

En este capítulo, se analiza la relación de los servicios tecnológicos de laboratorio que AGROSAVIA ha venido desarrollando y adaptando a las particularidades de las condiciones productivas en diferentes especies de interés agrícola. Para ello, se describen los servicios, y cómo estos contribuyen a resolver problemas específicos en los cultivos y el análisis de esos servicios en la vigilancia tecnológica.

Introducción

Los eventos extremos del clima —como inundaciones, sequías, incendios o extinción de distintas especies animales y vegetales—, y el incremento de patologías en la salud humana, entre otras circunstancias relacionadas con las dinámicas propias del sector rural, demuestran el impacto del accionar humano sobre la naturaleza y las dificultades cada vez más apremiantes para garantizar la vida de las personas en el mundo; por ejemplo, el acceso al agua, la producción de alimentos, la salud y el medio ambiente. En ese sentido, llama la atención el nivel de vulnerabilidad de América Latina y el Caribe por su condición geográfica, climática, socioeconómica y demográfica, y por su alta sensibilidad en activos naturales, como bosques y biodiversidad (Sánchez, 2018; Nordhaus, 2007).

En cuanto al incremento de la producción agrícola, la cual se ha triplicado en los últimos 50 años y ha estado apalancada principalmente por el desarrollo de tecnologías y la expansión en el uso de tierras, si bien genera mayor disponibilidad de alimentos y de ingresos económicos representados en las

mejores condiciones de vida para la población, debe estar acompañado de medidas de gestión sostenible y de conservación del suelo, que permitan optimizar la utilización de las tierras y reducir al mismo tiempo el impacto ambiental negativo (Gustavsson et al., 2011, 2015a, 2017).

Un ejemplo de este impacto son los bajos indicadores de productividad reportados en países en desarrollo, atribuidos a la pérdida de la fertilidad del suelo, a lo que se suma el uso excesivo de pesticidas y fertilizantes de síntesis química, que son peligrosos para la salud de los agricultores y de los consumidores, y además son una amenaza para las poblaciones de insectos y microorganismos benéficos, al tiempo que generan resistencia a las plagas (Amare et al., 2016; Watanabe et al., 2015); junto a esto están otros efectos adversos sobre el ambiente por la contaminación de fuentes hídricas.

De acuerdo con lo anterior, el análisis de suelos es una herramienta fundamental para optimizar su uso en las áreas destinadas a la agricultura, las cuales se estiman a nivel mundial en 1,5 billones de hectáreas (Demattê et al., 2019). Recientemente con el incremento de la población y las demandas por alimentos saludables, el objetivo del análisis de suelos se ha reconocido como un aspecto crítico para mantener activo el desarrollo del sector agrícola (Snyder et al., 2015), ya que entender la compleja relación entre la producción agrícola, el ambiente y la economía permite generar programas de fertilización que contribuyen a disminuir el uso de productos químicos y, por ende, reducir el impacto ambiental negativo resultado de las prácticas agrícolas (Bos et al., 2017).

En consecuencia, sigue siendo importante la ejecución de actividades de investigación, transferencia y adopción de tecnologías adaptadas a los sistemas productivos, las cuales desarrollen recomendaciones de manejo sostenible (Schröder et al., 2019). Estas preocupaciones generan iniciativas para que, mediante la co-construcción y corresponsabilidad entre productores y consumidores a partir de relaciones de intercambio más justas y equitativas, se propicien cambios en la explotación de los recursos naturales, y así demandar el acceso a productos y servicios que son el resultado de prácticas productivas ecológicas y saludables, que favorezcan el equilibrio en el medio ambiente y propicien mejores condiciones de vida para los agricultores (FAO, 2018b).

Descripción de los servicios de laboratorio

AGROSAVIA ha desarrollado y estandarizado diferentes metodologías de análisis, a partir de los procesos de investigación para el diagnóstico de enfermedades en cultivos y aislamiento de microorganismos con potencial para el desarrollo de biofertilizantes y bioplaguicidas, análisis de fertilidad de suelos, determinación del contenido de nutrientes en muestras de tejido vegetal, caracterización de abonos orgánicos y diagnóstico de calidad de agua para riego de uso agrícola. A continuación, se presenta una breve descripción de los servicios que presta AGROSAVIA (véase: www.agrosavia.co), las técnicas y los enfoques de estos servicios.

Indicadores de calidad microbiológica de suelos. Los parámetros que hacen parte de este servicio incluyen la cuantificación de bacterias mesófilas aerobias, hongos y actinomicetos; la determinación de bacterias fijadoras de nitrógeno, bacterias solubilizadoras de fósforo y esporas de hongos formadores de micorrizas arbusculares (HFMA), además de la determinación de biomasa y respiración microbiana. La información que se obtuvo del análisis es una herramienta de decisión para el manejo agronómico del cultivo.

Control de calidad microbiológico de abonos orgánicos. Con este servicio se determina la calidad microbiológica de abonos orgánicos a partir de la detección de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp., mediante metodologías estandarizadas acordes con la norma técnica colombiana aplicada a productos orgánicos que se usan como abonos o fertilizantes, enmiendas o acondicionadores de suelo. El resultado hace parte de la documentación requerida para obtener los registros de comercialización.

Análisis nutricional de material vegetal. Este servicio brinda el análisis de los principales elementos químicos (nitrógeno, fósforo, sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, manganeso, zinc, boro y azufre) que una planta absorbe en su etapa de desarrollo, crecimiento y producción. Con la información que da el análisis de laboratorio se realizan diagnósticos nutricionales de los cultivos, principalmente de semiperennes y perennes, para identificar las posibles deficiencias o excesos de nutrientes. Esto se convierte en una herramienta que ayuda a diagnosticar y monitorear el estado o la situación nutricional que presenta un cultivo, lo cual permite hacer modificaciones o correcciones nutricionales oportunas que garanticen su adecuado desarrollo, así como medir

el efecto de prácticas de manejo agronómico con el propósito de llevar un manejo nutricional robusto del cultivo y lograr un adecuado potencial de rendimiento.

Análisis de fertilidad en suelo. Este servicio ayuda a determinar las características fisicoquímicas más importantes del suelo (materia orgánica, pH, conductividad eléctrica, acidez, aluminio intercambiable, calcio, magnesio, potasio y sodio intercambiables, azufre y fósforo disponibles, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro) y, en consecuencia, evaluar la necesidad de aplicar enmiendas y agroquímicos; con ello se optimizan los sistemas productivos al hacer uso racional de fertilizantes. Los resultados se obtienen mediante equipos automatizados, protocolos estandarizados y un análisis agronómico apoyado por un sistema de inteligencia artificial que permite generar recomendaciones técnicas adaptadas a un cultivo en particular.

Análisis de la red integrada de servicios de laboratorio

De acuerdo con los aspectos técnicos de cada servicio de laboratorio, se construyeron las ecuaciones de búsqueda para ser aplicadas en Scopus (tabla 8).

Tabla 8. Ecuaciones de búsqueda para los servicios de laboratorio aplicables a los sistemas productivos agrícolas

Servicio	Ecuación	Número de publicaciones encontradas
Indicadores de calidad microbiológica de suelos.	TITLE-ABS(("laborator*"OR"laborator*service*"OR"qualitycontrol"OR"qualityenhancement"OR"laborator*analyze*"OR"laborator*test*")AND ("soilanalysis"OR"soilmicrobiologicalanalysis"OR"microbialpopulation"OR"microbialidentification"OR"microbialcharacterization")AND ("aerobicmesophilicbacteria"OR"fungi"OR"actinomycetes"OR"nitrogen-fixingbacteria"OR"phosphorus-solubilizingbacteria"OR"mycorrhizalfungisporoes"OR"biomass"OR"microbialrespiration"OR"arbuscularmycorrhizalformingfungi"OR"AMF"))AND(LIMIT-TO(SUBJAREA,"AGRI"))	113

(Continúa)

(Continuación tabla 8)

Servicio	Ecuación	Número de publicaciones encontradas
Control de calidad microbiológico de abonos orgánicos (recuento de <i>E. coli</i> /coliformes totales y <i>Salmonella</i> sp.).	TITLE-ABS-KEY(("laborator*service*"OR"qualitycontrol"OR"qualityenhancement"OR"laborator*analyze*"OR"laborator*test*")AND("organicfertilizeranalysis"OR"organicfertiliz*"OR"biofertiliz*"OR"organicamendments"OR"organicsoilconditioners"OR"E.colianalysis"OR"totalcoliformsanalysis"OR"Salmonellaspp"))AND(LIMIT-TO(SUBJAREA,"AGRI"))	148
Análisis de fertilidad en suelo.	TITLE-ABS-KEY(("laborator*service*"OR"qualitycontrol"OR"qualityenhancement"OR"laborator*analyze*"OR"laborator*test*")AND("tracelements"OR"majorelements"OR"inorganicchemicalanalysis"OR"acidextractable"OR"soilanalysis"OR"exchangeablebasesinsoils")AND("fertility"OR"organicmatter"OR"pH"OR"electricconductivity"OR"acidity"OR"aluminum"OR"calcium"OR"magnesium"OR"potasium"OR"sodium"OR"sulfur"OR"phosphorus"OR"micronutrient*"OR"iron"OR"manganese"OR"zinc"OR"copper"OR"boron"))AND(LIMIT-TO(SUBJAREA,"AGRI"))	283
Análisis nutricional de material vegetal.	TITLE-ABS-KEY(("laborator*"OR"laborator*service*"OR"laborator*analyze*"OR"laborator*test*")AND("inorganicchemicalcomposition"OR"tracelements"OR"vegetalmaterial"))AND(LIMIT-TO(SUBJAREA,"AGRI"))	482

Fuente: Elaboración propia

de suelo. En el clúster de color rojo que se muestra en la figura 19a, el término *soil analysis* concentra el mayor número de enlaces, con 111,63 ocurrencias y 494 de fuerza de enlace. La implementación de estas tecnologías automatizadas limita el uso y la emisión de contaminantes químicos, al ser más eficientes en tamaño de muestra requerida y emisión de residuos, a la vez que se emiten resultados en menor tiempo y con mayor precisión. Además, estas técnicas permiten la cuantificación en bajas concentraciones de los elementos, información con la cual es posible mejorar la comprensión de la funcionalidad y el uso de los elementos, y establecer alternativas para aprovechar el suelo y a la vez preservarlo para futuras generaciones (Rossel et al., 2006; Comino et al., 2018).

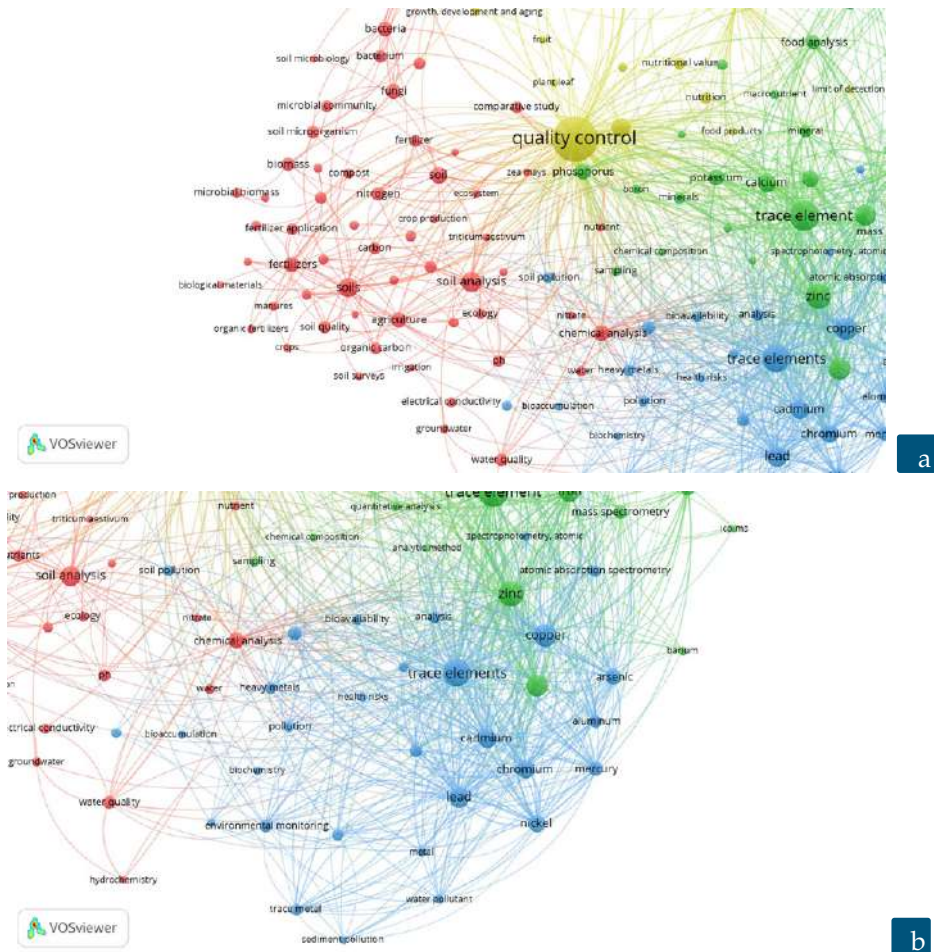


Figura 19. Estructura de red para el servicio de análisis de fertilidad de suelos. a. Tecnologías de medición; b. Análisis de elementos traza.

Fuente: Elaboración propia, a partir de información de Scopus

Como se mencionó anteriormente, el foco principal de este clúster es el control de calidad, considerado dentro de las estrategias para la conservación de los suelos a partir de la mejora de las condiciones microbiológicas que ofrecen los abonos orgánicos y el ciclo de nutrientes para las plantas. Un ejemplo de esta afirmación es lo que desarrollan Pérez-Piqueres et al. (2006), quienes en condiciones controladas hicieron aplicaciones de enmiendas orgánicas para identificar el nivel de supresión de *Rhizoctonia solani*. Esto demuestra la importancia de emplear los abonos orgánicos como alternativas para disminuir la degradación de los suelos agrícolas y mejorar la fitosanidad de cultivos de importancia agrícola.

Otro de los enfoques importantes en los análisis microbiológicos de los suelos se relaciona con la capacidad de degradación de insecticidas por parte de poblaciones bacterianas, así como el efecto que tiene en la actividad microbiológica la presencia de metales pesados. Aquí es importante mencionar que AGROSAVIA adelanta análisis para determinar el contenido de metales pesados desde el laboratorio de química analítica.

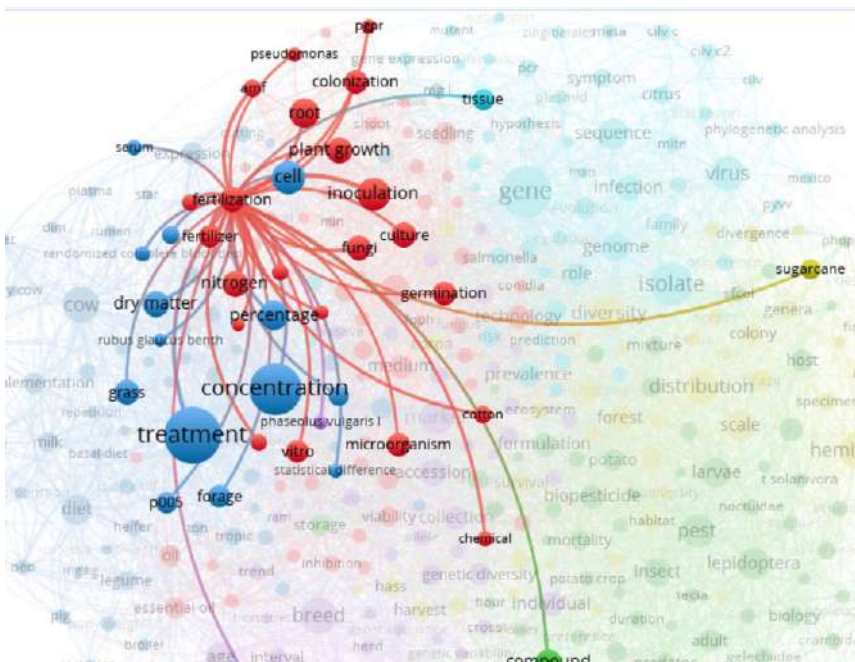


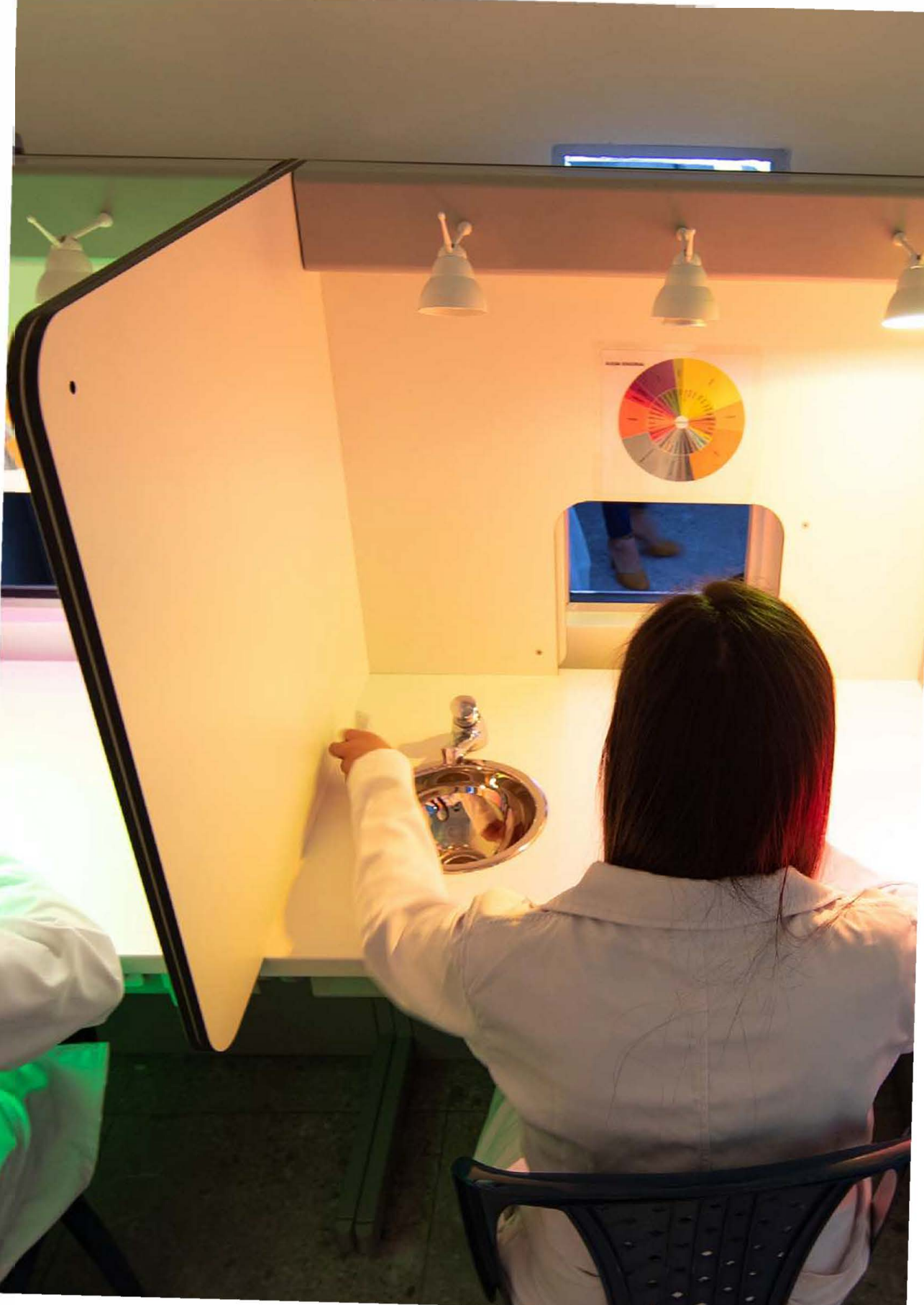
Figura 22. Estructura de red para el servicio de control de calidad microbiológica de abonos.
Fuente: Elaboración propia, a partir de información de Scopus

de la producción agrícola del país, aspecto que mejora los rendimientos, la fitosanidad y el uso racional de los recursos naturales.

En ese sentido, es importante destacar que muchas de las preguntas de investigación de los estudios analizados, resultado de la ecuación de búsqueda, están relacionadas con la exploración de alternativas para dar respuesta a necesidades de los consumidores de productos alimentos y agroindustriales, quienes demandan bienes y servicios con mejores condiciones sanitarias y sostenibles para el medio ambiente.

Validando los temas de frontera de las investigaciones, se evidencia la importancia de que esta red de laboratorios desarrolle una adecuada articulación con otras redes de laboratorios y expertos a nivel corporativo, nacional e internacional, que permitan el uso de técnicas innovadoras para mejorar los procesos de diagnóstico de agentes causales de problemas fitosanitarios; por ejemplo, biología molecular, química analítica y entomología. Además de la constante cooperación con expertos en temas como la fisiología vegetal y los suelos para el desarrollo de validaciones de usos de bioplaguicidas, bioinsumos y, en general, de la microbiología, con el fin de incrementar el empleo de estos microorganismos en los sistemas productivos.

Finalmente, los resultados de la vigilancia tecnológica permitieron identificar que los esfuerzos deberían orientarse a la articulación con tecnologías que permitan ampliar el uso de los microorganismos en los sistemas agropecuarios, como el desarrollo de bioproductos más eficientes y asequibles a los productores, y que les permitan obtener alimentos con menores aplicaciones de productos de síntesis química y que contribuyan a la conservación de fuentes de agua y suelos de uso agrícola.





Actum
Ingenio en acción

ACTUM
Ingenio en acción

ACTUM