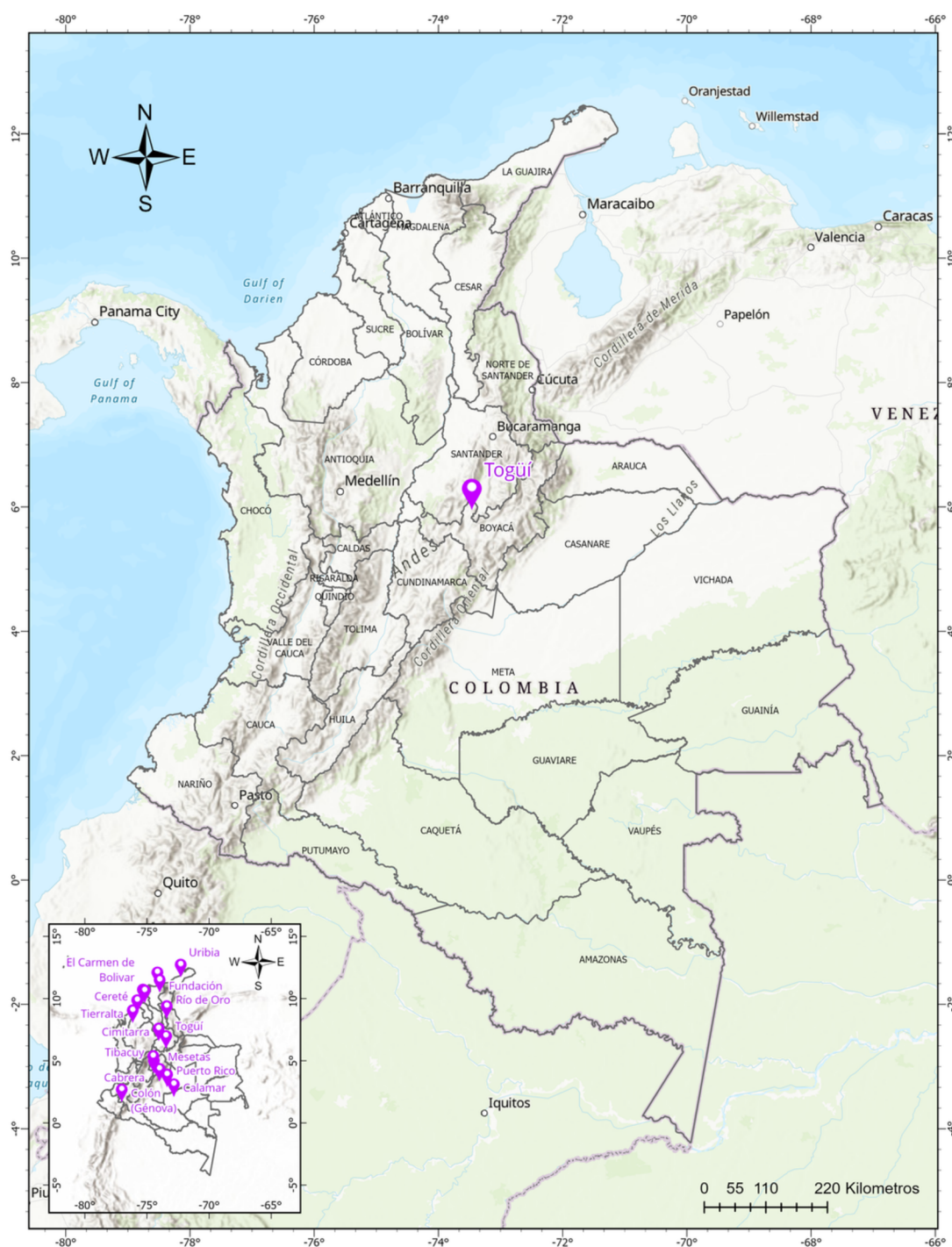


SISTEMA AGROALIMENTARIO CON ENFOQUE EN AGROECOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE EN LA ZONA DE RESERVA CAMPESENA DE TOGÜÍ EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.



Sistema agroalimentario con enfoque en agroecología para la producción sostenible en la Zona de Reserva Campesina de Togüí en el departamento de Boyacá.

INVESTIGADOR RESPONSABLE

Diana Paola Serralde Ordoñez
Centro de Investigación Tibaitatá

MUNICIPIOS DE INFLUENCIA

Togüí (Boyacá)

GENERALIDADES

Habitantes (Proyección DANE 2025)
4.659

Veredas
9

Enfoque diferencial proyecto
Comunidades campesinas en el municipio de Togüí

DESCRIPCIÓN AGROCLIMÁTICA

El municipio se encuentra localizado sobre el borde de la vertiente oriental del río Magdalena, donde el promedio anual de lluvias es de »1977 mm, con un comportamiento bimodal que se caracteriza por dos temporadas de lluvia, entre marzo-mayo y septiembre- noviembre, y dos temporadas secas, entre diciembre-marzo y junio-agosto. El volumen de lluvias es considerablemente mayor que en el Altiplano Cundiboyacense de manera que puede ser el doble. La temperatura promedio varía entre 14 y 18°C.

DESCRIPCIÓN EDÁFICA

El municipio en su totalidad está dominado por paisajes montañosos, lomeríos y colinas principalmente. Dentro de los órdenes destacados se encuentran los Inceptisoles, Entisoles y en menor medida Andisoles con alto contenido de ceniza volcánica y bien desarrollados, lo que se traduce en suelos de profundidad efectiva superficial a moderadamente profunda, con moderada fertilidad y bien a excesivamente drenados.

DESCRIPCIÓN ECOLÓGICA

En Togüí dominan los ecosistemas de tipo Agroecosistema de Mosaico de Cultivos y Pastos, y Ganadero, además de Bosque Andino Húmedo y Agroecosistema Cañero. Las coberturas predominantes son aquellas asociadas a las Áreas con Vegetación Herbácea y/o Arbustiva. En el municipio se encuentra el Parque Natural Regional – PNR Serranía del Peligro, inscrita como área protegida por la Corporación Autónoma Regional de Boyacá

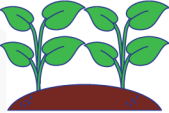





SISTEMA AGROALIMENTARIO AGROECOLÓGICO

Parcela No. 1:
Cultivo principal: caña
Cultivos asociados: Maíz, yuca, atracaba, arveja, plátano, tabaco y dique

PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS ABORDADAS

- Hongos formadores de micorrizas arbusculares
- Diversificación de cultivos

Control biológico de Diatraea sp. en cultivos de caña mediante liberación de parasitoides

Norma		El Carmen de Bolívar
 <p>ZRC Zona de Reserva Campesina</p>	Ley 160 de 1994	ZRC Paraíso Escondido (Constituida bajo el Acuerdo Número 306 de 2023)
 <p>APPA Áreas de Protección para la Producción de Alimentos</p>	Ley 2294 de 2023	N/A
 <p>TECAM Territorios Campesinos Agroalimentarios</p>	Decreto 780 de 2024	N/A
 <p>ZOMAC Zonas más Afectadas por el Conflicto Armado en Colombia</p>	Decreto 1650 de 2017	N/A
 <p>PDET Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial</p>	Decreto Ley 893 de 2017	N/A
 <p>RA Núcleos de Reforma Agraria</p>		N/A

Sistema agroalimentario con enfoque en agroecología para la producción sostenible en la Zona de Reserva Campesina de Togüí en el departamento de Boyacá.

✓ Resumen ejecutivo del proyecto.

El cultivo de la caña se extiende a lo largo del territorio nacional, siendo la Hoya del Río Suarez (HRS), la zona con una de las mayores productividades del país. El cultivo de la caña para producción de panela, se ha caracterizado por ser un monocultivo altamente extractivo, en el que por años se ha dado un manejo basado en estrategias poco sostenibles. Agrosavia ha venido desarrollando trabajos de investigación enfocados en incrementar la competitividad y sostenibilidad de este importante sistema productivo, con el fin de mejorar su productividad, rendimiento e inocuidad, mediante la implementación de prácticas sostenibles medioambientalmente que abarcan desde la producción de caña hasta los procesos de conversión a panela. El Municipio de Togüí (Boyacá), tiene una alta vocación panelera, con rendimientos en producción que incluso superan el promedio nacional, sin embargo, los productores de la zona, en su mayoría pequeños productores, enfrentan grandes retos en la producción y comercialización de sus productos. Este proyecto busca, mediante una estrategia de co-diseño entre productores e investigadores, evidenciar las necesidades de implementar modelos que favorezcan la transición agroecológica y que a su vez generen un impacto ambiental, social y económico positivo a corto, mediano y largo plazo. Para esto se tuvieron en cuenta varias estrategias, entre las que se destacan la diversificación de cultivos, la inoculación con Hongos Formadores de Micorrizas Arbusculares (HFMA), la introducción de nuevas variedades de caña y el control biológico de *Diatraea* sp. mediante la liberación de parasitoides.

Con la implementación de este modelo con enfoque agroecológico, se espera contribuir a la producción agrícola y a la economía rural, dando alternativas que favorezcan la producción agrícola de la zona de estudio. En talleres participativos con la comunidad y con el apoyo de la Asociación de Productores Unidos por Togüí (ASCAMUTOCO), líderes en la gestión y declaración de la Zona de Reserva Campesina del Municipio, se implementaron en las veredas Hatillo y Carare, dos modelos con enfoque agroecológico siendo el cultivo de la caña el eje principal asociado a otras especies de interés en la zona y manejado de acuerdo con las recomendaciones dadas por el equipo de investigadores, las cuales consisten en una estrategia de fertilización integrada con HFMA, que permite la reducción del 50% de los fertilizantes de síntesis química, la liberación de parasitoides (*Billaea claripalpis* y *Cotesia flavipes*) para el control biológico de *Diatraea* sp. y la introducción de nuevas variedades de caña con alto potencial para su desarrollo en la zona. Adicionalmente, con el fin de acercar a los productores a estas estrategias agroecológicas se han realizado eventos de capacitación y se establecieron, para el beneficio de la comunidad, dos módulos de producción a pequeña escala de HFMA.

Tel: (+57) 601 914 4677

✓ Contexto del territorio

El Municipio de Togüi basa su economía en la actividad agrícola, el cultivo de la caña para producción de mieles y paneles ocupa el primer lugar con el 75%, seguido por café con el 15% y otros cultivos como maíz, frijol, yuca y plátano con el 10%, estos últimos destinados especialmente al autoconsumo (ESAP, s.f.).

La caña panelera presenta en la región un alto rendimiento, sin embargo, su rentabilidad es baja, debido principalmente a la poca posibilidad de transformación en la zona, la alta demanda de mano de obra, los altos costos asociados a transporte y el alto índice de intermediación para la comercialización.

Sin embargo, teniendo en cuenta que es una región con una agricultura tradicional y poca asistencia técnica, su potencial agrícola es alto, dadas sus condiciones climáticas, riqueza hídrica y fertilidad de sus suelos, los cuales han venido sufriendo un deterioro creciente por la expansión del cultivo de la caña con prácticas ineficientes de labranza, exceso en la aplicación de agroinsumos, sin rotación de cultivos y una alta contaminación de suelos y aguas por la deficiencia en las actividades agrícolas y el sistema saneamiento básico.

La zona de reserva campesina de Togüi, se caracteriza por una agricultura basada en el minifundio con agricultura tradicional semimecanizada. La actividad agrícola de la vereda Hatillo, se centra en cultivos de caña para producción de panela y mieles (50%), café (30%) y otros cultivos para el consumo interno como yuca y plátano (20%), siendo la caña panelera su principal actividad económica con altos rendimientos, pero altas deficiencias en su rentabilidad.

Igualmente, en la vereda Carare, el principal eslabón de su economía es el cultivo de la caña (50%) con altos rendimientos y baja rentabilidad, seguido de yuca y plátano (30%), frutales (tomate de árbol, guayaba y naranja) y café (20%), éstos últimos destinados principalmente al autoconsumo.



Tel: (+57) 601 914 4677

✓ Contexto del territorio

A partir de 2019 y hasta 2022, de acuerdo con Agronet, el Municipio de Togüi tuvo un rendimiento promedio de 115 ton/ha, superando al promedio nacional en un 53% y al departamental en un 5%, lo cual da cuenta de la amplia vocación panelera de la región y el potencial que representa el sistema productivo como mecanismo de reactivación económica y sostenibilidad agrícola.

Un aspecto interesante de resaltar de acuerdo con la información estadística reportada en Agronet, es la brecha entre el área sembrada y la cosechada en Togüi, ya que hasta 2022 el promedio de área cosechada es del 60% aproximadamente con respecto al área sembrada, lo que obedece a una falta de planificación del cultivo y modelos agroecológicos sostenibles que permitan el aprovechamiento de los recursos y potencialicen la producción panelera en la región.

La zona de reserva campesina de Togüi, conformada por pequeños y medianos productores se caracteriza por un manejo tradicional del cultivo de la caña para producción de panela, en monocultivo altamente extractivo en el que la salud y balance nutricional del suelo no se han tenido en cuenta para la sostenibilidad de la producción agrícola.

Los efectos de un manejo inadecuado se reflejan en el incremento del uso de fuentes externas de nutrientes y una mayor susceptibilidad a plagas y enfermedades lo que a corto mediano y largo plazo afecta la competitividad de los cultivos y genera problemas ambientales como contaminación de suelos y aguas haciendo poco sostenible la producción panelera.

✓ **Pilotos Implementados**

Se establecieron en las veredas Hatillo y Carare dos parcelas piloto con enfoque agroecológico, cuyo cultivo principal es la caña panelera y se establecieron cultivos asociados seleccionados por la comunidad de acuerdo con su importancia en cada una de las dos veredas. El manejo de los sistemas productivos se realizó bajo dos modalidades, la primera, el manejo convencional y la segunda las recomendaciones dadas por el equipo de investigadores de Agrosavia, con una fertilización integrada con HFMA, introducción de nuevas variedades y el control biológico de *Diatraea* sp. Con esta estrategia se espera que se reduzcan los costos de fertilización asociados a la producción y se favorezca la producción y rentabilidad de la caña panelera y los cultivos asociados. Adicionalmente con la producción a pequeña escala de HFMA se espera que la estrategia de fertilización integrada tenga un impacto positivo en el mediano y largo plazo y se convierta en una estrategia de producción sostenible adoptada por la comunidad.

✓ **Prácticas agroecológicas abordadas**

Diversificación
de cultivos

Introducción de
nuevas variedades
de caña

Multiplicación a
pequeña escala de
HFMA

Control biológico de
Diatraea sp.
mediante liberación
de parasitoides

Reducción de
fertilizantes de síntesis
química mediante el uso
de Hongos Formadores
de Micorrizas
Arbusculares

✓ Resultados obtenidos



Comunidades campesinas: 27



Beneficiarios indirectos 24



Asociación de Productores Unidos por
Togüi - Ascamutoco



Número de eventos realizados: 6



Personas capacitadas: 57 (18 mujeres y 39
hombres)

✓ Fotos



Siembra parcelas Modelo con enfoque agroecológico. Fotos: Wilmar Wilches



Modelos con enfoque agroecológico en desarrollo. Fotos Juan David Puentes – Diana Serralde



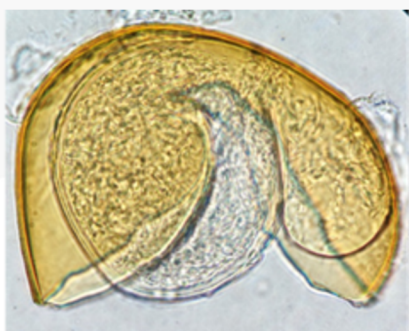
Liberación de parasitoides para control biológico de *Diatraea* sp. Fotos: Diana Serralde

Tel: (+57) 601 914 4677

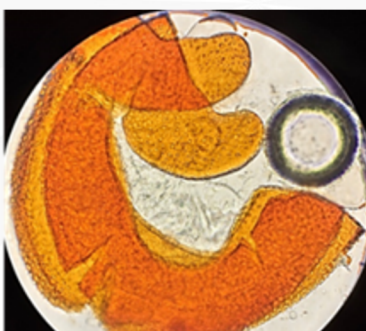
www.agrosavia.co



Multiplicación a pequeña escala de Hongos Formadores de Micorrizas Arbusculares.
Fotos: Fernanda Barona – Diana Serralde



Acaulospora sp.



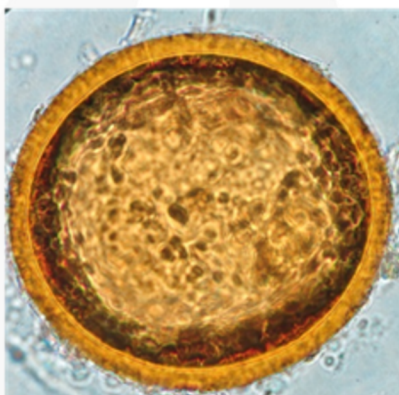
Dentiscutata heterogama



Glomus trifemii



Glomus microcarpum



Glomus glomerulatum



Gigaspora sp.

Esporas nativas de HFMA asociadas a suelos paneleros de la ZRC de Togüi



Larva de *D. indigenella*



Pupa de *D. indigenella*



Larva de *D. saccharalis*



Pupa de *D. saccharalis*



Adulto de *D. indigenella*



Adulto de *D. saccharalis*



Larva de *D. indigenella* parasitada *Billaea* sp.



Larva afectada por entomopatogeno



Larva de *Mocis* sp.



Pupario de *Billaea* sp.



Adulto de *Billaea* sp.



Capullos de *C. flavipes*

Poblaciones de *Diatraea* sp reportados en la ZRC Togüi Fotos: Pablo Osorio



Eventos de capacitación y día de campo: Fotos ASCAMUTOCO – Camilo Pantoja

Tel: (+57) 601 914 4677

www.agrosavia.co



Diana Paola Serralde Ordoñez
Investigador máster senior
dserralde@agrosavia.co
ORCID: 0000-0001-6422-5071

Ecóloga de la Pontificia Universidad Javeriana y Maestría en Ciencias Geofísica de la Universidad Nacional de Colombia, con más de 20 años de experiencia en Agrosavia especialmente en trabajos de investigación con microorganismos con potencial biofertilizante con énfasis en la evaluación de Hongos Formadores de Micorrizas Arbusculares como agentes biofertilizantes de diversos cultivos de interés agrícola, como biocontroladores de *Fusarium* sp. en el cultivo de la uchuva y como biorremediadores de metales pesados en cultivos de cacao y arroz.



Wilmar ALEXander Wilches Ortiz
Investigador Máster Asociado
willmarwilches@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2905-3347>

Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Cundinamarca, con maestrías en Cambio Climático (Universidad Internacional Iberoamericana de Puerto Rico), Seguridad Alimentaria con énfasis en desarrollo regional y local (Universidad Abierta y a Distancia de México) y Biotecnología Alimentaria con énfasis en ingeniería de bioprocesos alimentarios (Universidad Nacional Abierta y a Distancia). Experiencia en manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos de papa y tomate, y amplia participación en investigaciones con hongos formadores de micorrizas arbusculares (HFMA). Se destaca por la combinación de competencias en agronomía, biotecnología y cambio climático, orientadas a soluciones prácticas (protocolos de manejo integrado, biofertilizantes) y a la conservación y escalamiento de recursos microbianos útiles. Su rol como investigador en Agrosavia incluye tanto investigación aplicada como gestión de colecciones microbianas, fomentando la disponibilidad de inóculos y bioinsumos.



Ayda Fernanda Barona Rodriguez
Investigador Máster
abarona@agrosavia.co
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8487-2727>

Ingeniera Agrónoma, especialista en Educación Ambiental y Desarrollo de la Comunidad de la Universidad de Cundinamarca con Maestría en Ciencias Agrarias con énfasis en Suelos y Aguas de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). Actualmente lidera la evaluación de nuevos materiales de caña para la producción de panela, así como procesos de evaluación de impacto de tecnologías orientadas al fortalecimiento del sector panelero. Además, participa en la ejecución de planes de vinculación al servicio del sector, promoviendo el trabajo colaborativo con comunidades rurales y fomentando su desarrollo técnico, productivo y social. Se encuentra vinculada como investigadora máster de la Red de Cultivos Transitorios y Agroindustriales del Centro de Investigación Tibaitatá sede Cimpa.



Zaida Xiomara Sarmiento Naizaque
Investigadora máster
zsarmiento@agrosavia.co
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0478-0601>

PERFIL (Descripción breve): Bióloga de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) y magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en entomología de la Universidad Nacional de Colombia. Cuenta con amplia experiencia en proyectos de biología, taxonomía e implementación de estrategias para el manejo integrado de insectos plaga en los cultivos de caña de azúcar para panela, durazno y guayaba. Además, ha trabajado en ecología, conservación y cría de parasitoides. Ha participado en proyectos transversales a la investigación relacionados con el Banco Nacional de Germoplasma Vegetal de Colombia. Se encuentra vinculada como investigadora máster de la Red de Cultivos Transitorios y Agroindustriales del Centro de Investigación Tibaitatá sede Mosquera.



Pablo Andrés Osorio Mejía
Investigador Máster

posorio@agrosavia.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7672-9285>

Ingeniero Agrónomo con Maestría en Ciencias Agrarias – Entomología. Experiencia en reconocimiento, cría y manejo de insectos plaga y benéficos en cultivos como papa, pastos, hortalizas, caña de azúcar para panela y durazno.



Luciano Ramirez

Profesional De Apoyo A La Investigación

luramirez@agrosavia.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0963-6737>

Ingeniero Agrónomo, de la Universidad de Caldas. Con conocimientos y experiencia en el manejo de cultivos de importancia económica. Actualmente hace parte del grupo de investigación en Hongos Formadores de Micorrizas Arbusculares. Con participación en proyectos de investigación y extensión en diferentes sistemas productivos, en temas de planificación, manejo, conservación de recursos naturales y nutrición de plantas con aplicación de microorganismos benéficos, contribuyendo a la implementación y adopción de nuevas tecnologías, mejorando la competitividad y producción de cultivos, beneficiando a productores y actores de la cadena productiva. Me encuentro vinculado como profesional de apoyo a la Red de Cultivos Transitorios y Agroindustriales en Tibaitatá.



Urley Adrian Pérez Moncada

Investigador Máster

uperez@agrosavia.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3069-3237>

Ingeniero Biotecnológico de la Universidad Francisco de Paula Santander, con maestría en Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Javeriana y candidato a Doctor en Ciencias de Recursos Naturales de la Universidad de La Frontera, Chile. Mi vida profesional la he enfocado en el área de microbiología de suelos y agrícola con la participación en diferentes proyectos de investigación que han incluido el uso de microorganismos promotores del crecimiento vegetal, tales como, hongos micorrícicos arbusculares (HMA), bacterias y levaduras para hacer frente al estrés ambientales. Estrés ambiental como: excesiva fertilización química en cultivos, metales pesados, fitopatógenos, y estrés por sequía. Tengo habilidades en la implementación de cultivos in vitro de HMA, evaluación en la respuesta de las plantas a nivel fisiológica, bioquímica y metabolómica, con el fin de estudiar los mecanismos subyacentes que genera la inoculación de estos microorganismos en forma individual o en consorcios.



Eduar Yovany Antolinez Sandoval

Investigador Máster

ellantolinez@agrosavia.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0145-6002>

Ingeniero agrónomo con maestría en Fisiología Vegetal de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Cuenta con amplia experiencia en el estudio de interacciones genotipo-ambiente, evaluación de genotipos promisorios, adaptación de cultivos al cambio climático y manejo agronómico de cacao y caña de azúcar para panela. Ha sido coinvestigador en el desarrollo de las variedades de cacao TCS 13 y TCS 19. Actualmente se desempeña como Investigador Máster en Agrosavia, liderando el Plan Nacional de Semillas de caña de azúcar para panela y participando en proyectos de I+D+i vinculado a la red de cultivos Transitorios y agroindustriales desde el Centro de Investigación Tibaitatá sede CIMPA.

	<p>Richard John Sanchez Jimenez profesional de apoyo a la investigacion rjsanchez@agrosavia.co ORCID: 0000-0002-7452-2843 Ingeniero Ambiental. Extensionista rural en Fedepanela (2009-2014) Desarrollando actividades como Profesional del área agropecuaria HRS (encuestas, asesorías, capacitador a productores y asociaciones). Desde el año 2015 vengo adelantando labores para la corporación de investigación agropecuaria AGROSAVIA, sede Cimpá Barbosa Santander, operando con el Cargo: Profesional de apoyo investigación donde he apoyado proyectos de tipo ambiental en los departamentos de: Boyacá, Santander, Huila, Cundinamarca. Plan semilla caña. Desarrollo de negocios. Bolsa de semilla para la paz, estos tres últimos proyectos participe en la especie caña.</p>
	<p>Javier Jiménez Vargas Asistente de Investigación jjimenezv@agrosavia.co Ingeniero Agrónomo proactivo e íntegro, con sólida ética profesional y alto sentido humano. Caracterizado por la responsabilidad, dinamismo y entrega en la ejecución de funciones. Aporta valor a través de la generación de bienestar laboral y el liderazgo efectivo de equipos. Capaz de diseñar e implementar estrategias innovadoras que aseguren el cumplimiento de objetivos y potencien el crecimiento de las áreas a su cargo.</p>
	<p>Martha Carolina Díaz Ortiz Profesional de Apoyo a la Investigación mcdiaz@agrosavia.co Ingeniera Agrónoma con estudios y experiencia en la solución sostenible de las necesidades del sector agrícola, en aspectos tecnológicos e investigativos con actitud científica, analítica, crítica y lógica con conocimiento en el área de manejo integrado de cultivos con enfoque en buenas prácticas agrícolas (BPA), manejo agronómico y manejo integrado de plagas y producción de diferentes cultivos como: tomate, durazno, guisante, pimentón, papa, uchuva, y mora con alto conocimiento y experiencia en el área de entomología.</p>
	<p>Maria Margarita Ramirez Gomez Investigador PhD senior (pensionada) mr Ramirezgomez@gmail.com Ingeniera agrónoma de la Universidad Nacional de Colombia, Máster Philosophy en microbiología de suelos de la Universidad de Gales, UK y Ph.D en Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia. Investigador Ph.D. Senior de AGROSAVIA, pensionada en febrero de 2025. Durante su carrera profesional y su trayectoria como investigadora de la corporación se destacó por su amplia experiencia en el manejo de suelos y aguas, con énfasis en simbiosis planta-microorganismos y en evaluación y escalamiento de biofertilizantes para sustitución parcial o total de fertilizantes de síntesis.</p>
	<p>Nancy del Carmen Barreto Triana CARGO: Investigador PhD senior (pensionada) Ingeniera agrónoma de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC)-Tunja, Magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en Fitoprotección Integrada de la Universidad Nacional de Colombia, y doctorado en Ciencias con énfasis en Ecología Química y Comportamiento de Insectos del programa de Entomología de la Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) de la Universidad de Sao Paulo, Brasil. Se desempeñó como Investigador PhD Senior de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA hasta obtener su pensión en febrero de 2025. Con amplia experiencia en el ajuste y validación de estrategias para el manejo integrado de plagas en diversos agroecosistemas, incluyendo pastos de clima frío, papa, caña de azúcar para panela y durazno.</p>