



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



Biodiversidad del suelo y su importancia para las Áreas Naturales Protegidas

Aura Liz García Serquén

Subdirección de Recursos genéticos

Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología

2022



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



1 OBJETIVO DE LA PRESENTACIÓN

OBJETIVO DE LA PRESENTACIÓN

La siguiente presentación ha sido elaborada a solicitud de SERNANP a fin de conocer la importancia de la biodiversidad microbiana de suelo, y rol que cumple dentro de las Áreas Naturales Protegidas (ANP). A fin de generar propuestas orientadas a buscar soluciones a problemas que las afectan, y por ende a su conservación y participación dentro de los servicios ecosistémicos.

En sentido, la ponencia brindará una visión general sobre el rol de los microorganismos del suelo, en favor de la agricultura, medio ambiente y la salud humana. Así mismo, se brindará información sobre iniciativas mundiales sobre el estudio de los microbiomas, pronunciamientos nacionales sobre diversidad microbiana y se compartirá una experiencia de investigación en metagenomas de suelos agrícolas.

CONTENIDO

- I. Objetivo de la presentación
- II. Microorganismos de suelo importancia en la agricultura, en el medio ambiente y en la salud.
- III. Iniciativas internacionales para conocer la diversidad taxonómica y funcional de los microbiomas de suelo.
- IV. Tecnologías de secuenciamiento masivo y su rol en el estudio de la diversidad microbiana de suelo.
 1. Utilización de la genómica en la investigación de suelos agrícolas con manejo tradicional (caso Perú)
 2. Desarrollo de iniciativas privadas en base a secuencias digitales de microorganismos de suelo.
- V. Rol de los organismos internacionales en reconocimiento de la importancia de la diversidad microbiana de suelo
 1. Estado Mundial del Recurso Suelo (FAO).
 2. State of Knowledge of soil biodiversity (FAO).
- VI. Pronunciamento del Perú sobre la diversidad microbiana de suelos agrícolas
 1. Declaración del Perú en la Reunión Informal del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico – SBSTTA 24 (CDB)
 2. Declaración del Perú en la 18° Reunión de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (FAO)
- VII. Importancia de la biodiversidad de suelo para las Áreas Naturales Protegidas (ANP).



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



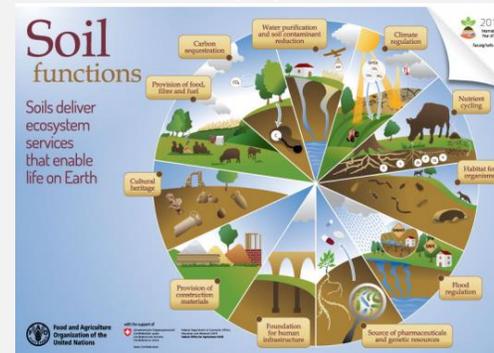
Instituto Nacional de Innovación Agraria



2 MICROORGANISMOS DE SUELO: IMPORTANCIA PARA LA AGRICULTURA, AMBIENTE Y LA SALUD

MICROORGANISMOS DE SUELO: IMPORTANCIA PARA LA AGRICULTURA, AMBIENTE Y LA SALUD

- ❑ Los organismos del suelo actúan como agentes primarios para la conducción del **ciclo de los nutrientes**, la regulación de la dinámica de la **materia orgánica del suelo**, el **secuestro del carbono en el suelo y las emisiones gases invernaderos**, modificando la estructura física del suelo y el almacenamiento de agua, aumentando la cantidad y **disponibilidad de nutrientes para la vegetación** y aumentando la **salud de la planta**. **Estos servicios no sólo son esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas naturales, sino que constituyen un recurso importante para la gestión sostenible de los sistemas agrícolas.**
- ❑ Se comprende innumerables organismos no visibles a simple vista tal como los microorganismos (ej. Bacteria, hongos, protozoarios y nematodos), la mesofauna (ej. ácaros, colémbolos) y la más reconocida macrofauna (ej. lombrices y termitas)



EL SUELO Y AGRICULTURA

REVIEW article

Front. Microbiol., 21 December 2020 | <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.622926>

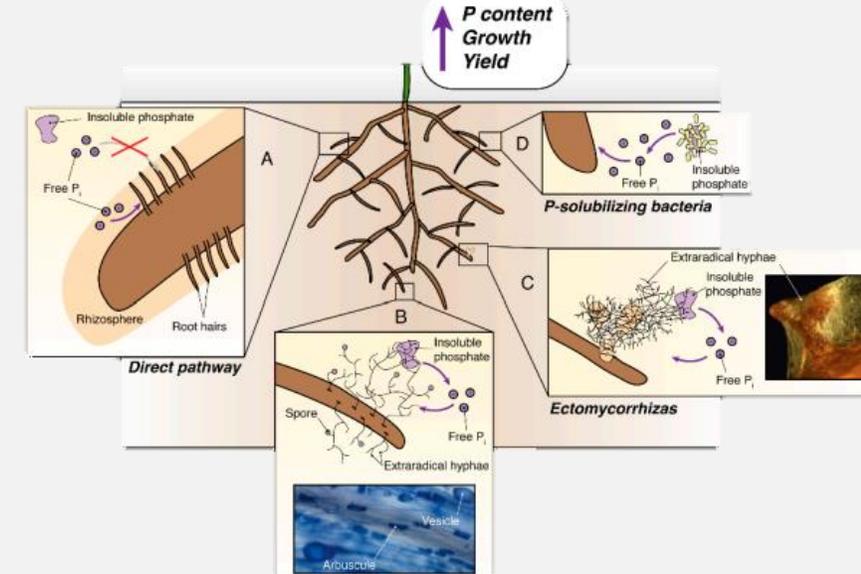


Microbe to Microbiome: A Paradigm Shift in the Application of Microorganisms for Sustainable Agriculture

Desde 1800 el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos ha recomendado el uso de ciertas rizobacterias para mejorar la disponibilidad del nitrógeno en los suelos.

La agricultura sostenible se centra principalmente en reducir la dependencia de las plantas de los fertilizantes químicos y mejorar su capacidad para crecer en tipos de suelo marginales. Para tales fines, los microorganismos facilitan el crecimiento y el desarrollo al mejorar la adquisición de recursos de nutrientes del medio ambiente, incluidos el nitrógeno, el hierro y el fosfato fijos, o la modulación del crecimiento mediante la alteración de los niveles de hormonas vegetales

Microorganismos que mejoran la absorción de fósforo



- El **fósforo** es un **macronutriente esencial** para el crecimiento y desarrollo de las plantas.
 - Los minerales del suelo capturan el fósforo del suelo **disminuyendo su disponibilidad (reduciendo la productividad de los suelos)**.
 - Lo que resulta en **dependencia de los fertilizantes** químicos.
- Además del ingreso directo de fósforo las plantas pueden absorberlo mediante:
 - Micorrizas arbusculares
 - Ectomicorrizas
 - Bacterias solubilizadoras de fósforo

EL SUELO Y EL MICROBIOMA HUMANO



- Al igual que el uso de antibióticos puede cambiar el microbioma intestinal humano y su función, el **uso de herbicidas, fungicidas y pesticidas** en las prácticas agrícolas tienen **efectos negativos en los microbiomas** de las plantas y suelos.

... since microbes from fruits, salads and vegetables join the human gut microbiome, the plant microbiome can affect the gut microbiome and thereby human health."

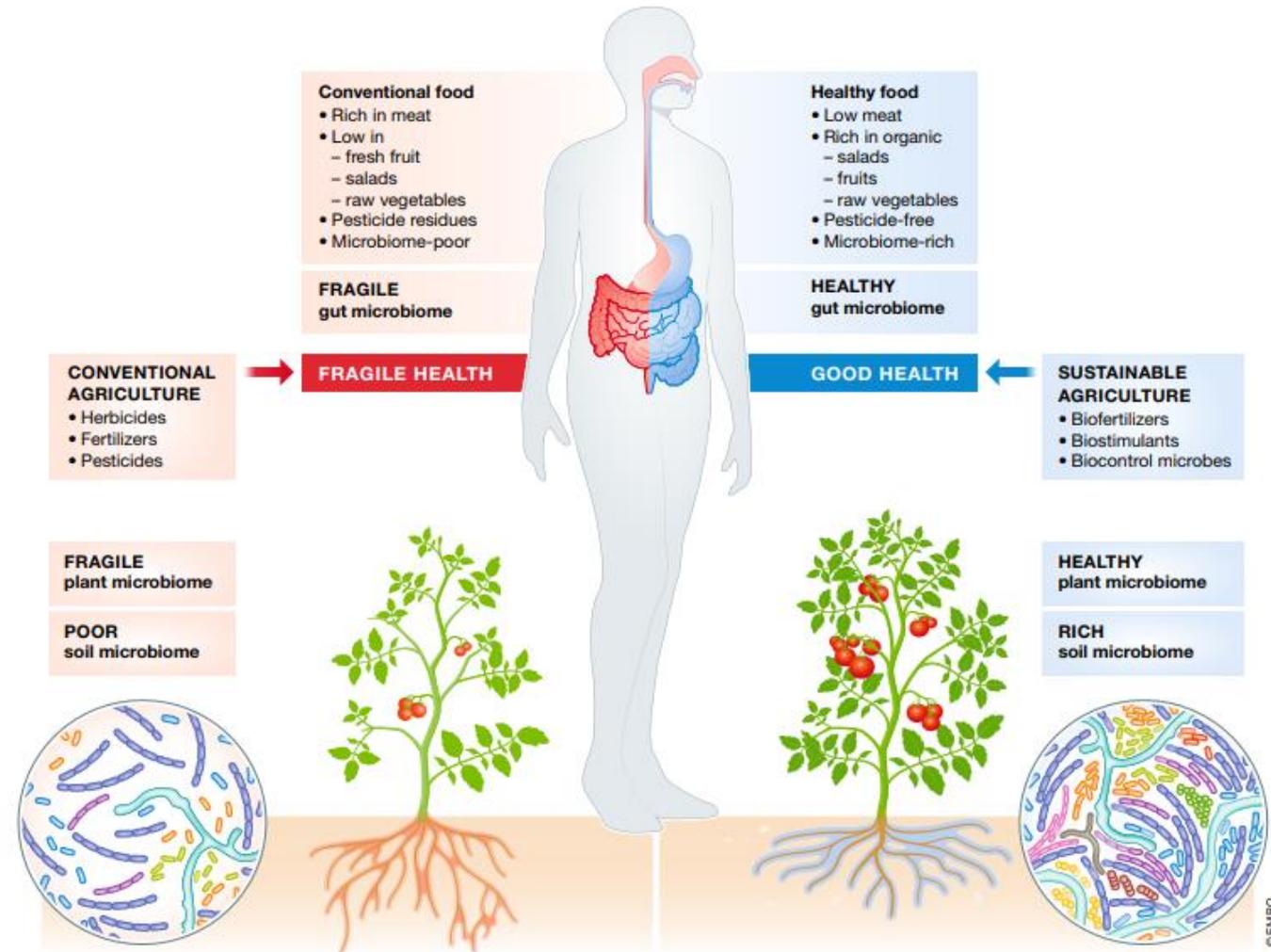


Figure 2. The direct and indirect effects of the plant microbiota on the human gut microbiome.



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



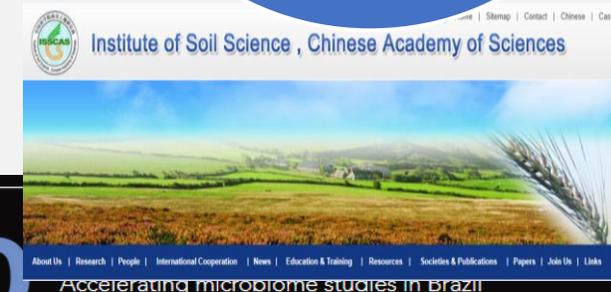
2 INICIATIVAS INTERNACIONALES PARA CONOCER LA DIVERSIDAD TAXONÓMICA Y FUNCIONAL DEL MICROBIOMA DEL SUELO.

INICIATIVAS INTERNACIONALES PARA CONOCER LA DIVERSIDAD FUNCIONAL Y TAXONÓMICA DEL MICROBIOMA DEL SUELO.



- ❑ Vogel and colleagues invite the microbiology community to participate in an ambitious and extraordinary sequencing project to uncover the soil metagenome
- ❑ Although microorganisms are responsible for key functions in soils, only a small percentage (less than 0.5%) have been grown in the laboratory and genome sequences are only available for a select few.

El Proyecto Brasileño de Microbioma (BMP) tiene como objetivo ensamblar un Consorcio/Base de Datos de Microbioma Brasileño





PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



3

TECNOLOGÍAS DE SECUENCIAMIENTO MASIVO Y SU ROL EN EL ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD MICROBIANA DE SUELO.

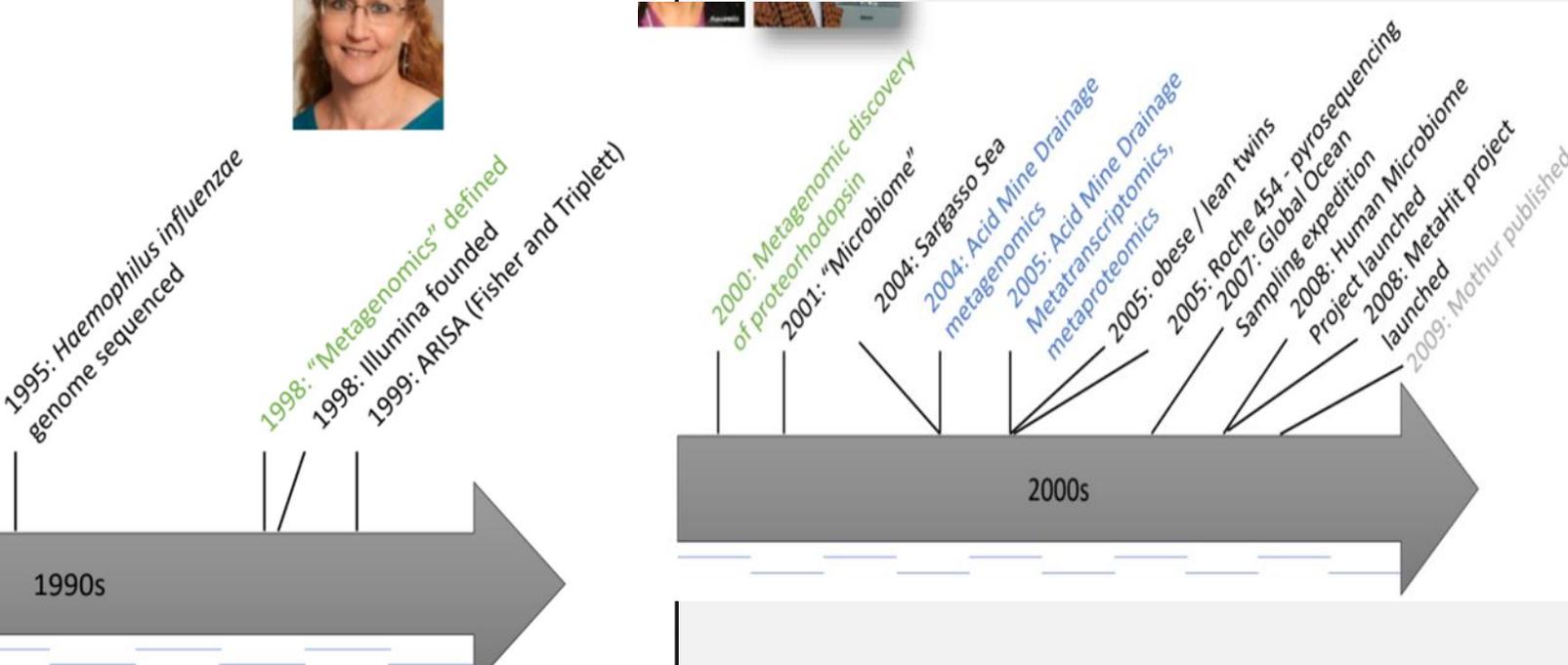
TECNOLOGÍAS DE SECUENCIAMIENTO MASIVO Y SU ROL EN EL ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD MICROBIANA DE SUELO

Molecular biological access to the chemistry of unknown soil microbes: a new frontier for natural products

Jo Handelsman¹, Michelle R Rondon¹, Sean F Brady², Jon Clardy² and Robert M Goodman¹



Jo Handelsman en.wikipedia.org



El término metagenómica fue acuñado en 1998 por Handelsman et al.

- Los microorganismos del suelo que son cultivados ofrecen una rica fuente de compuestos químicos pero, estos solo son una pequeña fracción del total (metagenoma) de microorganismos que están presentes en el suelo.
- El metagenoma involucra un acceso directo a los genomas del suelo.
- Esta naciendo un nuevo campo entre la microflora desconocida del suelo y la química

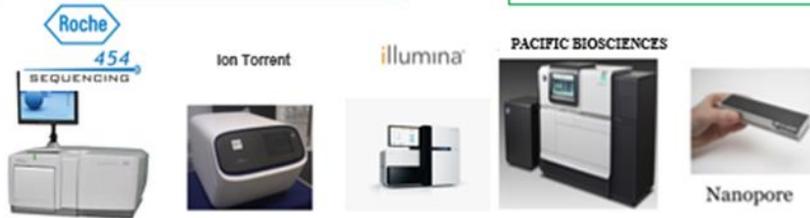
TECNOLOGÍAS DE SECUENCIAMIENTO MASIVO Y SU ROL EN EL ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD MICROBIANA DE SUELO

TECNOLOGÍAS DE SECUENCIACIÓN

PRIMERA GENERACIÓN



SEGUNDA GENERACIÓN



TERCERA GENERACIÓN

> Nat Biotechnol. 2018 Oct 8. doi: 10.1038/nbt.4232. Online ahead of print.

Rhizosphere microbiome structure alters to enable wilt resistance in tomato

Los análisis comparativos de los metagenomas de la rizosfera de las plantas de tomate resistentes y susceptibles permitieron la identificación y el ensamblaje de un genoma bacteriano que era mucho más abundante en el microbioma de la rizosfera de la planta resistente que en el de las plantas susceptibles.

Los enfoques basados en la metagenómica han descubierto vastas poblaciones de microbios no reconocidas previamente que pueden tener propiedades nuevas o mejoradas que podrían usarse para la agricultura, la biorremediación y la salud humana.

PROYECTO: ANÁLISIS METAGENÓMICO DEL SUELO DE CULTIVO DE PAPA NATIVA BAJO LOS SISTEMA DE MANEJO DE LABRANZA CERO Y LABRANZA CONVENCIONAL EN LA REGIÓN HUÁNUCO

☐ Muestreo de suelo de campos agrícolas del cultivo de papa nativa en Huánuco.

Se ha muestreado siete campos agrícolas del cultivo de papa nativa de los cuales, tres corresponde al Sistema de Manejo de Siembra Directa o Labranza Cero y cuatro corresponden al Sistema de Manejo de Labranza Convencional. (Fig.6)



Siembra Directa



Fig.6. Muestreo de suelo agrícola en Huánuco



C4



C5



C6



C7

Labranza Convencional



PROYECTO: ANÁLISIS METAGENÓMICO DEL SUELO DE CULTIVO DE PAPA NATIVA BAJO LOS SISTEMA DE MANEJO DE LABRANZA CERO Y LABRANZA CONVENCIONAL EN LA REGIÓN HUÁNUCO



Extracción de ADN

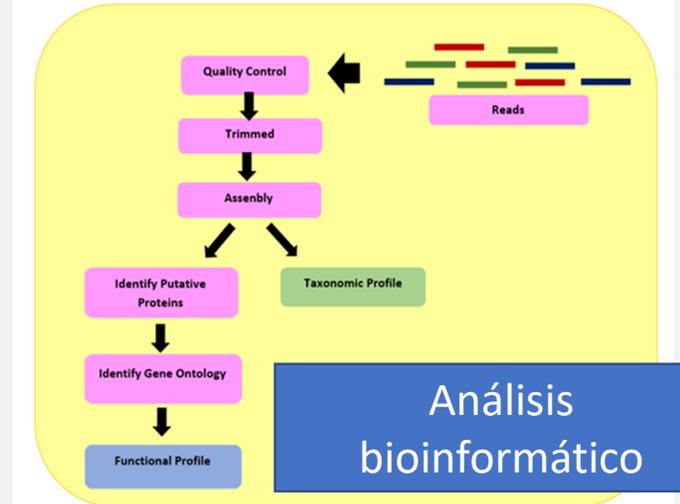
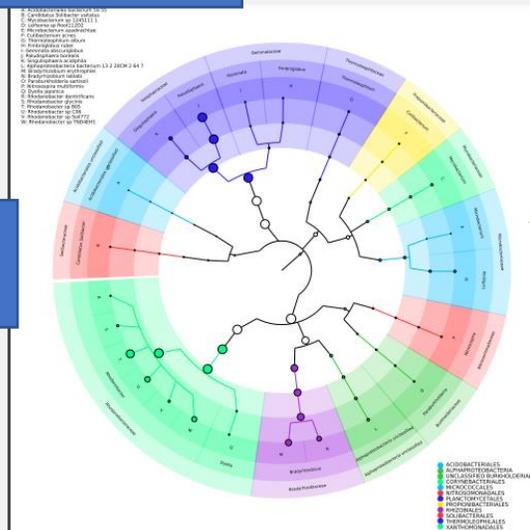
- Fragmentación
- Preparación de la biblioteca
- Amplificación (clusters)
- Secuenciación
- Análisis



Secuenciamiento

- ❑ Se ha logrado establecer diferencias a nivel de género y especie entre los diferentes sistemas de manejo.
- ❑ Se ha logrado establecer diferencia a nivel de nivel funcional entre los sistemas de manejo.
- ❑ El empleo de esta tecnología de secuenciamiento nos ha permitido determinar que mas del 80% de secuencias microbianas son desconocidas , la diferencia de otros estudios similares cuyo porcentaje oscila entre 50-60%.

Resultados



Análisis bioinformático

DESARROLLO DE INICIATIVAS PRIVADAS EN BASE A SECUENCIAS DIGITALES DE MICROORGANISMOS DE SUELO

BIOME MAKERS Technology Solutions Resources Company Q EN - Get Started Log In

DECODING SOIL BIOLOGY

To optimize farming practices, improve soil health, and empower sustainability.

Get a Demo Learn More

BeCrop® Technology

Decoding Soil Life

Soil is alive. It harbors an abundance of life forms that breathe, grow, work together, respond to their environment and perform functions on a community level. Our unique BeCrop® technology is setting the standard for soil health by unveiling the work of living microbial networks, optimizing agriculture and empowering soil health worldwide.

Learn More Book a Demo

Why BeCrop®?

- Largest Global Database**
Our database contains over **10M taxonomic references** using DNA Next Generation Sequencing (NGS) techniques.
- Patented Technology**
We use proprietary **DNA Sequencing workflow and Intelligent Computing** to monitor the most relevant bio-indicators.
- Functional and Ecological**
Our technology analyzes the functional dimensions of the existing microbe network, contains ecological insights, and advances knowledge about the soil microbiome.
- 122 Crops Analyzed**
Our technology is the first **Intelligence Computing System (ICS)** based in Artificial Intelligence (AI), with a proprietary database of more than **122 crops analyzed from 40+ countries** worldwide of ag-soil microbial profiles.

BeCrop® Technology: The Global Standard for Soil Health

At Biome Makers we decode soil biology to optimize farming practices and improve soil health. Powered by the largest global database of 10M microorganisms, BeCrop® uses the soil microbiome DNA and machine learning to analyze not only which microbes are present, but also *what they do*.



Largest Database of Microorganisms

Decodes complex soil biology using the **largest global database of microorganisms**. Our technology represents the **first Intelligence Computing System (ICS)** based on Artificial Intelligence (AI), with a proprietary database of microbial profiles with more than **120+ crops** analyzed from **40+ countries** worldwide.

Proprietary DNA Sequencing

We use proprietary DNA Sequencing workflow and Intelligent Computing (US Patent Application No.62263488) to **monitor** the most relevant bio-indicators and analyze the functions of the existing microbe network.

Check out BeCrop® Technology



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



4

□ ROL DE LOS ORGANISMOS INTERNACIONALES EN
RECONOCIMIENTO DE LA IMPORTANCIA DE LA
DIVERSIDAD MICROBIANA DE SUELO

ROL DE LOS ORGANISMOS INTERNACIONALES EN EL RECONOCIMIENTO DE LA IMPORTANCIA DE LA DIVERSIDAD MICROBIANA DE SUELO

Informe preparado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) sobre el estado del conocimiento del suelo biodiversidad

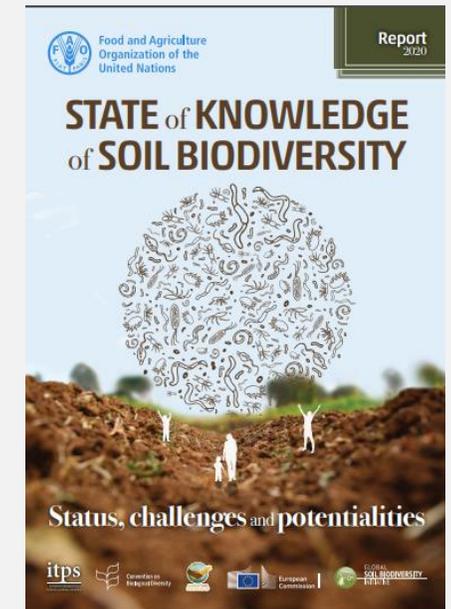
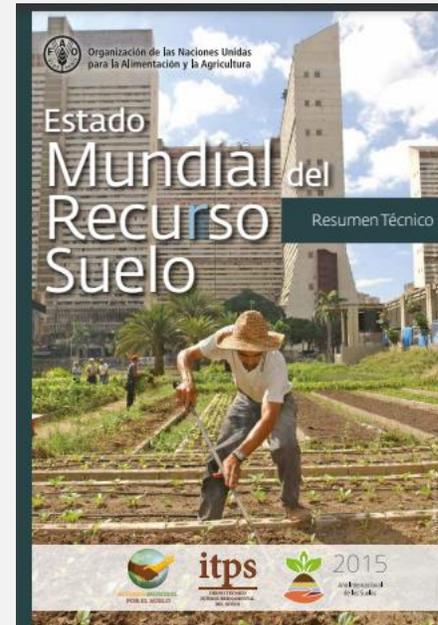
- El papel que han desarrollado la La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el CDB, ha sido importante, debido a que han trabajado en el tema de suelos, generando publicaciones técnicas que han permitido conocer el estado situacional de los microorganismos de suelo y establecer planes de trabajo hacia un futuro en favor de este recurso.

2012

La FAO estableció la Alianza Mundial por el Suelo (AMS) como mecanismo para desarrollar una sólida alianza interactiva y una mayor colaboración y sinergia de esfuerzos en materia de suelo entre las partes interesadas, desde los usuarios del terreno hasta los responsables de la formulación de políticas.

2021

Informe preparado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) sobre el estado del conocimiento del suelo biodiversidad.





PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



5

□ PRONUNCIAMIENTO DEL PERÚ SOBRE LA DIVERSIDAD MICROBIANA DE SUELOS AGRÍCOLAS

DECLARACIÓN DEL PERÚ EN LA REUNIÓN INFORMAL DEL ÓRGANO SUBSIDIARIO DE ASESORAMIENTO CIENTÍFICO, TÉCNICO Y TECNOLÓGICO – SBSTTA 24 (CDB)

- En la Reunión Informal del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico – SBSTTA 24, celebrada el 14 de mayo del 2021, **se realizó por primera el Pronunciamiento del Perú en materia de Diversidad de suelo y agricultura, declaración realizada por el Sr. Alberto Cortez, representante del MIDAGRI.**
 - Para **la elaboración de la declaración participaron representantes del MINAM, IIAP, USC, UNALM. INIA y MIDAGRI**
1. La diversidad biológica de los suelos son fundamentales para los sistemas de producción agrícola-ganadera.
 2. La aplicación del Plan de Acción para la conservación y utilización de la diversidad biológica de los suelos 2020-2030
 3. Se insta que se integren a corto, mediano y largo plazo la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica de los suelos en los sistemas agrícolas a través de buenas prácticas por parte de los diferentes actores (pequeños y medianos agricultores)
 4. Los avances en las investigaciones del suelo y las nuevas tecnologías reflejan que se requiere una actualización de las políticas de gestión de la tierra y el suelo, que conlleven a estrategias de mejora y utilización de tecnologías e insumos ambientalmente más amigables

PERÚ
DECLARACIÓN
REUNIÓN INFORMAL DEL ÓRGANO SUBSIDIARIO DE ASESORAMIENTO CIENTÍFICO, TÉCNICO Y TECNOLÓGICO – SBSTTA 24
TEMA 7: Diversidad biológica y agricultura
SBSTTA-24-07-Rev1
07 de mayo de 2021

Muchas gracias Sr. Presidente:

El Perú reconoce que las actividades para promover la conservación y utilización sostenible de los bienes y servicios que brinda la diversidad biológica de los suelos son fundamentales en la búsqueda de la seguridad alimentaria y en el logro de sistemas alimentarios más sostenibles para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Para ello se hace necesaria la aplicación del Plan de Acción para la conservación y utilización de la diversidad biológica de los suelos 2020-2030, requiriéndose de un trabajo conjunto y sinérgico entre los diversos sectores y actores involucrados, de tal manera que se puedan generar los cambios necesarios en los sistemas agrícolas y naturales, así como en las políticas de gestión de la tierra, el agua y el suelo, dando como resultado prácticas agrícolas más sostenibles y amigables con la biodiversidad.

Se recomienda que se integren a corto, mediano y largo plazo la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica de los suelos en los sistemas agrícolas a través de buenas prácticas por parte del agricultor, lo cual podrá realizarse si contamos con una gobernanza eficiente, con políticas y reglamentos accesibles en diferentes niveles de gobierno. Asimismo, vemos que los avances en las investigaciones del suelo y las nuevas tecnologías reflejan que se requiere una actualización de las políticas de gestión de la tierra y el suelo, que conlleven a la utilización de tecnologías e insumos ambientalmente más amigables, como biofertilizantes y biocontroladores, entre otros, que garanticen un sistema equilibrado, dinámico y empático para el medio ambiente, la biodiversidad y el ser humano.

Sr. Presidente, los compromisos que serán asumidos para la implementación del Plan de Acción para la conservación y utilización de la diversidad biológica de los suelos 2020-2030, podrán concretarse sólo si el Fondo para el Medio Ambiente Mundial junto con otros donantes, organismos de financiación, propósitos nacionales y regionales, por lo cual es de recursos para esta temática.

Muchas gracias Sr. Presidente, esta revisión con los textos que precisamos apreciaríamos sean consideradas.



DECLARACIÓN DEL PERÚ EN LA 18° REUNIÓN DE LA COMISIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO)

- En la 18° Reunión de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (FAO), celebrada del 27 setiembre – 1 de octubre de 2021, se realizó el Pronunciamiento del Perú en materia de RECURSOS GENÉTICOS DE MICROORGANISMOS E INVERTEBRADOS para la alimentación y la agricultura, la declaración fue realizada por el Sra. Aura García, representante del INIA.
- En la declaración resaltan los siguientes puntos:
 1. Las estrategias de conservación *ex situ* e *in situ* y la utilización sostenible de la Diversidad Microbiana e Invertebrados son fundamentales para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).
 2. Se hace necesario la investigación de la diversidad de las poblaciones microbianas y de las asociadas.
 3. El uso de los agentes de control biológico y los bioestimulantes, son imprescindibles en favor de lograr un sistema equilibrado, dinámico y empático para la biodiversidad y para el ser humano.
 4. Se reconoce el papel importante de la biodiversidad microbiana de los suelos en el funcionamiento de los agroecosistemas alimentarios por lo que, las buenas prácticas agrícolas empleadas por las pueblos indígenas y comunidades locales
 5. Aplicación de abonos naturales cumplen un rol fundamental en la conservación y uso potencial de la diversidad microbiana y la asociada, contribuyendo
 6. Se hace necesario abordar en futuro próximo un Plan de Acción para los Recursos Genéticos Microbianos y su biodiversidad asociada.

y la Agricultura
Declaración del Perú
Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura
TEMA 11: RECURSOS GENÉTICOS DE MICROORGANISMOS E INVERTEBRADOS
(27 setiembre – 1 de octubre de 2020)

Muchas gracias Sr. Presidente:

El Perú reconoce que las estrategias de conservación *ex situ* e *in situ* y la utilización sostenible de la Diversidad Microbiana e Invertebrados, son fundamentales para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Por ello, se hace necesario la investigación de la diversidad de las poblaciones microbianas y las asociadas a fin de generar conocimiento valioso que permita su utilización en beneficio de la Agricultura y la Alimentación. Por lo que, se requiere de un trabajo conjunto y sinérgico entre los diversos sectores involucrados, lo cual puede ser posible a través de la cooperación técnica científica entre los Grupos Regionales.

Así también, el uso de los agentes de control biológico y los bioestimulantes, son imprescindibles en favor de lograr un sistema equilibrado, dinámico y empático para la biodiversidad y para el ser humano.

En este sentido, vemos con beneplácito lo manifestado en el documento **CGRFA-18/21/11.2** de elaborar un inventario de la aplicación de los agentes de control biológico y los bioestimulantes utilizados en todo el mundo, incluyendo información sobre los países de procedencia y en que sistemas de producción son utilizados, de esta manera se reduce la brecha de conocimiento sobre la utilización de estos recursos genéticos.

Así mismo, se reconoce el papel importante de la biodiversidad microbiana de los suelos en el funcionamiento de los agroecosistemas alimentarios por lo que, las buenas prácticas agrícolas empleadas por las pueblos indígenas y comunidades locales a través de la labranza mínima y de aplicación de abonos naturales cumplen un rol fundamental en la conservación y uso potencial de la diversidad microbiana y la asociada, contribuyendo al bienestar de la salud agro

Todo ello será posible si se refuerzan y mejoran en favor de estos Recursos Genéticos.

Para finalizar, se reconoce el trabajo realizado en la Comisión de Recursos Genéticos Microbianos y su Biodiversidad, las capacitaciones regionales y se pueda abordar el Plan de Acción para los Recursos Genéticos Microbianos y su biodiversidad asociada.

Gracias Sr. Presidente.





PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



6

IMPORTANCIA DE LA BIODIVERSIDAD DE SUELO PARA LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP).

IMPORTANCIA DE LA BIODIVERSIDAD DE SUELO PARA LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP).

- Las áreas naturales protegidas son espacios terrestres o marinos reconocidos, establecidos y protegidos legalmente por el Estado peruano por su importancia para la conservación de la biodiversidad y su contribución al desarrollo sostenible del país.



- Fuentes de Alimentos para los pueblos indígenas y comunidades locales.
- Servicios ecosistémicos
- Conservan biodiversidad *in situ*
- Almacenan al menos un 15 % de carbono terrestre mundial
- Albergan especies silvestres

El suelo y su biodiversidad son fundamentales para el desarrollo y mantenimiento de los servicios ecosistémicos. Por lo que garantizar su conservación, uso sostenible, se hace imprescindible.



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

 **Siempre**
con el pueblo

