza<sup>3</sup>, Humberto Grialdo-Vanegas<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Programa de Maestría en Ciencias Agrarias, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona, correo: [carlos.sandoval24@unipamplona.edu.co](mailto:carlos.sandoval24@unipamplona.edu.co), <sup>2</sup>Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Norte de Santander, Colombia, correo: [leonides.castellanos@unipamplona.edu.co](mailto:leonides.castellanos@unipamplona.edu.co), <sup>3</sup>Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Correo: [ana.gonzalez2@unipamplona.edu.co](mailto:ana.gonzalez2@unipamplona.edu.co), <sup>4</sup>Docente, Programa de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Correo: [humgiva64@unipamplona.edu.co](mailto:humgiva64@unipamplona.edu.co)

#### Resumen

#### Objetivo

Analizar información reciente sobre el empleo de estimulantes sintéticos y biológicos y el efecto sobre los fitopatógenos y el rendimiento en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duchesne).

#### Metodología

Para analizar información reciente sobre el empleo de estimulantes sintéticos y biológicos y el efecto sobre los fitopatógenos y el rendimiento en el cultivo de fresa, se realizó una búsqueda exhaustiva en Scopus, Web of Science y Google Scholar, enfocándose en publicaciones de los últimos diez años (2014-2024). Se utilizaron palabras clave como "acción estimulante", "fitopatógeno", "*Fragaria x ananassa*", "fresa", "control de enfermedades" y "componentes de rendimiento". Se establecieron criterios rigurosos para seleccionar estudios que reportaran información detallada sobre el tipo de estimulante utilizado, los fitopatógenos controlados y los efectos observados en componentes de rendimiento, rendimiento y calidad de los frutos.

#### Resultados

Se identificaron un total de 152 publicaciones científicas relevantes, de las cuales 87 cumplían con los criterios de calidad metodológica establecidos. El análisis de los resultados reveló estudios sobre el uso de estimulantes, tanto químicos como biológicos, con la siguiente distribución: ácidos húmicos en 28 estudios (32,9%), auxinas en 24 estudios (27,7%), citocininas en 17 estudios (19,3%), giberelinas en 11 estudios (12,6%) y otros compuestos en siete estudios (7,5%). Los ácidos húmicos fueron el bioestimulante más estudiado, representando el 32,9% del total de investigaciones analizadas. Los estudios sobre su aplicación reportaron un incremento promedio del 25% en el número de frutos y del 20% en su peso. Las auxinas, por su parte, evidenciaron un aumento del 22% en la cantidad de frutos y del 18% en su peso. Asimismo, las citocininas y las giberelinas demostraron efectos positivos, aunque en menor proporción.

#### Conclusiones

Los resultados obtenidos demuestran que la utilización de estimulantes, en particular ácidos húmicos, auxinas, citocininas y giberelinas, demuestran ser una estrategia eficaz para el manejo de fitopatógenos y la mejora de los componentes de rendimiento en el cultivo de fresa, lo cuales deben evaluarse en cada condición edafoclimática y variedad de fresa en específico.

**Palabras clave:** fitopatógenos, ácido húmico, auxina, citocinina, giberelina, estimulante