



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CIENTÍFICA DE
MICROORGANISMOS EFICIENTES DE MONTAÑA PARA POTENCIAR
LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniera Agrónoma

Autor:

León Avilés Doris Jeaneth

Tutor:

Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuite Mg.

LATACUNGA – ECUADOR

Septiembre 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

León Avilés Doris Jeaneth con cédula de ciudadanía N° **0504102450** declaro ser la autora del presente proyecto de investigación: **“ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CIENTÍFICA DE MICROORGANISMOS EFICIENTES DE MONTAÑA PARA POTENCIAR LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS”** Siendo el Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 14 de Septiembre del 2020.

León Avilés Doris Jeaneth

CC: 0504102450

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **León Avilés Doris Jeaneth**, identificada con cédula de ciudadanía N° **0504102450** de estado civil soltera y con domicilio en el Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado de **“ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CIENTÍFICA DE MICROORGANISMOS EFICIENTES DE MONTAÑA PARA POTENCIAR LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial Académico. –

Fecha de inicio de la carrera: **Septiembre 2015 - Febrero 2016**

Fecha de Finalización: **Mayo 2020 - Septiembre 2020**

Aprobación en Concejo Directivo: **07 de julio del 2020**

Tutor. - **Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuite Mg**

Tema: **“ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CIENTÍFICA DE MICROORGANISMOS EFICIENTES DE MONTAÑA PARA POTENCIAR LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 14 días del mes de septiembre del 2020.

León Avilés Doris Jeaneth

LA CEDENTE

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CIENTÍFICA DE MICROORGANISMOS EFICIENTES DE MONTAÑA PARA POTENCIAR LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS.” de León Avilés Doris Jeaneth, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 14 de Septiembre de 2020

Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete Mg.

Tutor del Proyecto de Investigación

CC: 0502409725

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: León Avilés Doris Jeaneth, con el título de Proyecto de Investigación de **“ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CIENTÍFICA DE MICROORGANISMOS EFICIENTES DE MONTAÑA PARA POTENCIAR LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS.”** ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 14 de Septiembre de 2020

Para constancia firman:

Ing. Karina Marín Quevedo Mg.
LECTOR 1 (PRESIDENTE)
CC: 0502672934

Ing. Emerson Jácome Mogro
LECTOR 2
CC: 0501974703

Ing. Cristian Jiménez Jácome Mg.
LECTOR 3
CC:0501946263

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser la luz incondicional que guía mi camino.

A mi querida Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme abierto las puertas del conocimiento, a mis Docentes que fueron parte de mi formación profesional guiándome académicamente con su experiencia y profesionalismo.

De manera especial a mis seres queridos que me apoyaron en el transcurso de mi formación.

León Avilés Doris Jeaneth

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mi familia especialmente a mis padres por su amor infinito, por haber sido mi apoyo incondicional a lo largo de mi carrera.

De manera especial a mi tutor de tesis Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuite Mg, por haberme guiado, durante todo el proceso.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por haberme brindado la oportunidad de enriquecer mi conocimiento.

León Avilés Doris Jeaneth

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CIENTÍFICA DE MICROORGANISMOS EFICIENTES DE MONTAÑA PARA POTENCIAR LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS.

Autor: León Avilés Doris Jeaneth

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en la Universidad Técnica de Cotopaxi. La investigación se centra en la revisión y el análisis de la información bibliográfica sobre los microorganismos eficientes y su aplicación para la salud del suelo, control de microorganismos fitopatógenos y beneficio nutricional de las plantas, donde se enuncian microorganismos que promueven la germinación de semillas, favorecen la floración, el crecimiento y desarrollo de los frutos y permiten una reproducción más exitosa en las plantas, dentro de la metodología utilizada, se realizó una revisión y recopilación de artículos científicos relacionados con el tema, en los repositorios Scopus, Elsevier, Redalyc, Scielo, que permitieron el análisis del uso y aplicación de los microorganismos eficientes, eficaces y de montaña, concluyendo que son beneficiosos para las plantas, ayudando a la regulación de pH, conductividad eléctrica, absorción de nutrientes, control de microorganismos patógenos, solubilizando nutrientes para la nutrición vegetal, y sobretodo devolviendo la vida microbiológica del suelo.

Palabras clave: microorganismos de montaña, microorganismos benéficos, microorganismos eficaces, microorganismos autóctonos.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL
RESOURCES

THEME: ANALYSIS OF SCIENTIFIC INFORMATION ON EFFICIENT
MOUNTAIN MICROORGANISMS TO ENHANCE THE BIOLOGICAL
DIVERSITY OF AGRICULTURAL SOILS.

AUTHOR: León Avilés Doris Jeaneth

ABSTRACT

This research was carried out in Technical university of Cotopaxi

The research focuses on the review and analysis of bibliographic information on efficient microorganisms and their application for soil health, control of phytopathogenic microorganisms and nutritional benefit of plants, where microorganisms that promote seed germination, favor the flowering, the growth and development of the fruits and allow a more successful reproduction in the plants, within the methodology used, a review and compilation of scientific articles related to the subject was carried out, in the repositories Scopus, Elsevier, Redalyc, Scielo , which allowed the analysis of the use and application of efficient, effective and mountain microorganisms, concluding that they are beneficial for plants, helping to regulate pH, electrical conductivity, absorption of nutrients, control of pathogenic microorganisms, solubilizing nutrients for the plant nutrition, and above all, restoring microbiological life ground.

Keywords: mountain microorganisms, beneficial microorganisms, effective microorganisms, autochthonous microorganisms.

TABLA DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	III
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	VI
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	VII
AGRADECIMIENTO.....	VIII
DEDICATORIA	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
TABLA DE CONTENIDOS.....	XII
LISTA DE TABLAS.....	XIV
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
6. OBJETIVOS	5
6.1 GENERAL.....	5
6.2 ESPECÍFICOS	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	6
8.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
8.1.1. <i>Los libros</i>	6
8.1.2. <i>Revistas científicas</i>	7
8.2 EL SUELO	7
8.3 COMPONENTES DEL SUELO	8
8.4 MATERIA ORGÁNICA	8
8.5 MICROORGANISMOS	9
8.6 MICROORGANISMOS DEL SUELO	10
8.7 FUNCIONES DE LOS MICROORGANISMOS DEL SUELO	12
8.8 MICROORGANISMOS EFICIENTES.....	13
8.8.2 <i>Funciones de los microorganismos eficaces</i>	14

8.9	GRUPOS DE MICROORGANISMOS FUNCIONALES DE SUELO	14
8.10	MICROORGANISMOS CELULOLÍTICOS.....	15
8.11	MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FOSFATO	16
8.12	MICROORGANISMOS FIJADORES DE NITRÓGENO	16
8.13	RECUPERACIÓN DEL SUELO MEDIANTE EL USO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES...	18
9.	PREGUNTA CIENTÍFICA.....	18
10.	METODOLOGÍA.....	18
10.1	MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	18
10.2	UNIDAD DE ESTUDIO.....	20
10.3	LISTA DE CONTROL	20
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	22
11.1	REVISIÓN DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA	22
11.2	CUADRO COMPARATIVO	22
11.3	BASE DE DATOS	22
11.4	ESTADO ACTUAL DE LA INFORMACIÓN	22
11.5	ARTÍCULO DE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE MICROORGANISMOS DE MONTAÑA PARA POTENCIAR LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE SUELOS AGRÍCOLAS	26
12.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
12.1	CONCLUSIONES	37
12.2	RECOMENDACIONES	38
13.	BIBLIOGRAFÍA	39
14.	ANEXOS	45

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios Directos e Indirectos	3
Tabla 2. Bacterias fijadoras de nitrógeno en vida libre	17
Tabla 3. Bacterias fijadoras de nitrógeno que forman asociaciones.....	17
Tabla 4. Lista de control de publicaciones por año	20
Tabla 5. Cuadro comparativo	23

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título:

Análisis de la información científica de Microorganismos eficientes de montaña para potenciar la diversidad biológica de los suelos agrícolas.

Fecha de inicio:

Octubre 2019

Fecha de finalización:

Agosto 2020

Lugar de ejecución:

Ciudad Latacunga – Provincia Cotopaxi

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia:

Ingeniería Agronómica

Proyecto de investigación vinculado:

Equipo de Trabajo:

Responsable del Proyecto: Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete Mg.

Tutor: Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete Mg.

Lector 1: Ing. Karina Marín Mg.

Lector 2: Ing. Emerson Jácome Mg.

Lector 3: Ing. Cristian Jiménez Mg.

Nombre del Investigador: León Avilés Doris Jeaneth

Teléfonos: 09969051765

Correo electrónico: doris.leon2450@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Ciencias

Subárea de Conocimiento

Ciencias de la vida (Microbiología)

Línea de investigación:

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Caracterización de la biodiversidad

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El propósito de esta investigación nos permitió reunir información científica acerca de los microorganismos eficientes de montaña presentes en el sustrato orgánico de los suelos de bosques, con el fin de establecer una base de datos de artículos científicos indexados en los repositorios académicos más importantes como Scopus, Elsevier, Redalyc, Scielo, Latindex; finalmente se redactó un artículo de revisión bibliográfica para indicar los resultados de las investigaciones más importantes relacionadas al tema de investigación planteado.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La recopilación bibliográfica nos permitirá ahondar acerca de los microorganismos eficientes de montaña, que nos ayudará a reunir la información que se encuentra dispersa en los repositorios digitales y bibliotecas virtuales y se dificulta para que los investigadores tengan al alcance de la mano la información. Además, permite que otros investigadores consulten las fuentes bibliográficas citadas, pudiendo entender y quizá continuar el trabajo realizado

Sivila y Guerrero (2019), argumentan que la fertilidad del suelo ha sido un tema que desde los inicios de la agricultura ha sido de interés para el hombre, y en la actualidad se conoce que es un sistema complejo en el que actúan factores físicos, químicos, biológicos, climáticos, socioeconómicos, culturales y políticos expresados en las técnicas de producción que incurren en la fertilidad y productividad del suelo.

Los microorganismos del suelo constituyen el componente fundamental de todo el sistema biótico en los bosques naturales y son los entes determinantes en los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes (Lillo, Ramírez, Reyes, Ojeda, & Alvear, 2010). Los microorganismos están en la naturaleza que nos rodea cumpliendo un trabajo de equilibrio ecológico (Mayer, Scheid, Widmer, Fließbach, & Oberholzer, How effective are 'Effective microorganisms® (EM)'? Results from a field study in temperate climate, 2010).

Para Campo y otros (2010), sostiene que las funciones metabólicas benéficas donde intervienen los microorganismos eficientes son el mejoramiento de suelos, manejo de residuos agropecuarios, tratamiento de aguas residuales, alimentación de animales y en mayor grado son utilizados como agregados para mejorar la productividad agrícola.

Por lo expuesto anteriormente, se puede afirmar que la investigación propuesta permitirá conocer las bases teóricas para entender cómo realizar el proceso de potenciación microbiana utilizando microorganismos eficientes de montaña para aumentar la diversidad biológica de

suelos agrícolas, con el fin de aprovechar este recurso biológico en la recuperación de suelos degradados, contaminados o erosionados.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1. Beneficiarios Directos e Indirectos

Beneficiarios directos	Beneficiarios indirectos
Docentes y Estudiantes de la Carrera de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi	Agricultores y población en general

Elaborado por: León, D. (2020)

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La importancia en todo proyecto de investigación, consiste en organizar de manera sistemática la documentación encontrada. Se puede realizar tanto de manera básica o detallada. La recopilación bibliográfica debe ser lo suficientemente clara para que responda a las necesidades del investigador, el proceso de investigación bibliográfica debe contar con material informativo como libros, revistas de divulgación o investigación científica, sitios Web, etc. (Gómez, Navas, Aponte, & Betancourt, 2014)

La búsqueda bibliográfica debe hacerse desde una perspectiva estructurada y profesional, la información obtenida debe tener el carácter de relevante, para beneficio de los investigadores interesados en el tema.

La FAO (1993), plantea que la degradación de los suelos, a causa de la erosión, afecta su fertilidad y como consecuencia afecta en la producción de los cultivos. La degradación del suelo cambia las propiedades del suelo mediante procesos físicos, químicos y/o biológicos.

Cada año se pierde alrededor de 24 millones de toneladas de suelo fértil de acuerdo a un informe de la FAO (2019), además se reduce anualmente un 8% del PIB de los países en desarrollo por degradación de las tierras.

En América Latina y el Caribe según la FAO (2018) afirma que el sector agrícola es particularmente el más vulnerable a los desastres y amenazas naturales; además, las sequías, influyen en el proceso de erosión de los suelos que pueden dañar los rendimientos durante ciertos momentos del ciclo de vida de las plantas, la región de América Latina y el Caribe presentó pérdidas de producción agrícola y de ganado, entre 2005 y 2015, cercanas a los 22.000 millones de dólares. Más aún, 13.000 millones de dólares de estas pérdidas se

atribuyeron directamente a la sequía, convirtiendo a este desastre en el más costoso de toda la Región (Nuñez & Verbist, 2018).

El recurso suelo está llegando a límites críticos, a causa de las acciones antrópicas, donde el Informe de la FAO acerca del estado Mundial del Recurso Suelo (2016) identifica diez amenazas que afectan al suelo y son: erosión del suelo, pérdida del carbono orgánico del suelo (COS), desequilibrio de nutrientes, acidificación del suelo, contaminación del suelo, anegamiento, compactación del suelo, sellado del suelo, salinización y pérdida de la biodiversidad del suelo.

En un reportaje de Alarcón (2018) para El Comercio, menciona que la degradación y desertificación de grandes extensiones de tierra son un problema que afecta directamente a 250 millones de personas en el mundo y 169 países ya sufren sus efectos. Ecuador no se escapa de esta realidad. En el país, alrededor del 49% de las tierras está degradado y un 22% se encuentra en proceso de desertificación.

La desertificación en el Ecuador se puede observar en las provincias de Azuay, Loja y El Oro; las zonas que antes eran páramos, ahora se han convertido en zonas degradadas por sobrepasar la frontera agrícola. (Alarcón, 2018)

Para sobrellevar esta gran problemática de los suelos del mundo y regenerarlos, tratando de implementar un manejo sostenible del recurso suelo, en 1980, Teruo Higa, un profesor de la Universidad de Ryukyus en Japón, identificó microorganismos que presentaban características únicas en la mejora de la calidad y salud del suelo (Ndona, Friedel, Spornberger, Rinnofer, & Jezic, 2011), denominándolos “Microorganismo Eficientes” (EM por sus siglas en inglés); a finales de 1982, concluyó su investigación indicando que la inoculación de EM en el suelo mejora la calidad y salud del mismo, además habría un alto rendimiento en la producción de cultivos (Zeballos, 2017).

Los microorganismos eficientes, como inoculante microbiano, restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejoran sus condiciones físico-químicas, incrementan la producción de los cultivos y su protección, además conservan los recursos naturales, y generan una agricultura y medio ambiente más sostenible. Pueden ser utilizados en la rama animal (porcicultura, ganadería y avicultura) para la cría de animales, el incremento de las variables productivas, esto maximiza la eficiencia de los sistemas y el manejo de excretas e instalaciones (Luna & Mesa, 2016).

6. OBJETIVOS

6.1 General

Analizar información científica actualizada del uso de microorganismos eficientes de montaña para potenciar la diversidad biológica de los suelos agrícolas.

6.2 Específicos

- Determinar las bases de revistas científicas y bibliografía que contenga la temática en el período 2018_2020
- Sistematizar la información correspondiente de microorganismos eficientes.
- Redactar una revisión bibliográfica de la utilización de los microorganismos eficientes para potenciar la diversidad biológica de los suelos agrícolas.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Determinar las bases de revistas científicas y bibliografía que contenga la temática en el período 2018_2020.	Buscar artículos científicos de la temática en revistas indexadas en bases de alto impacto. Buscar bases de artículos científicos de impacto regional. Buscar libros en bibliotecas virtuales institucionales y públicas.	Número de artículos buscados. Número de artículos buscados. Número de libros encontrados.	Base de datos con 10 artículos Base de datos con 30 artículos Base de datos con 10 libros
Sistematizar la información correspondiente de microorganismos eficientes.	Crear cuadros comparativos de los resultados positivos y negativos de la utilización de la alternativa.	Comparación cualitativa y cuantitativa de los resultados.	Cuadro comparativo.
Redactar una revisión bibliográfica de la utilización de los microorganismos eficientes para potenciar la diversidad biológica de los suelos agrícolas.	Buscar los parámetros de escritura para revisión bibliográfica en revista afines a la investigación. Redacción o construcción bibliográfica	Buscar los parámetros de escritura para revisión bibliográfica en revista afines a la investigación. Redacción o construcción bibliográfica	Formato de la revisión bibliográfica. Artículo para revisión.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1 Revisión bibliográfica

Roussos (2011), manifiesta que las revisiones bibliográficas, son trabajos que tienen por objetivo analizar y sintetizar el material publicado sobre un tema a elección y así evaluar distintos aspectos sobre el dicho material, generando en un solo trabajo una descripción detallada sobre el estado del arte de un tema específico. En las revisiones no se generan o analizan datos originales, sino que se toma información proveniente de otros artículos científicos con el fin de analizar y sintetizar los resultados para la comunidad científica.

La revisión bibliográfica constituye una etapa esencial en el desarrollo de un trabajo científico y académico. Implica consultar distintas fuentes de información (catálogos, bases de datos, buscadores, repositorios, etc.) y recuperar documentos en distintos formatos. Este proceso también es conocido como búsqueda documental, revisión de antecedentes o investigación bibliográfica o documental (Martín & Lafuente, 2017). Para José Martínez de Sousa la investigación bibliográfica es considerada como la búsqueda sistemática y exhaustiva de material editado sobre una materia determinada. La revisión como trabajo sistemático y ordenado de búsqueda de información bibliográfica implica la detección y selección de materiales significativos para el investigador en función de los interrogantes que se plantea.

A partir de esa revisión bibliográfica, el investigador va construyendo el marco teórico, documentando antecedentes y elaborando la bibliografía que se incluye al final de un trabajo científico o académico. Las bibliografías permiten, entre otros aspectos: a) garantizar que el investigador se ha documentado correctamente, b) identificar las fuentes originales de conceptos, métodos y técnicas provenientes de investigaciones, estudios y experiencias anteriores, c) apoyar los hechos y opiniones que el autor quiere expresar, d) ofrecer un sustento teórico, e) orientar al lector interesado a informarse con mayor detalle sobre aspectos del contenido del documento, f) permitir que, a partir de éstas, otros autores puedan investigar otros aspectos subyacentes de una determinada investigación; y, g) no investigar lo ya investigado (Martínez J. , 1993).

8.1.1. Los libros

Los libros de texto constituyen en muchos casos la primera instancia de este proceso de búsqueda de información. Los mismos poseen la ventaja de que responden a preguntas generales respecto al tema en estudio y habitualmente pueden ser de amplia disponibilidad y fácil acceso. No obstante, los tiempos requeridos para el proceso editorial llevan a que aún en

las últimas ediciones publicadas de un libro, algunos de los aspectos tratados puedan ya tener algún grado de desactualización (López L. , 2006).

8.1.2. Revistas científicas

Las revistas científicas o publicaciones periódicas, a diferencia de los libros de texto, ofrecen el acceso al trabajo original y por lo tanto a la metodología empleada en investigaciones, permitiendo además el contacto directo de los lectores con los autores. No obstante, en algunos casos la disponibilidad y acceso a los ejemplares puede estar limitada; por otro lado, el almacenamiento de las mismas con el tiempo resulta dificultoso. Afortunadamente cada vez son más las revistas que poseen un formato electrónico simultáneo al formato papel, lo que ofrece la posibilidad de un rápido acceso a la información requerida desde una PC (López L. , 2006).

8.2 El suelo

Cotidianamente consideramos que el suelo es el lugar de soporte donde el hombre construye sus moradas creando ciudades; en el caso del medio rural, suponemos que es donde crecen las plantas y cohabitan los animales. Este concepto limita el uso y aprovechamiento que se le da al suelo, pues se le considera únicamente como el límite inferior de la atmósfera y, por lo tanto, no se toma en cuenta que también debe ser preservado para futuras generaciones (Acosta, 2006).

Para el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (2015), indica que el suelo es la capa superficial de la tierra y constituye el medio en el cual crecen las plantas. Es capaz de aportar los nutrientes fundamentales para el crecimiento de los vegetales y almacenar agua de lluvias cediéndola a las plantas a medida que la necesitan. También en el suelo las raíces encuentran el aire necesario para vivir. El suelo se extiende tanto en superficie como en profundidad; consta de varias capas llamadas horizontes, aproximadamente paralelas a la superficie. Cada uno de los horizontes del suelo tiene distintas propiedades físicas y químicas, lo que se refleja en su aspecto. Al conjunto de horizontes de un suelo se le llama perfil.

López (2006) cita la definición de suelo que ofrece el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1998), el suelo es un cuerpo natural formado por una fase sólida (minerales y materia orgánica), una fase líquida y una fase gaseosa que ocupa la superficie de la tierra, organizada en horizontes o capas de materiales distintos a la roca madre, como resultado de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de materia y energía, que tiene capacidad para servir de soporte a las plantas con raíces en un medio natural. Los límites

superiores del suelo son la atmósfera, las aguas superficiales poco profundas (es decir, que pueden soportar el crecimiento de raíces), las plantas vivas o el material orgánico que no ha comenzado a descomponerse. Los límites horizontales los constituyen áreas donde el suelo es invadido por aguas profundas (más de 2.5 m), materiales estériles, rocas o hielo. El límite inferior está constituido por la roca dura y continua. De manera arbitraria, la profundidad máxima del suelo se establece en 2 m.

Suquilanda (2015) afirma que el suelo es un recurso natural semirenovable de importancia básica para la vida sobre la tierra, fuente de vida para las plantas, animales y humanos. Es indiscutible la dependencia de la producción agropecuaria y la fertilidad del suelo.

8.3 Componentes del suelo

El suelo está compuesto de partículas minerales, materia orgánica, agua y aire en diferentes proporciones (Van Konijnenburg, 2006). Estos cuatro componentes se encuentran en proporciones del 45% de material mineral, 5% de materia orgánica, 25% de aire y 25% de agua de acuerdo a Acosta (2006).

El grupo de minerales más importante del suelo son los silicatos (tetraedro Si – O), también se puede encontrar otro tipo de minerales como el cuarzo, especialmente en la fracción arena; óxidos e hidróxidos de hierro (hematites, goethita, lepidocrocita, maghemita), óxidos de aluminio (gibbsita) y óxidos e hidróxidos de manganeso (vernadita, birnesita y litioforita). También se puede encontrar carbonatos de calcio (calcita), sulfatos de calcio (yeso), (Dorronsoro, 2020).

Otro constituyente del suelo es la materia orgánica, compuesta por residuos vegetales y animales en diferentes grados de descomposición, con materiales poco degradados hasta un material de color oscuro conocido con el nombre de humus (Acosta, 2006).

8.4 Materia orgánica

El suelo recibe una gran cantidad de restos orgánicos de distinto origen, entre éstos, restos de las plantas superiores que llegan al suelo de dos maneras: se depositan en la superficie (hojas, ramas, flores, frutos) o quedan directamente en la masa del suelo (raíces al morir). Otras dos fuentes importantes son el plasma microbiano y los restos de la fauna habitante del suelo (Meléndez & Soto, 2003).

Se considera a la materia orgánica del suelo (MOS) como un continuo de compuestos heterogéneos con base de carbono, que están formados por la acumulación de materiales de

origen animal y vegetal parcial o completamente descompuestos en continuo estado de descomposición, de sustancias sintetizadas microbiológicamente y/o químicamente, del conjunto de microorganismos vivos y muertos y de animales pequeños que aún faltan descomponer (Meléndez & Soto, 2003)

La materia orgánica (residuos de plantas y materiales animales) está hecha de compuestos tales como los carbohidratos, ligninas y proteínas. Los microorganismos descomponen la materia orgánica en dióxido de carbono y los residuos más resistentes en humus. Durante el proceso de descomposición los microbios pueden atrapar nitrógeno del suelo. La materia orgánica y el humus almacenan muchos nutrientes del suelo. También mejoran su estructura, sueltan suelos de arcilla, ayudan a prevenir la erosión y mejoran la capacidad de retención de nutrientes y agua de suelos arenosos o toscos. La cantidad de materia orgánica del suelo depende de la vegetación, el clima, la textura del suelo, el drenaje del mismo y de su laboreo. Los suelos minerales con mayor contenido de materia orgánica son normalmente los suelos de praderas vírgenes. Los suelos de bosques y aquellos de climas cálidos tienen una menor cantidad de materia orgánica (Pascual & Venegas, s.f.)

Toledo (2016) indica que además de ser una fuente de nutrientes para las plantas, la materia orgánica logra que los suelos obtengan una serie de propiedades muy deseables para la agricultura, volviéndolos sueltos, con mayor capacidad de retención de la humedad, elevando la concentración de nutrientes y manteniendo la química del suelo mejor equilibrada, ya que incrementa los coloides de carga negativa (mayor capacidad de intercambio catiónico) y los de carga positiva (mayor capacidad de intercambio aniónico), lo que redundará en una mayor capacidad de almacenamiento de nutrientes catiónicos (amonio, calcio, magnesio, potasio, hierro, zinc, cobre, manganeso) y aniónicos (fosfato, sulfato, borato, molibdato). Además, cuando se aplica materia orgánica en forma de estiércoles, se incrementa el pH, reduciéndose el efecto tóxico por excesos de elementos como el aluminio y el manganeso, y es posible que hasta se inhiba el crecimiento de algunos de los hongos del suelo que dañan las plantas, como *Rhizoctonia* y *Phytophthora*, entre otros.

8.5 Microorganismos

Los microorganismos, por su gran versatilidad bioquímica, son los intermediarios entre el mundo mineral y el mundo vivo. Con sus innumerables reacciones metabólicas permiten incorporar los materiales del suelo en el mundo viviente y están en la base de toda

productividad, por lo que debe darse a los microorganismos el papel fundamental que les corresponde en la fertilidad de los suelos. (Soil, 2018)

Los microorganismos son los seres más primitivos y numerosos que existen en la Tierra, colonizan todo ambiente: suelo, agua y aire, participan de forma vital en todos los ecosistemas y están en interacción continua con las plantas, los animales y el hombre. Los microorganismos son clave para el funcionamiento de los sistemas biológicos y el mantenimiento de la vida sobre el planeta, pues participan en procesos metabólicos, ecológicos y biotecnológicos de los cuales dependemos para sobrevivir y enfrentar los retos del futuro. Estos retos son gigantescos para la continuidad de la vida, en particular, para satisfacer la demanda de alimentos y medicamentos y resolver problemas ecológicos y de contaminación ambiental. En otras palabras, parte de la actividad biológica esencial que permite la vida depende de los microorganismos (Montaño, Camargo, & Sánchez, 2010).

En general, de los microorganismos se han descrito 30,800 especies de protozoarios, 70,000 de hongos y 45,000 de bacterias; aunque se pronostican hasta 2 millones de especies de hongos y de tres a diez millones de especies bacterianas. De ellos los más estudiados son los relacionados con el bienestar humano.^{1, 3, 5} No obstante, en los ecosistemas, hábitats como el suelo tienen una amplia diversidad de protozoarios, cianobacterias, bacterias y hongos. Se estima que en el suelo existen miles de especies en poblaciones de 100 a 2,000 millones de individuos por gramo de suelo, con hasta 35,000 especies de bacterias y 1,500,000 de hongos, aunque sólo se han identificado entre un 8% y un 1%, respectivamente.⁴ Esto sugiere que otros hábitats dentro de cada ecosistema del planeta podrían contener una elevada diversidad microbiana aún no descubierta (Montaño, Camargo, & Sánchez, 2010).

8.6 Microorganismos del suelo

El suelo está formado por cinco componentes principales: minerales, agua, aire, materia orgánica y seres vivos, cuya proporción no es la misma en todos los suelos. El aire y el agua juntos representan alrededor de la mitad del volumen del suelo. El agua se mueve por acción de la gravedad atravesando los poros más grandes y una parte es retenida por interacciones con los otros constituyentes inertes, siendo aprovechada por los organismos vivos sólo una fracción de la misma (Carrillo, 2013).

El suelo es un entorno complejo y dinámico en el que la actividad biológica se rige principalmente por microorganismos. Los efectos beneficiosos de los microorganismos del suelo son múltiples y van desde la fijación de nitrógeno y la descomposición de materia

orgánica hasta la descomposición de subproductos metabólicos y agroquímicos, mejorando la biodisponibilidad de nitratos, sulfatos, fosfatos y metales esenciales (Gomes, y otros, 2003).

Los microorganismos son los componentes más importantes del suelo. Constituyen su parte viva y son los responsables de la dinámica de transformación y desarrollo. La diversidad de microorganismos que se encuentran en una fracción de suelo cumplen funciones determinantes en la transformación de los componentes orgánicos e inorgánicos que se le incorporan (Delgado, 2019).

Bernal (2015), manifiesta que los microorganismos del suelo desempeñan un rol vital en diferentes procesos del suelo. Así, por ejemplo, en la mineralización (bacterias), inmovilización (hongos micorrízicos), eficiencia del ciclo de nutrientes, descomposición y síntesis de materia orgánica, en la capacidad de intercambio catiónico, en las reservas de nitrógeno, azufre, fósforo, en la acidez, toxicidad, en la capacidad de retención de humedad, en la agregación a través de los exudados microbianos, en el régimen de agua, etc.

Las bacterias y los hongos son los microorganismos dominantes en todos los suelos por su biomasa y actividad metabólica. Los efectos benéficos de las bacterias del suelo son amplios y van desde la fijación de nitrógeno y la descomposición de la materia orgánica hasta la hidrólisis de agroquímicos y subproductos metabólicos, y el mejoramiento de la biodisponibilidad de nitratos, sulfatos, fosfatos y metales esenciales (Carrillo, 2013).

El rol de los hongos es diverso: contribuyen a la estructura del suelo, agregan partículas, penetran poros y fisuras de rocas y minerales, proceden a la invasión biomecánica de sustratos sólidos y el traslado de nutrientes inorgánicos y orgánicos, producen exopolímeros, intervienen en la retención y la migración de agua, forman cordones miceliares que favorecen el traslado de nutrientes, actúan como reservorio de nitrógeno y otros elementos, son responsables de la colonización o infección de plantas e insectos (Carrillo, 2013).

El papel de los hongos en el suelo es un extremadamente complejo y es fundamental para el ecosistema del suelo. Los hongos juegan un papel importante en el ciclo de nutrientes y salud y desarrollo de las plantas. Mientras que algunos hongos son bien conocido por causar una variedad de enfermedades de las plantas y en algunos casos para devastar los cultivos agrícolas, se sabe que otros antagonizar los patógenos de las plantas, descomponer los residuos de las plantas, proporcionar nutrientes a las plantas y estimular el crecimiento de las plantas. Algunos los hongos (micelio externo de micorrizas arbusculares) también pueden afectar la composición de comunidades bacterianas, ya sea directamente cambiando la fisiología de la planta huésped o indirectamente cambiando los patrones de exudación de

raíce. Un mejor conocimiento de la diversidad y estructura de las comunidades fúngicas en los suelos a granel y rizosféricos pueden conducir a una mejor comprensión de sus roles en los ecosistemas del suelo (Gomes, y otros, 2003).

Los géneros de hongos que tienen especies representativas en la mayoría de los suelos son *Absidia*, *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Gymnoascus*, *Mortierella*, *Mucor*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Trichoderma*, *Gliomastix*, *Memnoniella*, *Rhizoctonia*, *Stachybotrys* y *Zygorhynchus*. También es común hallar micelio de basidiomicetos, mixomicetos y oomicetos (14). Las levaduras *Candida*, *Cryptococcus*, *Lipomyces* y *Rhodotorula* se encuentran en una amplia variedad de suelos (Carrillo, 2013).

La composición de las comunidades microbianas del suelo, está determinada por factores ambientales como la temperatura, la humedad, la disponibilidad de O₂ y el pH (Eilers, Debenport, Anderson, & Fierer, 2012) Los cambios en estos factores pueden dar origen a adaptaciones en grupos microbianos específicos, pero también pueden afectar sus propiedades funcionales. En la mayoría de los suelos, los factores edáficos, incluyendo el pH, los niveles de nutrientes, la cantidad y calidad de la materia orgánica del suelo, cambian con la profundidad de horizonte a horizonte A medida que profundizamos también disminuye la biomasa microbiana, y cambia la composición de la comunidad microbiana (Ordoñez, 2017)

8.7 Funciones de los microorganismos del suelo

Delgado (2019) manifiesta que la microfauna del suelo está compuesta por bacterias, actinomicetos, hongos, algas, virus y protozoarios. Entre las funciones más importantes que cumplen asociadamente en los procesos de transformación están:

- Suministro directo de nutrientes (Fijación de nitrógeno).
- Transformación de compuestos orgánicos que la planta no puede tomar a formas inorgánicas que si pueden ser asimiladas (Mineralización). Ejemplo: Proteína hasta aminoácidos y a nitratos.
- Solubilización de compuestos inorgánicos para facilitar la absorción por las plantas. Ejemplo. Fosfato tricálcico a Fosfato monocálcico.
- Cambios químicos en compuestos inorgánicos debido a procesos de oxidación y reducción. Ejemplo. Oxidación del azufre mineral a sulfato. Oxidación del nitrógeno amoniacal a nitrato.
- Aumento del desarrollo radicular en la planta que mejora la asimilación de nutrientes, la capacidad de campo y el desarrollo.

- Reacciones antagónicas, parasitismo y control de fitopatógenos.
- Mejoramiento de las propiedades físicas del suelo.

8.8 Microorganismos eficientes

EM es una combinación de microorganismos benéficos naturales que pertenecen a los géneros *Lactobacillus* (bacterias ácido lácticas), *Saccharomices* (levaduras) y *Rhodopseudomonas* (bacterias fotosintéticas o fototróficas). La Tecnología de Microorganismos Eficaces™ (EM™ por sus siglas en inglés) fue desarrollada por el Profesor Teruo Higa en la Universidad de Ryukyus, Okinawa, en el sur de Japón, a partir de 1982. (EEAITAJ, 2013)

El EM es un producto microbiano multipropósito, el cual contiene varios tipos de organismos vivos (Ramírez, 2006). Los microorganismos eficientes son una cultura mixta de microorganismos benéficos que pueden aplicarse como inoculante para incrementar la diversidad microbiana de los suelos (Arias, 2010), y son capturados de sistemas naturales, los cuales no han sido sometidos a modificación genética y se relacionan de forma simbiótica coexistiendo entre sí, lo cual ha generado efectos positivos para un ambiente en equilibrio (Campo et al., 2014). Estos microorganismos eficientes cuando entran en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y fundamentalmente sustancias antioxidantes (Toalombo, 2012). Y las investigaciones han demostrado que la inoculación del suelo con microorganismos eficientes puede mejorar la calidad y condición del suelo (Ayala, 2011).

Diferentes investigaciones han demostrado que los microorganismos benéficos pueden: incrementar el valor nutricional; aumentar la supervivencia y disminuir enfermedades mediante la inhibición del crecimiento de bacterias patógenas; mantener y mejorar la calidad del agua con la reducción de concentraciones de amonio, nitrito y nitrato en el agua; disminuir la carga elevada de materia orgánica (Campo, Acosta, Morales, & Prado, 2014)

Los EM contienen especies selectas de microorganismos incluyendo poblaciones predominantes de bacterias acidolácticas y levaduras; pequeñas poblaciones de bacterias fotosintéticas, actinomicetes y otro tipos de organismos que son compatibles entre todo este inmenso grupo y pueden coexistir en un cultivo líquido (Higa & Parr, 1994).

Al ser un gran grupo de microorganismo son muy útiles en diferentes funciones del suelo, manteniendo el orden de los ciclos normales de múltiples sustancias y conservando la vida en el suelo (Luna & Mesa, 2016). Todos los proyectos relacionados con microorganismos

eficientes contribuyen al mejoramiento productivo y ambiental y de la misma manera contribuyen al mejoramiento económico y social de las poblaciones rurales (Arias, 2010).

8.8.2 Funciones de los microorganismos eficaces

Los microorganismos eficientes, como inoculante microbiano, reestablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementando la producción de los cultivos y su protección; además conserva los recursos naturales, generando una agricultura sostenible. (Escalona, 2011)

Según Montaña et al., (2010) se reconoce que los microorganismos son más diversos y versátiles que los macroorganismos debido a su historia evolutiva y a su rápida capacidad para adaptarse a los cambios ambientales. Entre los beneficios del uso de microorganismos en la agricultura están su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, la descomposición de residuos orgánicos, la desintoxicación con plaguicidas, la supresión de enfermedades en las plantas, el aporte de nutrientes al suelo y la producción de compuestos bioactivos como vitaminas y hormonas que estimulan el crecimiento de las plantas. Esta mezcla biológica de microorganismos ha demostrado tener un poder regenerativo sobre la materia orgánica que puede ser empleada para múltiples aplicaciones (Ramírez, 2006).

8.9 Grupos de microorganismos funcionales de suelo

Se define a los grupos funcionales o fisiológicos del suelo a aquellos que cumple una determinada función en el suelo como en el caso del grupo de celulolíticos que incluyen microorganismos de no tienen ningún parentesco taxonómico pero presentan la característica común de degradar la celulosa (Benintende & Sánchez, 2000).

Los procesos microbianos influyen primordialmente en la calidad de los suelos; por lo tanto, es importante que se mantenga la estructura microbiana que es el indicador para determinar la degradación o empobrecimiento de un suelo y predecir los cambios en sus propiedades (Ginovart, López, & Gras, 2005)

Beltrán y otros (2017), indican en su estudio sobre los microorganismos funcionales en suelos con y sin revegetalización en el municipio de Villa Leyva, los siguientes:

- a. Microorganismos celulolíticos
- b. Microorganismos amilolíticos
- c. Microorganismos proteolíticos
- d. Microorganismos solubilizadores de fosfato

e. Microorganismos fijadores de nitrógeno

8.10 Microorganismos celulolíticos

Lynd y otros (2002) afirman que la celulosa es un carbohidrato compuesto de unidades de glucosa unidas en una larga cadena lineal por enlaces en los átomos de carbono 1 y 4 de la molécula de azúcar. La celulosa existe en las plantas superiores, en las algas, en muchos tipos de hongos y en los quistes de algunos protozoarios. El polisacárido está localizado en la pared celular donde se encuentra como unidades submicroscópicas de forma alargada conocidas como micelas. A su vez, estas micelas se arreglan en estructuras más grandes, las microfibrillas, las cuales están suficientemente empaquetadas para prevenir la penetración no sólo de enzimas sino de pequeñas moléculas semejantes al agua.

La celulosa es un importante constituyente de las plantas superiores y probablemente el compuesto orgánico más abundante en la naturaleza. Debido a que gran parte de la vegetación que pasa a formar parte del suelo es celulosa, la descomposición de este carbohidrato tiene una importancia muy especial en el ciclo biológico del carbono, consecuentemente los microorganismos del suelo que catabolizan la hidrólisis del material vegetal (40-60% de residuos de plantas) influyen el flujo de energía desde éste hasta la formación de CO₂ y su liberación a la atmósfera (Alexander, 1980)

Gaián y Lara (2007) manifiestan que los microorganismos que se encargan de la degradación de la celulosa, incluyen bacterias, hongos y actinomycetes, aerobios, anaerobios, mesofílicos y termofílicos, que cuentan con la carga enzimática necesaria para cumplir su misión, por tal razón, su aislamiento e identificación representa un importante recurso para lograr la disminución del impacto ambiental y la generación de un sustrato fermentable cuya utilidad podría estar en la producción de etanol, obtención de ácidos orgánicos, edulcorantes, productos farmacéuticos y alimentos, entre otros.

Los microorganismos degradadores de celulosa incluyen hongos y bacterias, aerobios y anaerobios, mesofílicos y termofílicos que ocupan una variedad de hábitats. Entre los hongos celulolíticos se destacan: *Trichoderma reesei*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Fusarium solani*, *Penicillium funiculosum*, *Trichoderma koningii*, *Sporotrix sp.*, *Alternaria sp.*, *Geotrichum sp.*, *Rhizoctonia sp.*, *Trametes sp.*, *Paecilomyces sp.*, *Mucor sp.*, *Cladosporium sp.*, *Bulgaria sp.*, *Chaetomium sp.*, *Helotium sp.*, *Aspergillus sp.* Las bacterias celulolíticas más abundantes y conocidas son las aerobias entre las cuales se pueden citar: *Cellulomonas sp.*, *Microbispora bispora*, *Thermomonospora sp.*, *Cytophaga sp.*, *Corynebacterium sp.*,

Vibrio sp., *Bacillus sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Thermobifida sp.* Además, se encuentran algunos anaerobios como: *Acetivibrio cellulolyticus*, *Butirivibrio sp.*, *Bacteroides cellulosolvens*, *Bacteroides succinogenes*, *Clostridium cellulovorans*, *Clostridium thermocellum*, *Ruminococcus albus*, *Ruminococcus flavefaciens*. Entre los actinomicetes se destacan: *Streptomyces drozdowiczii*, *Streptomyces cellulolyticus*, *Thermomonospora curvata*, *Thermomonospora chromogena*, *Thermomonospora alba* y *Thermomobifida fusca* (Alvarado, y otros, 2019)

8.11 Microorganismos solubilizadores de fósforo

Para Patiño y Sanclemente (2014), manifiesta que uno de los nutrientes más necesarios y, paradójicamente, más deficitarios para los cultivos es el fósforo (P). A pesar de un relativo alto contenido de fósforo total en la mayoría de los suelos, el 98% tienen un inadecuado suplemento de fósforo disponible para la nutrición de los cultivos, condición que induce deficiencias en distinto grado de severidad, con graves repercusiones en los niveles de productividad y rendimiento. Esta condición de deficiencia es superada normalmente con la aplicación de fertilizantes fosfóricos de síntesis química, alternativa que pese a su eficiencia implica enfrentarse a varios problemas: a) altos costos energéticos y económicos, b) muy baja eficiencia (5-30%), c) acumulación crónica de fosfatos en el ambiente, y d) escasez global de roca fosfórica, insumo esencial para la producción de fertilizantes fosfóricos. (Patiño & Sanclemente, 2014)

La solubilización del P del suelo es el proceso por el cual las reacciones de precipitación se revierten, liberando P en la solución del suelo, mediado generalmente por la acción metabólica de los microorganismos y las raíces de las plantas, la capacidad solubilizadora de fosfatos de: *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Bacillus Rhizobium*, *Klebsiella*, *Burkholderia*, *Serratia*, *Achromobacter*, *Agrobacterium*, *Micrococcus*, *Aereo-bacter*, *Flavobacterium*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Arthrobacter*, *Rhodobacter*, *Pantotea* y *Klebsiella*, entre las bacterias y, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma* y *Fusarium* entre los hongos (Awatshi, Tewari, & Nayyar, 2011).

8.12 Microorganismos fijadores de nitrógeno

El nitrógeno es el elemento más abundante de la atmósfera y es una fuente nutritiva muy escasa, esto debido a que el nitrógeno atmosférico no puede ser aprovechado directamente por los seres vivos, únicamente puede ser utilizado cuando está combinado con otros elementos

como el oxígeno o el hidrógeno formando compuestos en forma de nitrato o de amonio (Fernández, de María, & de Felipe, 2002)

El proceso de fijación lo realizan organismos procariontes, que reducen el nitrógeno molecular a amonio, siendo estos de vida libre o formando simbiosis con otros organismos. De acuerdo a Martínez y Velásquez (1991) los principales grupos de microorganismos fijadores de nitrógeno son:

Tabla 2. Bacterias fijadoras de nitrógeno en vida libre

Bacterias fijadoras en vida libre		
	Quimiótrofas	Fotótrofas
Bacterias anaerobias	<i>Clostridium,</i> <i>Desulfotomacolum,</i> <i>desulfovibrio,</i> <i>Methanosarcina</i>	<i>Chromatium,</i> <i>Thiopedia,</i> <i>Ectothiorhodospira</i>
Bacterias anaerobias facultativas	<i>Klebsiella,</i> <i>Citrobacter</i> <i>enterobacter,</i> <i>Erwinia,</i> <i>Bacillus, Propionibacterium</i>	<i>Rhodospirillum,</i> <i>Rhodopseudomonas</i>
Bacterias aerobias o microaerófilas	<i>Azospirillum, Aquaspirillum,</i> <i>Azotobacter, Azomonas,</i> <i>Beijerinckia, Derxia,</i> <i>Rhizobium, Agrobacterium,</i> <i>Thiobacillus,</i> <i>Corynebacterium</i>	<i>Gloeocapsa, Anabaena,</i> <i>Calothrix, Nostoc, Spirulina,</i> <i>Oscillatoria, Lyngbya</i>

Fuente: (Martínez & Velásquez, 1991)

Tabla 3. Bacterias fijadoras de nitrógeno que forman asociaciones

Bacterias que forman asociaciones fijadoras	
Rizocenosis	<i>Azospirillum</i> y <i>Azotobacter</i> con raíces de gramíneas <i>Beijerinckia</i> con raíces de caña de azúcar <i>Bacillus</i> con raíces de gramíneas
Simbiosis asociativas	<i>Anabaena</i> con hojas de <i>Azolla anabaenae</i> <i>Nostoc</i> con raíces de musgos y hepáticas <i>Calotrix</i> con líquenes
Rizoendosimbiosis	<i>Rhizobium, Bradyrhizobium</i> y <i>Sinorhizobium</i> en raíces de leguminosas <i>Azorhizobium</i> con raíces y tallos de <i>Sesbania rostrata</i> <i>Frankia</i> con raíces de Angiospermas no leguminosas

Fuente: (Martínez & Velásquez, 1991)

8.13 Recuperación del suelo mediante el uso de microorganismos eficientes

Los microorganismos de montaña (MM) son considerados consorcios microbianos debido a que en su composición incluyen bacterias fotosintéticas, bacterias productoras de ácido láctico, actinobacterias, hongos filamentosos y levaduras, en su fase de utilización, son un producto de fabricación artesanal de bajo costo, que no requiere medios de crecimiento sofisticados para el escalamiento ya que lo que se pretende es aprovechar la diversidad microbiana, tanto taxonómica como funcional de las comunidades de microorganismos nativos de zonas boscosas, para luego incorporarlos en las unidades de producción agrícola (Castro, Murillo, Uribe, & Mata, 2015).

Los microorganismos de montaña se utilizan en la preparación de biofertilizantes con el fin de acelerar el proceso de metabolismo de materia orgánica, aumentando la productividad de los cultivos, así como la calidad de los productos, estimulando la germinación de semillas y crecimiento de las raíces; además, aumentan el grado de protección natural de los cultivos hacia organismos causantes de enfermedades. Se utilizan en la preparación de Bokashi, Biofermentos y Biorepelentes para cultivos (Rodríguez & Tafur, 2014).

La gran cantidad de energía que se encuentra en los residuos orgánicos puede ser utilizada como un conductor de procesos de remediación, al utilizar los microorganismos indígenas en el suelo. La capacidad intrínseca de las comunidades microbianas del suelo para iniciar y acelerar la degradación de los residuos favorece la composición del suelo. Los estudios de biofertilización y de biorremediación representan estrategias alternativas innovadoras en contextos socioeconómicos de países en desarrollo (Jonsson & Haller, 2014).

9. PREGUNTA CIENTÍFICA

¿Existe información científica que indique que los microorganismos eficientes de montaña ayudan a potenciar la diversidad biológica de suelos agrícolas?

10. METODOLOGÍA

10.1 Métodos, técnicas e instrumentos

10.1.2 Investigación descriptiva

La investigación descriptiva selecciona conceptos, variables, indicadores y otras relacionadas con el área de estudio con el fin de describirlas. Estos estudios buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno (Cazau, 2006).

Este tipo de investigación se utilizó para la obtención de las bases científicas necesarias y la situación del estado actual del problema sobre el uso de microorganismos eficientes de montaña para potenciar la diversidad biológica de suelos agrícolas.

Se procedió a indagar en la base de datos Scopus y Elsevier donde se indexan artículos científicos de alto impacto, también se investigó en las bases de datos regionales Redalyc, Scielo, Dialnet, Latindex; donde se indexan investigaciones regionales que tienen un impacto medio. Se realizó una tabla en Microsoft Excel donde se ordenó los artículos relacionados con el tema de investigación, teniendo en cuenta que se realizó una base de datos con 10 artículos científicos de alto impacto, 30 artículos científicos de impacto regional y 20 libros.

Luego esta información se sistematizó y se realizó un cuadro comparativo para medir cualitativamente los aspectos positivos y negativos de los artículos científicos revisados, mediante una comparación entre sus semejanzas y diferencias.

En la redacción de la revisión bibliográfica se procuró realizar en base a los parámetros de escritura científica los aspectos más relevantes de cada uno de los artículos científicos revisados y analizados; ordenando y estructurando la información para realizar una adecuada argumentación de los resultados.

10.1.3 Investigación Bibliográfica

Según Hernández y otros (2014), afirma que esta modalidad está orientada a resolver una situación o problema y obtener conocimientos mediante la recopilación, análisis e interpretación de información obtenida exclusivamente de fuentes documentales.

Este tipo de investigación se utilizó para el análisis de la información bibliográfica recopilada en la sección de fundamentación teórica, facilitando la identificación del problema de estudio y estableciendo conocimientos necesarios para la ejecución del presente estudio.

10.1.4 Método lógico deductivo

Nos permite aplicar principios descubiertos a casos particulares enlazando juicios para llegar a una conclusión directa, por lo tanto, este método nos ayuda a interpretar las bases científicas comprobadas y analizar el uso de los microorganismos eficientes de montaña en la potenciación de la diversidad biológica de suelos agrícolas.

10.1.5 Instrumentos

Los instrumentos para la investigación se respaldaron en la revisión de bibliografía de artículos científicos indexados en el Sistema de Información Científica Redalyc, Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal – Latindex, en la Red Social Académica para Científicos e Investigadores –

Researchgate, Biblioteca Electrónica Scielo, como también de documentos de investigación de la FAO.

10.2 Unidad de estudio

La unidad de estudio está referida a una lista de control donde se indica el número de artículos de revistas científicas, libros virtuales y proyectos investigativos relacionados con el proyecto de investigación, el número establecido fue de 10 artículos científicos indexados en revistas de alto impacto, 30 artículos científicos indexados en revistas de impacto regional y 10 libros indexados en repositorios digitales y bibliotecas virtuales, para sistematizar la información y jerarquizar según rangos asignados mediante una base de datos.

10.3 Lista de control

Para tener una información con mayor énfasis científico se creó una lista de control donde se analizó dos aspectos importantes como el uso de bibliografía actualizada y que los resultados den veracidad a la pregunta científica que se planteó en el presente proyecto de investigación.

Tabla 4. Lista de control de publicaciones por año

Año Publicación	N°	Título	Aspectos a Evaluar				Nivel de Impacto	Índice H/H5/G
			Uso de bibliografía actualizada		Resultados confiables			
			SI	NO	SI	NO		
2020		Fertilizing with native efficient microorganisms has a positive effect on the phenology, biomass and production of tomato (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill)	X				ALTO	H1
2019	1	Aislamiento y evaluación de la actividad celulolítica de bacterias rizosféricas del Distrito de Bagua, Amazonas	X		X		REGIONAL	
2016	2	Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores	X		X		REGIONAL	
2015	3	Inoculación al suelo con <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Azospirillum oryzae</i> , <i>Bacillus subtilis</i> y microorganismos de montaña (MM) y su efecto sobre un sistema de rotación soya-tomate bajo condiciones de invernadero	X		X		ALTO	G3
2014	4	Evaluación de microorganismos de montaña (MM) en la producción de acelga en la meseta de Popayán	X		X		REGIONAL	
	5	Aspectos de sostenibilidad de la biorremediación in situ de suelos contaminados en países en desarrollo y regiones remotas	X		X		REGIONAL	

	6	Los microorganismos solubilizadores de fósforo (MSF): una alternativa biotecnológica para una agricultura sostenible	X		X		REGIONAL	H1
2012	7	Digging deeper to find unique microbial communities: The strong effect of depth on the structure of bacterial and archaeal communities in soil	X		X		ALTO	H206
2011	8	Synergy between plants and P-solubilizing microbes in soils: effects on growth and physiology of crops.	X		X		ALTO	H33
	9	Effective Microorganisms' (EM): An Effective Plant Strengthening Agent for Tomatoes in Protected Cultivation	X		X		ALTO	H29
2010	10	Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente	X		X		REGIONAL	
	11	Actividad biológica del suelo de bosque templado en un transecto altitudinal, Parque Nacional Conguillío	X		X		REGIONAL	
	12	How effective are 'Effective microorganisms® (EM)'? Results from a field study in temperate climate	X		X		ALTO	H108
	13	Los microorganismos: pequeños gigantes	X		X		REGIONAL	
2005	14	Individual-based modelling of microbial activity to study mineralization of C and N and nitrification process in soil.	X		X		ALTO	H81
2003	15	Dynamics of Fungal Communities in Bulk and Maize Rhizosphere Soil in the Tropics	X		X		ALTO	H310
2002	16	Microbial Cellulose Utilization: Fundamentals and Biotechnology	X		X		ALTO	H310
1994	17	Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment		X	X		ALTO	

Elaborado por: León, D. (2020)

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

11.1 Revisión de información científica

Luego de revisar y analizar la información científica acerca de los microorganismos eficientes, se procedió a elaborar una base de datos para sistematizar la información.

Luego de analizar la información científica en las bases de datos de artículos científicos indexados en Scopus, Sistema de Información Científica Redalyc, Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal – Latindex, en la Red Social Académica para Científicos e Investigadores – Researchgate, Biblioteca Electrónica Scielo, se eligió los artículos científicos relacionados con el tema de investigación para la elaboración de la base de datos, donde nos dan a conocer la importancia del uso de microorganismo eficientes, eficaces, autóctonos y de montaña para la potenciación de la microbiota de suelos.

11.2 Cuadro comparativo

En la elaboración del cuadro comparativo se tomó en cuenta el artículo más sobresaliente de cada año para analizar cualitativa y cuantitativamente los resultados de las investigaciones recopiladas, dando a conocer cuáles fueron los resultados más relevantes, así poder realizar una comparación de la bibliografía y manifestarla en forma resumida en la tabla que a continuación se presenta (tabla 5).

11.3 Base de datos

La base de datos se estructuró en base a la indagación y análisis de artículos científicos relacionados con el tema de investigación. (Anexo 3)

11.4 Estado actual de la información

Los artículos científicos analizados hacen referencia al uso de microorganismos eficientes en diferentes investigaciones siendo los más relevantes:

Para Camacho, J. et al (2020); en su investigación “Fertilizing with native efficient microorganisms has a positive effect on the phenology, biomass and production of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill)” del año 2020, sugiere que la aplicación de biofertilizantes enriquecidos con microorganismo eficientes puede ser una alternativa importante para fertilizar cultivos como el tomate, reduciendo el uso de fertilizantes de síntesis química yaumentando la producción.

Tabla 5. Cuadro comparativo

ARTÍCULO COMPARACIÓN	ALTO IMPACTO	IMPACTO REGIONAL
CUALITATIVA	Los artículos científicos de alto impacto, se encuentran indexados en las bases de datos Scopus y Elsevier, la lectura de cada uno manifiesta que los microorganismos contribuyen a beneficiar a las plantas en sus aspectos morfológicos como es la altura, número de flores, área foliar, número de tallos, mayor peso, mayor rendimiento, peso de raíz, mayor cosecha. En el suelo los microorganismos ayudan a la absorción de agua, metabolismo de micronutrientes, antagonismo con microorganismos patógenos	Los artículos regionales concuerdan sobre la diversidad microbiana que se agrupan dentro de los microorganismos eficientes (bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetes y hongos filamentosos con capacidad fermentativa), promoviendo la germinación de semillas, favorecen la floración, crecimiento y desarrollo de frutos. Además, mejoran la estructura del suelo y actúan frente a microorganismos patógenos.
CUANTITATIVA	En algunos casos indican que la aportación de 25 cc de microorganismos eficientes arbusculares se aplica cada 14 días para mejorar las características morfológicas de la planta; también indican que se utilizaron cepas de hongos filamentosos en medios de cultivo para degradar biomasa; algunos microorganismos simbiotes participan activamente en los ciclos del N y P en el suelo	Se destaca el incremento de microorganismos en el suelo luego de adicionarse MM (microorganismos de montaña) de 6 a 20 mg/l. Se comprobó que incremento el rendimiento en arroz, siendo un 82% también efectivo contra larvas de <i>Lissorostus brevirostris</i> . también se manifiesta que la aplicación de 100cc de microorganismos eficientes incrementó la concentración de nutrientes en el suelo, aumentando el contenido de materia orgánica.

Elaborado por: León, D. (2020)

Para De Melo, M. et al (2018), con el tema “Hongos celulolíticos y lipolíticos aislados de muestras de suelo y hojarasca del cerrado (sabana brasileña)”, concluye que el estudio reveló nuevas cepas de hongos filamentosos conocidos que se pueden aplicar en la degradación de la biomasa. Estas cepas son adecuadas para la optimización de las condiciones de cultivo, lo que podría conducir a la viabilidad económica del proceso.

Pereira de Castro A, et al (2016), con el tema “Microbial Diversity in Cerrado Biome (Neotropical Savanna) Soils” llega a que sus resultados muestran que los cambios en las estructuras de las comunidades de bacterias, arqueas y hongos en los suelos de cerrado denso, cerrado sensu stricto, campo sujo y bosques de galería se correlacionaron fuertemente con los

patrones estacionales de absorción de agua del suelo. El análisis de los datos metagenómicos de escopeta reveló un aumento significativo en la abundancia relativa de genes asociados con la adquisición y el metabolismo del hierro, la latencia y la esporulación durante la estación seca, y un aumento en la abundancia relativa de genes relacionados con la respiración y el ADN y las proteínas. metabolismo durante la temporada de lluvias. Estas categorías funcionales de genes están asociadas con la adaptación al estrés hídrico.

García de Salamone et al (2019) con el tema de investigación “Fabricación y control de calidad de inoculantes desde el paradigma de la agricultura circular” indica que los inoculantes de microorganismo eficientes ayudan a lograr mayores cosechas si las actividades o mecanismos fisiológicos pueden prevenir pérdidas significativas debido a la incidencia de plagas y enfermedades. Se consideran múltiples mecanismos beneficiosos para aislar microorganismos funcionales y beneficiosos de suelos y tejidos vegetales.

El concepto de EM se basa en la inoculación de los sustratos con la intención de cambiar el equilibrio microbiano y así crear una ecología mejorada que favorezca una mayor productividad. Existen un par de teorías para justificar la acción de los ME en la producción agrícola. Estos incluyen la teoría de la supresión biológica de patógenos, la teoría de la conservación de energía, la teoría de la solubilización de minerales, la teoría del equilibrio ecológico microbiano, la teoría de la eficiencia fotosintética y la teoría de la fijación biológica de nitrógeno e acuerdo a lo estipulado por Balogun, R. et al (2016).

Para Morocho y Leiva (2019) con el título “Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas” concluyen que los Microorganismos Eficientes agrupan una gran diversidad microbiana entre la cual encontramos: bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetes y hongos filamentosos con capacidad fermentativa. Desde el punto de vista agrícola los ME promueven la germinación de semillas, favorecen la floración, el crecimiento y desarrollo de los frutos y permiten una reproducción más exitosa en las plantas. Adicionalmente se ha demostrado que mejoran la estructura física de los suelos, incrementan la fertilidad química de los mismos y suprimen a varios agentes fitopatógenos causantes de enfermedades en numerosos cultivos.

Según Umaña, S. et al (2017) en su artículo científico titulado “¿Funcionan realmente los microorganismos de montaña (MM) como estrategia de biofertilización? Un enfoque de ingeniería de biosistemas” concluyen que los resultados que obtuvieron, indicaron que un tiempo de retención en biorreactor cercano a dos semanas fue el que generó un biol con un impacto positivo significativo a nivel de actividad biológica, propiedades químicas del suelo y

calidad de los cultivos. Estas diferencias significativas parecen estar relacionadas con una dinámica más activa del sistema edáfico.

Murillo Montoya, S. indica que “Dentro de las principales enmiendas orgánicas se encuentran los abonos verdes, los lodos de depuración, estiércol y vermicompost, que combinados con microorganismos eficientes, tienen el potencial de mejorar la disponibilidad del agua para las plantas, reducir las emisiones de gases efecto invernadero, recuperar suelos degradados, disminuir la erosión, secuestrar metales pesados y carbono, y solubilizar macro y micronutrientes necesarios para las plantas” publicado en la investigación titulada: La importancia de las enmiendas orgánicas en la conservación del suelo y la producción agrícola.

En la investigación realizada por Villacís-Aldaz, L. et al (2016), titulada “Compatibilidad y sobrevivencia de microorganismos benéficos de uso agrícola (*Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Paecilomyces lilacinus*) en compost” indican que la sobrevivencia y compatibilidad de los microorganismos fue favorecida cuando se aplicó 100 cm³ de *Beauveria bassiana* -100 cm³ de *Bacillus thuringiensis* -100 cm³ *Paecilomyces lilacinus*, lo cual promovió el aumento en la concentración de nutrientes. Sin embargo, dado que las poblaciones de los hongos *P. lilacinus* y *B. bassiana* se mantuvieron en niveles medios, se sugiere realizar futuras investigaciones para determinar el efecto de las diferentes características químicas del compost sobre las poblaciones de estas especies de hongos, sea de manera individual o combinada para determinar el posible efecto antagónico entre ellos.

Pazos Rojas, L. et al en su investigación titulada “Uso de microorganismos benéficos para reducir los daños causados por la revolución verde” concluyen que para satisfacer las necesidades alimenticias de la humanidad se utilizan prácticas agrícolas que implican el uso de variedades mejoradas, niveles elevados de fertilizantes nitrogenados, pesticidas, herbicidas y riego. Esta tecnología, llamada “revolución verde” permitió incrementar los rendimientos agrícolas y una disminución en los costos de alimentos; empero, ha traído efectos adversos al medioambiente. Con esta investigación se logró mostrar algunos de los efectos adversos generados por la revolución verde y analizar como los microorganismos benéficos aplicados como inoculantes en cultivos agrícolas podrían revertir los daños que se han generado por la agricultura intensiva. Este trabajo concientiza a la gente involucrada en la producción agrícola para cambiar su forma de producción por una agricultura compatible con el bienestar del planeta.

11.5 Artículo de revisión bibliográfica sobre microorganismos de montaña para potenciar la diversidad biológica de suelos agrícolas

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CIENTÍFICA DE MICROORGANISMOS EFICIENTES DE MONTAÑA PARA POTENCIAR LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS

León Avilés Doris Jeaneth

Resumen

La investigación se centra en el análisis de la información bibliográfica sobre los microorganismos eficientes y su aplicación para la salud del suelo, control de microorganismos fitopatógenos y beneficio nutricional de las plantas, donde se enuncian microorganismos que promueven la germinación de semillas, favorecen la floración, el crecimiento y desarrollo de los frutos y permiten una reproducción más exitosa en las plantas, dentro de la metodología utilizada, se realizó una recopilación de artículo científicos relacionados con el tema en los repositorios Scopus, Redalyc, Scielo, que permitieron el análisis de el uso y aplicación de los microorganismo eficientes, eficaces y de montaña, concluyendo que son beneficiosos para las plantas, ayudando a la regulación de pH, conductividad eléctrica, absorvción de nutrientes y demás beneficios en el beneficio de los cultivos

Palabras clave: microorganismos eficientes, microorganismos eficaces, microorganismos de montaña, microorganismos autóctonos

Introducción

Los microorganismos eficientes de montaña están presentes en el sustrato orgánico de los suelos de bosques, la recopilación bibliográfica nos permitirá ahondar acerca de los microorganismos eficientes de montaña, la reunión de la información ayudará a recopilar toda aquella que se encuentra dispersa en los repositorios digitales y bibliotecas virtuales que dificulta para que los investigadores tengan al alcance de la mano la información. Además, permite que otros investigadores consulten las fuentes bibliográficas citadas, pudiendo entender y quizá continuar el trabajo realizado

Los microorganismos del suelo constituyen el componente fundamental de todo el sistema biótico en los bosques naturales y son los entes determinantes en los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes (Lillo, Ramírez, Reyes, Ojeda, & Alvear, 2010). Los microorganismos están en la naturaleza que nos rodea cumpliendo un trabajo de equilibrio ecológico (Mayer, Scheid, Widmer, Fließbach, & Oberholzer, How effective are ‘Effective microorganisms® (EM)’? Results from a field study in temperate climate, 2010).

Para Campo y otros (2010), sostiene que las funciones metabólicas benéficas donde intervienen los microorganismos eficientes son el mejoramiento de suelos, manejo de residuos agropecuarios, tratamiento de aguas residuales, alimentación de animales y en mayor grado son utilizados como agregados para mejorar la productividad agrícola.

Metodología

Se utilizó la investigación bibliográfica para la obtención de información de las bases científicas necesarias para establecer la situación del estado actual del problema sobre el uso de microorganismos eficientes de montaña para potenciar la diversidad biológica de suelos agrícolas. Las bases científicas bibliográficas se respaldaron en la revisión de artículos científicos indexados en la base de datos Scopus, el Sistema de Información Científica Redalyc, el Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal – Latindex, en la Red Social Académica para Científicos e Investigadores – Researchgate, Biblioteca Electrónica Scielo, como también de documentos de investigación de la FAO.

La unidad de estudio está referida a una lista de control donde se indica el número de artículos de revistas científicas, libros virtuales y proyectos investigativos relacionados con el proyecto de investigación, el número establecido fue de 10 artículos científicos indexados en revistas de alto impacto, 30 artículos científicos indexados en revistas de impacto regional y 10 libros indexados en repositorios digitales y bibliotecas virtuales, para sistematizar la información y jerarquizar según rangos asignados mediante una base de datos.

Base de datos

La base de datos se estructuró en base a la indagación y análisis de artículos científicos relacionados con el tema de investigación en la tabla 1.

Tabla 1. Cuadro de artículos científicos de alto impacto

TIPO ÍTEM	AÑO PUB.	AUTOR (ES)	TÍTULO	REVISTA LIBRO	RESULTADOS	CONCLUSIONES
ARTÍCULO CIENTÍFICO	2020	Camacho, J.A., Pineda, D.C.R., Díaz, F.Y., LLacza, S.M.M., Molina, M.A.B.	Fertilizing with native efficient microorganisms has a positive effect on the phenology, biomass and production of tomato (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill)	SCIENTIA AGROPECUARIA	Los resultados mostraron que la dosis de 25 cc de AEM aplicada cada 14 días, contribuyó a una mayor altura (39 cm), mayor número de flores (37 flores), mayor área foliar (24 cm ²), mayor número de tallos por planta (5 tallos), mayor peso de la raíz a cosecha (59,67 g) y mayor rendimiento (1713,69 g / planta)	Esto sugiere que la aplicación de biofertilizantes puede ser una alternativa importante para fertilizar cultivos como el tomate, reduciendo el uso de fertilizantes de síntesis química y aumentando la producción
ARTÍCULO CIENTÍFICO	2018	De Melo, M., Araujo, ACV, Chogi, M., Duarte, ICS	Hongos celulolíticos y lipolíticos aislados de muestras de suelo y hojarasca del cerrado (sabana brasileña)	REVISTA DE BIOLOGÍA TROPICAL	Aislamos un total de 28 cepas, 25 producidas con celulasa, detectadas con lugol en cepas cultivadas en medio CMC. Los aislamientos se identificaron morfológicamente (color, forma de crecimiento) y mediante secuenciación de la región de rRNA 18S, y ambas técnicas produjeron resultados congruentes	El presente estudio reveló nuevas cepas de hongos filamentosos conocidos que se pueden aplicar en la degradación de la biomasa. Estas cepas son adecuadas para la optimización de las condiciones de cultivo, lo que podría conducir a la viabilidad económica del proceso.

ARTÍCULO CIENTÍFICO	2013	Spagnolettia, FN, Fernandez di Pardo, A., Tobar Gómez N. E., Chiochio, V. M.	Arbuscular mycorrhizae and Rhizobium: A dual symbiosis of interest	REVISTA ARGENTINA DE MICROBIOLOGÍA	Resulta evidente también la presencia de apresorios, puntos de entrada de la hifa fúngica en la raíz. En el interior de los nódulos se observa un número importante de esporas como así también los puntos de entrada del micelio externo en el nódulo	Dado que estos microorganismos simbiotes son tan importantes para la captación de nutrientes por parte de las plantas, al contribuir al ciclo del N y del P en el suelo, es interesante poder reconocer en los nódulos un nuevo nicho donde las esporas micorrízicas pueden quedar preservadas de la degradación por otros microorganismos del suelo
ARTÍCULO CIENTÍFICO	2016	Pereira de Castro A, Sartori da Silva MRS, Quirino BF, da Cunha Bustamante MM, Krüger RH	Microbial Diversity in Cerrado Biome (Neotropical Savanna) Soils	PLOS ONE	Los resultados mostraron que los cambios en las estructuras de las comunidades de bacterias, arqueas y hongos en los suelos de cerrado denso, cerrado sensu stricto, campo sujo y bosques de galería se correlacionaron fuertemente con los patrones estacionales de absorción de agua del suelo. El análisis de los datos metagenómicos de escopeta reveló un aumento significativo en la abundancia relativa de genes asociados con la adquisición y el metabolismo del hierro, la latencia y la esporulación durante la estación seca, y un	Nuestros resultados profundizan la comprensión de cómo las comunidades microbianas del suelo de la sabana tropical pueden verse influenciadas por la cobertura de vegetación y las variaciones temporales en la humedad del suelo

					aumento en la abundancia relativa de genes relacionados con la respiración y el ADN y las proteínas. metabolismo durante la temporada de lluvias.	
ARTÍCULO CIENTÍFICO	2010	Jochen Mayer, Susanne Scheid, Franco Widmer, Andreas Fließbach, Hans-Rudolf Oberholzer	How effective are 'Effective microorganisms® (EM)'? Results from a field study in temperate climate	Applied Soil Ecology	Esto indica que los pequeños efectos observados no fueron causados por los microorganismos EM sino por los aportes de nutrientes derivados del Bokashi. El tiempo de muestreo mostró efectos más fuertes sobre la biomasa microbiana del suelo, la respiración del suelo y la estructura de la comunidad microbiana en comparación con los efectos de los tratamientos	Concluimos de nuestros resultados que los 'microorganismos efectivos' no mejoraron los rendimientos y la calidad del suelo durante 4 años de aplicación en este experimento de campo bajo las condiciones climáticas templadas de Europa Central.
ARTÍCULO CIENTÍFICO	2020	Conradie, T.; Jacobs, K.	Seasonal and agricultural response of acidobacteria present in two fynbos rhizosphere soils	Diversity	Se observaron diferencias significativas en la composición de la comunidad entre temporadas tanto para el melocotón como para el rooibos, así como entre el melocotón cultivado y no cultivado. Las acidobacterias tuvieron una correlación significativamente positiva con pH, C, Ca ²⁺ y P	Se ha demostrado el efecto de los cambios estacionales, en verano e invierno, y la agricultura de cultivo sobre la abundancia y diversidad relativa de Acidobacteria presentes en el suelo de rooibos y honeybush

ARTÍCULO CIENTÍFICO	2019	Calero, A.; Pérez, Y.; Quintero, E.; Oliviera, D.; Peña, K.	Efecto de la aplicación asociada entre Rhizobium leguminosarum y microorganismos eficientes sobre la producción del frijol común	Ciencia y Tecnología Agropecuaria	Los resultados mostraron que la aplicación asociada al surco más la foliar de microorganismos eficientes comparadas con las otras formas incrementó los parámetros morfológicos y productivos evaluados, como la producción de hojas, la altura de la planta, las legumbres por planta, los granos por legumbre, la masa de 100 semillas y el rendimiento del grano en 153,23 %, cuando no fueron inoculadas con Rhizobium, y 100 %, con la inoculación en relación con el tratamiento control.	La inoculación de las semillas de frijol común del cv. Cuba cueto con Rhizobium benefició el comportamiento de los indicadores morfológicos y productivos evaluados en relación con las que no fueron inoculadas con este biofertilizante
ARTÍCULO CIENTÍFICO	2017	Keumchul Shin, Geert van Diepen, Wim Blok, Ariena.H.C.van Bruggen	Variability of Effective Micro-organisms (EM) in bokashi and soil and effects on soil-borne plant pathogens	Crop Protection	EM-bokashi redujo la infección de zanahoria por Rhizoctonia solani en comparación con el bokashi esterilizado. La respiración del suelo aumentó una semana después de la enmienda del suelo con EM-bokashi y EM-bokashi esterilizado en comparación con el control, pero no siete semanas después. DGGE mostró que dos lotes de	Concluimos que la ME no suprimió consistentemente las enfermedades transmitidas por el suelo ni cambió la actividad microbiana y la composición y diversidad bacteriana

					<p>productos EM tenían diferentes comunidades microbianas y la enmienda del suelo con EM-bokashi o EM-bokashi esterilizado no cambió la comunidad bacteriana y la diversidad en dos suelos</p>	
ARTÍCULO CIENTÍFICO	2018	Bzdyk, R.M.; Olchowik, J.; Studnicki, M.; Oszako, T.; Sikora, K.; Szmidla, H.; Hilszczańska, D.	<p>The Impact of Effective Microorganisms (EM) and Organic and Mineral Fertilizers on the Growth and Mycorrhizal Colonization of <i>Fagus sylvatica</i> and <i>Quercus robur</i> Seedlings in a Bare-Root Nursery Experiment</p>	Forests	<p>En base a la identificación morfológica y molecular, en este estudio se detectaron un total de 11 taxones de hongos ectomicorrízicos (ECM); tres especies (<i>Peziza ostracoderma</i> , <i>Scleroderma areolatum</i> y <i>Cenococcum-como</i>) fueron compartidos entre ambas especies de plantas. Entre los tratamientos, las especies de hongos ECM más abundantes en las raíces de <i>F. sylvatica</i> fueron <i>Pezizaceae</i> sp. (51,1%) y <i>Hebeloma</i> sp. (38,1%), mientras que <i>Peziza ostracoderma</i> (26,8%), <i>Naucoria salicis</i> (24,1%) y <i>Scleroderma areolatum</i></p>	<p>Nuestros datos indican un efecto negativo de EM sobre la colonización ectomicorrízica y sobre la riqueza de especies de hongos ECM asociados con <i>F. sylvatica</i> y <i>Q. robur</i>plántulas. Ninguno de los productos probados tuvo un efecto negativo sobre el crecimiento de las plántulas, pero las plántulas tratadas con EM se caracterizaron por una abundancia significativamente mayor de micorrizas no vitales</p>

					(16,9%) fueron los taxones más abundantes en las raíces de las plántulas de Q. robur .	
ARTÍCULO CIENTÍFICO	2020	Ney, L., Franklin, D., Mahmud, K., Cabrera, M., Hancock, D., Habteselassie, M., Newcomer, Q., Dahal, S.	Impact of inoculation with local effective microorganisms on soil nitrogen cycling and legume productivity using composted broiler litter	Applied Sol Ecology	Cuando se calculó por unidad de N del suelo, medido después de la aplicación de los tratamientos, no se observaron diferencias en el rendimiento de la soja edamame entre los tratamientos. La combinación de LEM con hojarasca de pollos de engorde en abono impulsó la mineralización de N temprano en las temporadas de crecimiento y mantuvo la abundancia de múltiples grupos tróficos de nematodos durante la sequía	Esto significa LEM ' s potencial para fortalecer la resistencia de la red alimentaria de un suelo al estrés por sequía, proporcionando más seguridad para un agroecosistema funcional en condiciones climáticas inciertas.
LIBRO	2019	García de Salamone, IE, Esquivel-Cote, R., Hernández-Melchor, DJ , Alarcón, A.	Fabricación y control de calidad de inoculantes desde el paradigma de la agricultura circular	Intervenciones microbianas en agricultura y medio ambiente: Volumen 2: Rizosfera, microbioma y agroecología	Los inoculantes ayudan a lograr mayores cosechas mediante el uso de recursos microbianos disponibles cuyas actividades o mecanismos fisiológicos pueden prevenir pérdidas significativas debido a la incidencia de plagas y enfermedades. Se consideran múltiples mecanismos beneficiosos para aislar microorganismos funcionales	Este capítulo señaló la necesidad de integrar programas de fitomejoramiento, que incluyen la selección de cepas microbianas de élite para mejorar el rendimiento de los inoculantes. Además, se realizó una revisión extensa sobre los tipos de formulaciones y el control de calidad de los inoculantes que son determinantes para definir tanto la supervivencia de las cepas

					y beneficiosos de suelos y tejidos vegetales	como sus efectos en condiciones de campo
LIBRO	2016	Balogun, R. B., Ogbu, J. U., Umeoekchukwu, E. C., & Kalejaiye-Matti, R. B.	Effective Micro-organisms (EM) as Sustainable Components in Organic Farming: Principles, Applications and Validity	Organic Farming for Sustainable Agriculture	El concepto de EM se basa en la inoculación de los sustratos con la intención de cambiar el equilibrio microbiano y así crear una ecología mejorada que favorezca una mayor productividad. Existen un par de teorías para justificar la acción de los ME en la producción agrícola. Estos incluyen la teoría de la supresión biológica de patógenos, la teoría de la conservación de energía, la teoría de la solubilización de minerales, la teoría del equilibrio ecológico microbiano, la teoría de la eficiencia fotosintética y la teoría de la fijación biológica de nitrógeno	Se revisaron los principios, aplicaciones y validez de la ME como un componente sostenible en los sistemas de agricultura orgánica dado el cambio de los consumidores globales hacia los productos orgánicos. Esto resultó de evidencias científicas que justifican su naturalidad, seguridad y salubridad; sostenibilidad ecológica, rentabilidad, vida útil más prolongada en almacenamiento, mayor valor alimenticio en términos de nutrientes, estabilidad de la fertilidad del suelo, mejor período de madurez, continuidad del rendimiento, etc.

Elaborado por: León, D. (2020)

Análisis de la información sobre microorganismos de montaña

Los artículos científicos analizados hacen referencia al uso de microorganismos eficientes en diferentes investigaciones siendo los más relevantes:

Para Camacho, J. et al (2020); en su investigación “Fertilizing with native efficient microorganisms has a positive effect on the phenology, biomass and production of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill)” del año 2020, sugiere que la aplicación de biofertilizantes enriquecidos con microorganismo eficientes puede ser una alternativa importante para fertilizar cultivos como el tomate, reduciendo el uso de fertilizantes de síntesis química y aumentando la producción.

Para De Melo, M. et al (2018), con el tema “Hongos celulolíticos y lipolíticos aislados de muestras de suelo y hojarasca del cerrado (sabana brasileña)”, concluye que el estudio reveló nuevas cepas de hongos filamentosos conocidos que se pueden aplicar en la degradación de la biomasa. Estas cepas son adecuadas para la optimización de las condiciones de cultivo, lo que podría conducir a la viabilidad económica del proceso.

Pereira de Castro A, et al (2016), con el tema “Microbial Diversity in Cerrado Biome (Neotropical Savanna) Soils” llega a que sus resultados muestran que los cambios en las estructuras de las comunidades de bacterias, arqueas y hongos en los suelos de cerrado denso, cerrado sensu stricto, campo sujo y bosques de galería se correlacionaron fuertemente con los patrones estacionales de absorción de agua del suelo. El análisis de los datos metagenómicos de escopeta reveló un aumento significativo en la abundancia relativa de genes asociados con la adquisición y el metabolismo del hierro, la latencia y la esporulación durante la estación seca, y un aumento en la abundancia relativa de genes relacionados con la respiración y el ADN y las proteínas. metabolismo durante la temporada de lluvias. Estas categorías funcionales de genes están asociadas con la adaptación al estrés hídrico.

García de Salamone et al (2019) con el tema de investigación “Fabricación y control de calidad de inoculantes desde el paradigma de la agricultura circular” indica que los inoculantes de microorganismo eficientes ayudan a lograr mayores cosechas si las actividades o mecanismos fisiológicos pueden prevenir pérdidas significativas debido a la incidencia de plagas y enfermedades. Se consideran múltiples mecanismos beneficiosos para aislar microorganismos funcionales y beneficiosos de suelos y tejidos vegetales.

El concepto de EM se basa en la inoculación de los sustratos con la intención de cambiar el equilibrio microbiano y así crear una ecología mejorada que favorezca una mayor productividad. Existen un par de teorías para justificar la acción de los ME en la producción

agrícola. Estos incluyen la teoría de la supresión biológica de patógenos, la teoría de la conservación de energía, la teoría de la solubilización de minerales, la teoría del equilibrio ecológico microbiano, la teoría de la eficiencia fotosintética y la teoría de la fijación biológica de nitrógeno e acuerdo a lo estipulado por Balogun, R. et al (2016).

Para Morocho y Leiva (2019) con el título “Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas” concluyen que los Microorganismos Eficientes agrupan una gran diversidad microbiana entre la cual encontramos: bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetes y hongos filamentosos con capacidad fermentativa. Desde el punto de vista agrícola los ME promueven la germinación de semillas, favorecen la floración, el crecimiento y desarrollo de los frutos y permiten una reproducción más exitosa en las plantas. Adicionalmente se ha demostrado que mejoran la estructura física de los suelos, incrementan la fertilidad química de los mismos y suprimen a varios agentes fitopatógenos causantes de enfermedades en numerosos cultivos.

Según Umaña, S. et al (2017) en su artículo científico titulado “¿Funcionan realmente los microorganismos de montaña (MM) como estrategia de biofertilización? Un enfoque de ingeniería de biosistemas” concluyen que los resultados que obtuvieron, indicaron que un tiempo de retención en biorreactor cercano a dos semanas fue el que generó un biol con un impacto positivo significativo a nivel de actividad biológica, propiedades químicas del suelo y calidad de los cultivos. Estas diferencias significativas parecen estar relacionadas con una dinámica más activa del sistema edáfico.

Murillo Montoya, S. indica que “Dentro de las principales enmiendas orgánicas se encuentran los abonos verdes, los lodos de depuración, estiércol y vermicompost, que combinados con microorganismos eficientes, tienen el potencial de mejorar la disponibilidad del agua para las plantas, reducir las emisiones de gases efecto invernadero, recuperar suelos degradados, disminuir la erosión, secuestrar metales pesados y carbono, y solubilizar macro y micronutrientes necesarios para las plantas” publicado en la investigación titulada: La importancia de las enmiendas orgánicas en la conservación del suelo y la producción agrícola.

En la investigación realizada por Villacís-Aldaz, L. et al (2016), titulada “Compatibilidad y sobrevivencia de microorganismos benéficos de uso agrícola (*Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Paecilomyces lilacinus*) en compost” indican que la sobrevivencia y compatibilidad de los microorganismos fue favorecida cuando se aplicó 100 cm³ de *Beauveria bassiana* -100 cm³ de *Bacillus thuringiensis* -100 cm³ *Paecilomyces lilacinus*, lo

cual promovió el aumento en la concentración de nutrientes. Sin embargo, dado que las poblaciones de los hongos *P. lilacinus* y *B. bassiana* se mantuvieron en niveles medios, se sugiere realizar futuras investigaciones para determinar el efecto de las diferentes características químicas del compost sobre las poblaciones de estas especies de hongos, sea de manera individual o combinada para determinar el posible efecto antagónico entre ellos.

Pazos Rojas, L. et al en su investigación titulada “Uso de microorganismos benéficos para reducir los daños causados por la revolución verde” concluyen que para satisfacer las necesidades alimenticias de la humanidad se utilizan prácticas agrícolas que implican el uso de variedades mejoradas, niveles elevados de fertilizantes nitrogenados, pesticidas, herbicidas y riego. Esta tecnología, llamada “revolución verde” permitió incrementar los rendimientos agrícolas y una disminución en los costos de alimentos; empero, ha traído efectos adversos al medioambiente. Con esta investigación se logró mostrar algunos de los efectos adversos generados por la revolución verde y analizar como los microorganismos benéficos aplicados como inoculantes en cultivos agrícolas podrían revertir los daños que se han generado por la agricultura intensiva. Este trabajo concientiza a la gente involucrada en la producción agrícola para cambiar su forma de producción por una agricultura compatible con el bienestar del planeta.

Conclusiones

Luego de la revisión de la información científica se concluye que los microorganismos eficientes actúan en beneficio de las plantas en la absorción de nutrientes, control de microorganismos patógenos, solubilizando nutrientes para la nutrición vegetal, y sobretodo devolviendo la vida microbiológica del suelo.

Bibliografía

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1 Conclusiones

- Las bases científicas de revistas de alto impacto, regionales y libros sobre microorganismos eficientes se encontraron indexadas en Scopus, Elsevier, Redalyc y Scielo, principalmente, siendo Scopus y Elsevier donde se ubicó a los artículos científicos de alto impacto, mientras que en las bases Redalyc y Scielo, aparecen los artículos referidos a investigaciones en la región norte, centro y suramericana.

- La base de datos de información científica se estructuró de acuerdo a la importancia de los artículos según las bases científicas en donde se encuentran indexadas, describiendo el año de publicación, autores, título de investigación, nombre de la revista, volumen, número, idioma, país, resultados, conclusiones, DOI, ISSN y dirección electrónica, se incorporaron 10 artículos científicos de alto impacto, 32 artículos regionales y 2 libros.
- En la redacción del artículo de revisión bibliográfica se plantea el uso de los microorganismos actúan en beneficio de las plantas en la absorción de nutrientes, control de microorganismos patógenos, solubilizando nutrientes para la nutrición vegetal, y sobretodo devolviendo la vida microbiológica del suelo.

12.2 Recomendaciones

- Revisar bases científicas online gratuitas sobre el uso de microorganismos en la agricultura, medioambiente y suelo.
- Se recomienda registrar y guardar los artículos de investigación revisados en un archivo para posteriores lecturas.

13. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, C. (2006). <https://www.ucm.es>. Obtenido de <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-79266/EI%20suelo%20vivo.pdf>
- Alarcón, I. (2018). La mitad de las tierras en Ecuador muestran signos de degradación. *El Comercio*.
- Alexander, M. (1980). *Introducción a la microbiología del suelo*. México: AGT.
- Alvarado, J., Estela, R., López, Y., Santamaría, N., Mori, R., & Gutiérrez, M. (2019). Aislamiento y evaluación de la actividad celulolítica de bacterias rizosféricas del Distrito de Bagua, Amazonas. *REBIOL*, 41 - 48.
- Arias, A. (2010). Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 42 - 45.
- Awatshi, R., Tewari, R., & Nayyar, H. (2011). Synergy between plants and P-solubilizing microbes in soils: effects on growth and physiology of crops. *International Research Journal of Microbiology*, 484 - 503.
- Ayala, P. (2011). <http://axioma.pucesi.edu.ec>. Obtenido de <http://axioma.pucesi.edu.ec/index.php/axioma/article/view/341>
- Benintende, S., & Sánchez, C. (2000). *Microorganismos del suelo*. Entre Ríos: Universidad Nacional de Entre Ríos. Obtenido de http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/microbiologia/parte_de_unidades_10_y_11_microorganismos_del_suelo.pdf
- Bernal, G. (2015). <http://www.secsuelo.org>. Obtenido de <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/1.-La-Microbiologia-de-Suelos.pdf>
- Bzdyk, R., Olchowik, J., Studnicki, M., Oszako, T., Sikora, K., Szmidla, H., & Hilszczańska, D. (2018). The Impact of Effective Microorganisms (EM) and Organic and Mineral Fertilizers on the Growth and Mycorrhizal Colonization of *Fagus sylvatica* and *Quercus robur* Seedlings in a Bare-Root Nursery Experiment. *Forests*, 597 - 607.
- Calero, A., Pérez, Y., Quintero, E., Oliviera, D., & Peña, K. (2019). Efecto de la aplicación asociada entre *Rhizobium leguminosarum* y microorganismos eficientes sobre la producción del fríjol común. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 295 - 308.
- Camacho, J., Pineda, D., Díaz, F., LLacza, S., & Molina, M. (2020). Fertilizing with native efficient microorganisms has a positive effect on the phenology, biomass and production of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Scientia Agropecuaria*, 68 - 73.

- Campo, A., Acosta, R., Morales, S., & Prado, F. (2014). Evaluación de microorganismos de montaña (MM) en la producción de acelga en la meseta de Popayán. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 79 - 87.
- Carrillo, L. (2013). *Manual de Microbiología Agrícola*. San Salvador de Jujuy: Editorial Universitaria de Jujuy.
- Castro, L., Murillo, M., Uribe, L., & Mata, R. (2015). Inoculación al suelo con *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum oryzae*, *Bacillus subtilis* y microorganismos de montaña (MM) y su efecto sobre un sistema de rotación soya-tomate bajo condiciones de invernadero. *Agronomía Costarricense*, 21 - 36.
- Cazau, P. (2006). <http://alcazaba.unex.es/>. Obtenido de <http://alcazaba.unex.es/asg/400758/MATERIALES/INTRODUCCI%C3%93N%20A%20LA%20INVESTIGACI%C3%93N%20EN%20CC.SS..pdf>
- Conradie, T., & Jacobs, K. (2020). Seasonal and agricultural response of acidobacteria present in two fynbos rhizosphere soils. *Diversity*.
- De Melo, M., Araujo, A., Chogi, M., & Duarte, I. (2018). Hongos celulolíticos y lipolíticos aislados de muestras de suelo y hojarasca del cerrado (sabana brasileña). *Revista de Biología Tropical*, 237 - 345.
- Delgado, M. (2019). <https://www.oriusbiotech.com>. Obtenido de https://www.oriusbiotech.com/escrito?nom=Los_microorganismos_del_suelo_en_la_nutrici%C3%B3n_vegetal.
- Dorronsoro, C. (2020). <http://edafologia.ugr.es/>. Obtenido de <http://edafologia.ugr.es/carto/tema02/faosoilt.htm>
- EEAITAJ. (2013). <https://www.emuruguay.org/>. Obtenido de https://www.emuruguay.org/PDF/Microorganismos_Eficaces_EM_Presentacion_breve.pdf
- Eilers, K., Debenport, S., Anderson, S., & Fierer, N. (2012). Digging deeper to find unique microbial communities: The strong effect of depth on the structure of bacterial and archaeal communities in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 58 - 65.
- Escalona, M. (2011). <https://www.uv.mx/>. Obtenido de <https://www.uv.mx/personal/asuarez/files/2011/02/Microorganismos-efectivos.pdf>
- FAO. (1993). <http://www.fao.org>. Obtenido de <http://www.fao.org/3/t2351s/T2351S00.htm#Contents>
- FAO. (2016). <http://www.fao.org>. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i5126s.pdf>

- FAO. (2018). <http://www.fao.org/>. Obtenido de <http://www.fao.org/3/I8656EN/i8656en.pdf>
- FAO. (2019). <https://news.un.org/>. Obtenido de <https://news.un.org/es/story/2019/06/1457861>
- Fernández, M., de María, N., & de Felipe, M. (2002). Fijación biológica de nitrógeno: factores limitantes. *Ciencia y Medio Ambiente*, 195 - 202.
- Gaitán, D., & Pérez, L. (2007). <https://repository.javeriana.edu.co>. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/8296>
- Ginovart, M., López, D., & Gras, A. (2005). Individual-based modelling of microbial activity to study mineralization of C and N and nitrification process in soil. *Nonlinear Analysis: Real World Applications*, 773 - 795.
- Gomes, N., Fagbola, O., Costa, R., Gouvea, N., Buchner, A., Mendona, L., & Smalla, K. (2003). Dynamics of Fungal Communities in Bulk and Maize Rhizosphere Soil in the Tropics. *Applied and Environmental Microbiology*, 3758 - 3766.
- Gómez, e., Navas, F., Aponte, G., & Betancourt, L. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de. *DYNA*, 158 - 163.
- Higa, T., & Parr, J. (1994). *Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment*. Atami, Japón: International Nature Farming Research.
- INIA. (2015). <http://inia.uy>. Obtenido de <http://inia.uy/Documentos/P%C3%BAblicos/INIA%20Tacuaremb%C3%B3/2015/El%20Suelo%20de%20mayo.pdf>
- Jonsson, A., & Haller, H. (2014). Aspectos de sostenibilidad de la biorremediación in situ de suelos contaminados en países en desarrollo y regiones remotas. En M. Hernández, *Evaluación de riesgos ambientales de la contaminación del suelo* (págs. 57 - 86).
- Lillo, A., Ramírez, H., Reyes, F., Ojeda, N., & Alvear, M. (2010). Actividad biológica del suelo de bosque templado en un transecto altitudinal, Parque Nacional Conguillío (38° S), Chile. *Bosque*, 32(1), 46 - 56. doi:10.4067/S0717-92002011000100006
- López, A. (2006). <http://files.infoagroconstanza.webnode.es>. Obtenido de <http://files.infoagroconstanza.webnode.es/200000017-c2dccc3d62/edafologia%20del%20suelo.pdf>
- López, L. (2006). La búsqueda bibliográfica: componente clave del proceso de investigación. *DIAETA*, 31 - 37.
- Luna, M., & Mesa, J. (2016). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Revista científica Agroecosistemas*, 31 - 42.

- Lynd, L., Weimer, P., van Zyl, W., & Pretorius, I. (2002). Microbial Cellulose Utilization: Fundamentals and Biotechnology. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 577 - 583.
- Martín, S., & Lafuente, V. (2017). Referencias bibliográficas: indicadores para su evaluación en trabajos científicos. *Investigación Bibliotecológica*, 151 - 180.
- Martínez, E., & Velásquez, E. (1991). Biología del Nitrógeno. En J. López, & C. Lluch, *Biología del Nitrógeno* (págs. 55 - 70). Madrid: Editorial Rueda.
- Martínez, J. (1993). *Diccionario de Bibliología y ciencias afines*. Madrid: Fundación Germán Sánchez Ruipérez.
- Mayer, J., Scheid, S., Widmer, F., Fließbach, A., & Oberholzer, H. (2010). How effective are ‘Effective microorganisms® (EM)’? Results from a field study in temperate climate. *Applied Soil Ecology*, 46(2), 230 - 239. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2010.08.007>
- Mayer, J., Scheid, S., Widmer, F., Fließbach, A., & Oberholzer, H. (2010). How effective are ‘Effective microorganisms® (EM)’? Results from a field study in temperate climate. *Applied Soil Ecology*, 230 - 239.
- Meléndez, G., & Soto, G. (2003). <http://www.cia.ucr.ac.cr>. Obtenido de <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Taller%20Abonos%20Org%C3%A1nicos.pdf>
- Montaño, N. S., Camargo, S., & Sánchez, J. (2010). Los microorganismos: pequeños gigantes. *Elementos: Ciencia y cultura*, 15 - 23.
- Ndonga, R., Friedel, J., Spornberger, A., Rinnofner, T., & Jezic, K. (2011). Effective Microorganisms’ (EM): An Effective Plant Strengthening Agent for Tomatoes in Protected Cultivation. *Biological Agriculture and Horticulture*, 189 - 203.
- Ney, L., Franklin, D., Mahmud, K., Cabrera, M., Hancock, D., Habteselassie, M., . . . Dahal, S. (2020). Impact of inoculation with local effective microorganisms on soil nitrogen cycling and legume productivity using composted broiler litter. *Applied Soil Ecology*, 1 - 8.
- Núñez, J., & Verbist, K. (2018). *Atlas de Sequía en América latina y el Caribe*. UNESCO y CAZALAC.
- Ordoñez, S. (2017). <http://dspace.ucuenca.edu.ec>. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27208/1/Tesis%20Liliana%20Ordo%C3%B1ez.pdf>

- Pascual, R., & Venegas, S. (s.f.). <https://www.ugr.es>. Obtenido de <https://www.ugr.es/~cjl/MO%20en%20suelos.pdf>
- Patiño, C., & Sanclemente, O. (2014). Los microorganismos solubilizadores de fósforo (MSF): una alternativa biotecnológica para una agricultura sostenible. *Entramado*, 288 - 297.
- Pereira de Castro, A., Sartori da Silva, M., Quirino, B., da Cunha Bustamante, M., & Krüger, R. (2016). Microbial Diversity in Cerrado Biome (Neotropical Savanna) Soils. *PlosOne*.
- Ramírez, A. (2006). <https://www.hortiocio.com/>. Obtenido de <https://www.hortiocio.com/app/download/5794471894/MICROORGANISMOS+EFICIENTES+TESJS.pdf>
- Rodríguez, N., & Tafur, Z. (2014). <https://estaticos.qdq.com>. Obtenido de https://estaticos.qdq.com/swdata/files/950/950904418/CIn_3256.pdf
- Roussos, A. (2011). Preparación de una revisión bibliográfica para su publicación cuando un solo artículo nos habla de muchos trabajos. *FUNICS*, 1 - 7.
- Shin, K., van Diepen, G., Blok, W., & van Bruggen, A. (2017). Variability of Effective Micro-organisms (EM) in bokashi and soil and effects on soil-borne plant pathogens. *Crop Protection*, 168 - 176.
- Sivila, R., & Guerrero, H. (2019). <http://sbcs.com.bo>. Obtenido de <http://sbcs.com.bo/images/pdfs/biologiadessuelos/DETERMINACION-DE-LA-BIOMASA-MICROBIANA-DEL-SUELO-.pdf>
- Soil, C. f. (2018). *Asociacion Vida Sana* . Obtenido de *Asociacion Vida Sana* : file:///C:/Users/DAYANA_PC/Desktop/BIOGEOQUIMICA/dossier-5_microorganismos-del-suelo-y-biofertilizacion-2.pdf
- Spagnoletta, F., Fernandez di Pardo, A., Tobar, N., & Chiochio, V. (2013). Arbuscular mycorrhizae and Rhizobium: A dual symbiosis of interest. *Revista Argentina de Microbiología*, 131 - 132.
- Suquilanda, M. (2015). <http://www.secsuelo.org>. Obtenido de <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/3.-Ing.-Manuel-Suquilanda.-Suelos.pdf>
- Toalombo, R. (2012). <https://repositorio.uta.edu.ec>. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2217>

- Toledo, M. (2016). <https://repositorio.iica.int/>. Obtenido de <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/3108/BVE17069071e.pdf;jsessionid=64F13CB3EA0DD4ED2C75F148052AFA20?sequence=1>
- Van Konijnenburg, A. (2006). <https://www.ciaorganico.net>. Obtenido de [https://www.ciaorganico.net/documypublic/498_script-tmp-inta_material_didactico_nro_01_\(1\).pdf](https://www.ciaorganico.net/documypublic/498_script-tmp-inta_material_didactico_nro_01_(1).pdf)
- Zeballos, M. (2017). <https://bdigital.zamorano.edu>. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6199/1/IAD-2017-049.pdf>

Anexo 1. Aval de inglés.

Universidad
Técnica de
Cotopaxi

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por la Señorita Egresada de la Carrera de **INGENIERÍA AGRONÓMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES: LEÓN AVILÉS DORIS JEANETH**, cuyo título versa, **“MICROORGANISMOS EFICIENTES DE MONTAÑA PARA POTENCIAR LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a la peticionaria hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, septiembre del 2020.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'E. Pacheco Pruna', written over a dotted line.

Mg. Pacheco Pruna Edison Marcelo
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 050261735-0



**CENTRO
DE IDIOMAS**

Anexo 2. Hoja de vida de los Investigadores.

Hoja de vida del lector Tutor

INFORMACIÓN PERSONAL

Nombres: Wilman Paolo Chasi Vizuite

Fecha de nacimiento: 05/08/1979

Cédula de ciudadanía: 050240972-5

Estado civil: Casado

Número telefónico: 032690063

Tipo de discapacidad: ninguna

De carnet CONADIS: ninguna

E-mail: wilman.chasi@utc.edu.ec



FORMACIÓN ACADÉMICA

TERCER NIVEL: Universidad Técnica de Cotopaxi: Ing. Agronomo: Agricultura: Ecuador.

4TO NIVEL – Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE Sangolqui / Pichincha: Magister en Agricultura Sostenible

HISTORIAL PROFESIONAL

Facultad Académica en la que labora: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

Agricultura- investigación

Experiencia Profesional

- Asistente Técnico Nutrición y Fertilización SIERRAFLORES Cia. Ltda
- Jefe de Finca FLORICESA Florícolas del Centro S.A
- Docente Ocasional Tiempo Completo. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

Estudiante**INFORMACIÓN PERSONAL**

Nombres: Doris Jeaneth León Avilés

Fecha de nacimiento: 22/05/1993

Cédula de ciudadanía: 050410245-0

Estado civil: Soltera

Número telefónico: 0969051765

Tipo de discapacidad: ninguna

De carnet CONADIS: ninguna

E-mail: doris.leon2450@utc.edu.ec

FORMACIÓN ACADÉMICA**HISTORIAL PROFESIONAL**

Bachillerato Químico biólogo

Egresada Universidad Técnica de Cotopaxi



Hoja de vida del lector 1.**INFORMACIÓN PERSONAL**

Nombres: Karina Paola Marín Quevedo

Fecha de nacimiento: 12/05/1985

Cédula de ciudadanía: 050194626-6

Estado civil: Casada

Número telefónico: 0983736639

Tipo de discapacidad: ninguna

De carnet CONADIS: ninguna

E-mail: Karina.marin@utc.edu.ec

**FORMACIÓN ACADÉMICA**

TERCER NIVEL: U. Técnica de Cotopaxi: Ingeniera Agrónoma: Agricultura:Ecuador.

4TO NIVEL:Maestría: U. Tecnológica Indoamerica: Magister En Gestión De Proyectos Socio productivos: Ecuador.

HISTORIAL PROFESIONAL**DECOFLOR**

Departamento de Poscosecha. Año 2007.

Universidad Técnica de Cotopaxi

Extensión La Maná. Año 2008

AGROQUÍMICA

Departamento Desarrollista. Año 2009-2010.

Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad Académica en la que labora: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Año 2010

AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

Ing. Magister en Gestión de Proyectos.

Hoja de vida del lector 2.**INFORMACIÓN PERSONAL**

Nombres: Emerson Javier Jácome Mogro

Fecha de nacimiento: 11/06/1974

Cédula de ciudadanía: 050197470-3

Estado civil: Casado

Número telefónico: 0987061020

Tipo de discapacidad: ninguna

De carnet CONADIS: ninguna

E-mail: emerson.jacome@utc.edu.ec

**FORMACIÓN ACADÉMICA**

TERCER NIVEL: U. Central del Ecuador: Ingeniero Agrónomo: Agricultura:Ecuador.

4TO NIVEL:Maestría: U. Técnica de Cotopaxi: Magister en Gestión de la Producción.

Diplomado en educación intercultural y desarrollo sustentable.

HISTORIAL PROFESIONAL

Facultad Académica en la que labora: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

Agricultura-Investigación

Hoja de vida del lector 3.**INFORMACIÓN PERSONAL**

Nombres: Cristian Santiago Jiménez Jácome

Fecha de nacimiento: 05/06/1980

Cédula de ciudadanía: 050194626-3

Estado civil: Casado

Número telefónico: 32723689

Tipo de discapacidad: ninguna

De carnet CONADIS: ninguna

E-mail: santiago.jimenez@utc.edu.ec

**FORMACIÓN ACADÉMICA**

TERCER NIVEL: Universidad Técnica de Cotopaxi: Ing. Agronomo: Agricultura: Ecuador.

4TO NIVEL – Diplomado: Universidad Tecnológica Equinoccial: Diploma Superior en Investigación y Proyectos: Investigación: Ecuador.

HISTORIAL PROFESIONAL

Facultad Académica en la que labora: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

Agricultura- investigación.

Anexo 3. Base de datos de artículos científicos

CÓDIGO	TIPO ÍTEM	AÑO PUBLICACIÓN	AUTOR (ES)	TÍTULO	INSTITUCIÓN	REVISTA-LIBRO	VOLUMEN	NÚMERO	PÁGINAS	FECHA PUBLICACIÓN	PAÍS	IDIOMA	RESULTADOS	CONCLUSIONES	DOI	DIRECCIÓN ELECTRÓNICA
AC-001	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2020	Camacho, J.A., Pineda, D.C.R., Díaz, F.Y., LLacza, S.M.M., Molina, M.A.B.	Fertilizing with native efficient microorganisms has a positive effect on the phenology, biomass and production of tomato (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill)	UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO	SCIENTIA AGROPECUARIA	11	1	68 - 73	2020 - 03	PERÚ	ESPAÑOL	Los resultados mostraron que la dosis de 25 cc de AEM aplicada cada 14 días, contribuyó a una mayor altura (39 cm), mayor número de flores (37 flores), mayor área foliar (24 cm ²), mayor número de tallos por planta (5 tallos), mayor peso de la raíz a cosecha (59,67 g) y mayor rendimiento (1713,69 g / planta)	Esto sugiere que la aplicación de biofertilizantes puede ser una alternativa importante para fertilizar cultivos como el tomate, reduciendo el uso de fertilizantes de síntesis química y aumentando la producción	10.17268/sci.agropecu.2020.01.08	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85083368842&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=microorganismos+eficientes&st2=&sid=cbdb8ecb30abb497e59de05a7bfda2e7&ot=b&sdt=b&sl=41&s=TITLE-ABS-KEY%28microorganismos+eficientes%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=
AC-002	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2018	De Melo, M., Araujo, ACV, Chogi, M., Duarte, ICS	Hongos celulolíticos y lipolíticos aislados de muestras de suelo y hojarasca del cerrado (sabana brasileña)	UNIVERSIDAD DE COSTA RICA	REVISTA DE BIOLOGÍA TROPICAL	66	1	237 - 245	2017 - 12	COSTA RICA	INGLÉS	Aislamos un total de 28 cepas, 25 producidas con celulosa, detectadas con lugol en cepas cultivadas en medio CMC. Los aislamientos se identificaron morfológicamente (color, forma de crecimiento) y mediante secuenciación de la región de rRNA 18S, y ambas técnicas produjeron resultados congruentes	El presente estudio reveló nuevas cepas de hongos filamentosos conocidos que se pueden aplicar en la degradación de la biomasa. Estas cepas son adecuadas para la optimización de las condiciones de cultivo, lo que podría conducir a la viabilidad económica del proceso.	10.15517/rbt.v66i1.27768	https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/27768

AC-003	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2013	Spagnol et al., FN, Fernandez di Pardo, A., Tobar Gómez N. E., Chiocchi V. M.	Arbuscular mycorrhizae and Rhizobium: A dual symbiosis of interest	ASOCIACIÓN ARGENTINA DE MICROBIOLOGÍA	REVISTA ARGENTINA DE MICROBIOLOGÍA	45	2	131 - 132	2013 - 01	ARGENTINA	ESPAÑOL	Resulta evidente también la presencia de aporosios, puntos de entrada de la hifa fúngica en la raíz. En el interior de los nódulos se observa un número importante de esporas como así también los puntos de entrada del micelio externo en el nódulo	Dado que estos microorganismos simbiotes son tan importantes para la captación de nutrientes por parte de las plantas, al contribuir al ciclo del N y del P en el suelo, es interesante poder reconocer en los nódulos un nuevo nicho donde las esporas micorrízicas pueden quedar preservadas de la degradación por otros microorganismos del suelo	10.1016/S0325-7541(13)70012-9	https://www.elsevier.es/es-revista-revista-argentina-microbiologia-372-pdf-S0325754113700129
AC-004	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2016	Pereira de Castro A, Sartori da Silva MRS, Quirino BF, da Cunha Bustamante MM, Krüger RH	Microbial Diversity in Cerrado Biome (Neotropical Savanna) Soils	Universidade Federal do Rio de Janeiro	PLoS ONE	11	2		2016 - 02	BRASIL	INGLÉS	Los resultados mostraron que los cambios en las estructuras de las comunidades de bacterias, arqueas y hongos en los suelos de cerrado denso, cerrado sensu stricto, campo sujo y bosques de galería se correlacionaron fuertemente con los patrones estacionales de absorción de agua del suelo. El análisis de los datos metagenómicos de escopeta reveló un aumento significativo en la abundancia relativa de genes asociados con la adquisición y el metabolismo del hierro, la latencia y la esporulación durante la estación seca, y un aumento en la abundancia relativa de genes relacionados con la respiración y el ADN y las proteínas. metabolismo durante la temporada de lluvias. Estas categorías funcionales de genes están asociadas con la adaptación al estrés hídrico.	Nuestros resultados profundizan la comprensión de cómo las comunidades microbianas del suelo de la sabana tropical pueden verse influenciadas por la cobertura de vegetación y las variaciones temporales en la humedad del suelo	10.1371/journal.pone.0148785	https://www.scopus.com/record/display.uri?origin=recordpage&zone=relatedDocuments&eid=2-s2.0-84959377633&citeCnt=3&noHighLight=false&sort=plf&src=s&st1=trichoderma+y+suelo&st2=&siid=cbdb8ecb30abb497e59de05a7bfda2e7&stot=b&sdt=b&sl=34&st1=TITLE-ABS-KEY%28trichoderma+y+suelo%29&relpos=2

AC-005	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2010	Jochen Mayer, Susanne Scheid, Franco Widmer, Andreas Fließbach, Hans-Rudolf Oberholzer	How effective are 'Effective microorganisms' (EM)? Results from a field study in temperate climate		Applied Soil Ecology	46	2	230 - 239	2010 - 10.	SUIZA	INGLES	Esto indica que los pequeños efectos observados no fueron causados por los microorganismos EM sino por los aportes de nutrientes derivados del Bokashi. El tiempo de muestreo mostró efectos más fuertes sobre la biomasa microbiana del suelo, la respiración del suelo y la estructura de la comunidad microbiana en comparación con los efectos de los tratamientos	Concluimos de nuestros resultados que los 'microorganismos efectivos' no mejoraron los rendimientos y la calidad del suelo durante 4 años de aplicación en este experimento de campo bajo las condiciones climáticas templadas de Europa Central.	https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2010.08.007	https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0929139310001332
AC-006	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2020	Conradie, T.; Jacobs, K.	Seasonal and agricultural response of acidobacteria present in two fynbos rhizosphere soils	Stellenbosch University	Diversity	12	7		2020 - 07	SUDÁFRICA	INGLES	Se observaron diferencias significativas en la composición de la comunidad entre temporadas tanto para el melocotón como para el rooibos, así como entre el melocotón cultivado y no cultivado. Las acidobacterias tuvieron una correlación significativamente positiva con pH, C, Ca ²⁺ y P	Se ha demostrado el efecto de los cambios estacionales, en verano e invierno, y la agricultura de cultivo sobre la abundancia y diversidad relativa de Acidobacteria presentes en el suelo de rooibos y honeybush	10.3390/d12070277	https://www.scopus.com/record/display.uri?origin=citedby&eid=2-s2.0-85088534070&citeCnt=3&noHighlight=false&sort=plf-f&src=s&st1=trichoderma+y+suelo&st2=&sid=cbdb8ecb30abb497e59de05a7bfda2e7&sot=b&sd t=b&sl=34&s=TITLE-ABS-KEY%28trichoderma+y+suelo%29&relpos=1

AC-007	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2019	Calero, A.; Pérez, Y.; Quintero, E.; Oliviera, D.; Peña, K.	Efecto de la aplicación asociada entre Rhizobium leguminosarum y microorganismos eficientes sobre la producción del frijol común	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	Ciencia y Tecnología Agropecuaria	20	2	295 - 308	2019 - 05	COLOMBIA	ESPAÑOL	Los resultados mostraron que la aplicación asociada al surco más la foliar de microorganismos eficientes comparadas con las otras formas incrementó los parámetros morfológicos y productivos evaluados, como la producción de hojas, la altura de la planta, las legumbres por planta, los granos por legumbre, la masa de 100 semillas y el rendimiento del grano en 153,23 %, cuando no fueron inoculadas con Rhizobium, y 100 %, con la inoculación en relación con el tratamiento control.	La inoculación de las semillas de frijol común del cv. Cuba cueto con Rhizobium benefició el comportamiento de los indicadores morfológicos y productivos evaluados en relación con las que no fueron inoculadas con este biofertilizante	https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num2_art:1460	http://revista.corpoica.org.co/index.php/revista/article/view/1460/579
AC-008	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2017	Keumchul Shin, Geert van Diepen, Wim Blok, Ariena.H.C.van Bruggen	Variability of Effective Microorganisms (EM) in bokashi and soil and effects on soil-borne plant pathogens	UNIVERSITY OF FLORIDA	Crop Protection	99		168 - 176	2017 - 09	ESTADOS UNIDOS	INGLÉS	EM-bokashi redujo la infección de zanahoria por Rhizoctonia solani en comparación con el bokashi esterilizado. La respiración del suelo aumentó una semana después de la enmienda del suelo con EM-bokashi y EM-bokashi esterilizado en comparación con el control, pero no siete semanas después. DGGE mostró que dos lotes de productos EM tenían diferentes comunidades microbianas y la enmienda del suelo con EM-bokashi o EM-bokashi esterilizado no cambió la comunidad bacteriana y la diversidad en dos suelos	Concluimos que la ME no suprimió consistentemente las enfermedades transmitidas por el suelo ni cambió la actividad microbiana y la composición y diversidad bacteriana	https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.05.025	https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219417301485

AC-009	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2018	Bzdyk, R.M.; Olchowski, J.; Studnicki, M.; Oszako, T.; Sikora, K.; Szmidla, H.; Hilszczyńska, D.	The Impact of Effective Microorganisms (EM) and Organic and Mineral Fertilizers on the Growth and Mycorrhizal Colonization of Fagus sylvatica and Quercus robur Seedlings in a Bare-Root Nursery Experiment	Forests	9	10	597	2018 - 09	SUIZA	INGLES	En base a la identificación morfológica y molecular, en este estudio se detectaron un total de 11 taxones de hongos ectomicorrizicos (ECM); tres especies (Peziza ostracoderma , Scleroderma areolatum y Cenococcum-corno) fueron compartidos entre ambas especies de plantas. Entre los tratamientos, las especies de hongos ECM más abundantes en las raíces de F. sylvatica fueron Pezizaceae sp. (51,1%) y Hebeloma sp. (38,1%), mientras que Peziza ostracoderma (26,8%), Naucoria salicis (24,1%) y Scleroderma areolatum (16,9%) fueron los taxones más abundantes en las raíces de las plántulas de Q. robur .	Nuestros datos indican un efecto negativo de EM sobre la colonización ectomicorrizica y sobre la riqueza de especies de hongos ECM asociados con F. sylvatica y Q. roburplántulas. Ninguno de los productos probados tuvo un efecto negativo sobre el crecimiento de las plántulas, pero las plántulas tratadas con EM se caracterizaron por una abundancia significativamente mayor de micorrizas no vitales	https://doi.org/10.3390/f9100597	https://www.mdpi.com/1999-4907/9/10/597
AC-010	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2020	Ney, L., Franklin, D., Mahmud, K., Cabrera, M., Hancock, D., Habteselassie, M., Newcomer, Q., Dahal, S.	Impact of inoculation with local effective microorganisms on soil nitrogen cycling and legume productivity using composted broiler litter	University of Georgia	Applied Soil Ecology	154		2020 - 10	ESTADOS UNIDOS	INGLES	Cuando se calculó por unidad de N del suelo, medido después de la aplicación de los tratamientos, no se observaron diferencias en el rendimiento de la soja edamame entre los tratamientos. La combinación de LEM con hojarasca de pollos de engorde en abono impulsó la mineralización de N temprano en las temporadas de crecimiento y mantuvo la abundancia de múltiples grupos tróficos de nematodos durante la sequía	Esto significa LEM ' s potencial para fortalecer la resistencia de la red alimentaria de un suelo al estrés por sequía, proporcionando más seguridad para un agroecosistema funcional en condiciones climáticas inciertas.	10.1016/j.apsoil.2020.103567	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85084198256&origin=resultslist&sort=plif&src=s&st1=Effective+Microorganism&st2=&sid=b624cdd9ba4d703aa292ba4b441e853b&stot=b&stot=b&sl=28&s=KEY%28Effective+Microorganism%29&relpos=16&citeCnt=1&searchTe

L-002	LIBRO	2016	Balogun, R. B., Ogbu, J. U., Umeokechukwu, E. C., & Kalejaiye-Matti, R. B.	Effective Microorganisms (EM) as Sustainable Components in Organic Farming: Principles, Applications and Validity	Department of Horticulture and Landscape Technology, Federal College of Agriculture (FCA)	Organic Farming for Sustainable Agriculture	9	259 - 291	2016 - 02	NIGERIA	INGLES	El concepto de EM se basa en la inoculación de los sustratos con la intención de cambiar el equilibrio microbiano y así crear una ecología mejorada que favorezca una mayor productividad. Existen un par de teorías para justificar la acción de los ME en la producción agrícola. Estos incluyen la teoría de la supresión biológica de patógenos, la teoría de la conservación de energía, la teoría de la solubilización de minerales, la teoría del equilibrio ecológico microbiano, la teoría de la eficiencia fotosintética y la teoría de la fijación biológica de nitrógeno	Se revisaron los principios, aplicaciones y validez de la ME como un componente sostenible en los sistemas de agricultura orgánica dado el cambio de los consumidores globales hacia los productos orgánicos. Esto resultó de evidencias científicas que justifican su naturalidad, seguridad y salubridad; sostenibilidad ecológica, rentabilidad, vida útil más prolongada en almacenamiento, mayor valor alimenticio en términos de nutrientes, estabilidad de la fertilidad del suelo, mejor período de madurez, continuidad del rendimiento, etc.	10.1007/978-3-319-26803-3_12	https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-26803-3_12
-------	-------	------	--	---	---	---	---	-----------	-----------	---------	--------	--	--	------------------------------	---

CÓDIGO	TIPO ÍTEM	AÑO PUBLICACIÓN	AUTOR (ES)	TÍTULO	INSTITUCIÓN	REVISTA-LIBRO	VOLUMEN	NÚMERO	PÁGINAS	FEC HA PUBLICACIÓN	PAÍS	IDIOMA	RESULTADOS	CONCLUSIONES	DOI	ISSN	DIRECCIÓN ELECTRÓNICA
AC-011	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2019	Morocho, T.; Leiva, M.	Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)	Centro Agrícola	46	2	93 - 103	2019-09	Ecuador	ESPAÑOL	Los ME agrupan una gran diversidad microbiana entre la cual encontramos: bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetes y hongos filamentosos con capacidad fermentativa. Desde el punto de vista agrícola los ME promueven la germinación de semillas, favorecen la floración, el crecimiento y desarrollo de los frutos y permiten una reproducción más exitosa en las plantas. Adicionalm	Los microorganismos eficientes tienen numerosas aplicaciones agrícolas debido a que funcionan e favorecen en la germinación de semillas, incrementan la floración, aumentan el crecimiento y desarrollo de los frutos, incrementan la biomasa, garantizan una reproducción exitosa		versión impresa ISSN 2072-2001 versión Online ISSN 0253-5785	http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093

AC-012	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2014	Campo, A.; Acosta, R.; Morales, S.; Prado, F.	Evaluación de microorganismos de montaña (mm) en la producción de acelga en la meseta de Popayán	Universidad del Cauca	Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial	12	1	79 - 87	2014 - 01	COLOMBIA	ESPAÑA	Para tales fines se estableció un diseño experimental, de parcelas divididas, determinadas por el factor aplicación (1 y 2 veces por semana), y en cada parcela 3 bloques con los 5 tratamientos. Los tratamientos fueron T1: MM de café; T2: MM de bosque; T3: MM de potrero; T4: EM comercial (EM*1®) siguiendo las recomendaciones de FUNDASES y T5: cultivo sin aplicación. Se realizaron evaluaciones semanales durante 70 días. En análisis de varianza mostró diferencias entre los tratamientos y la prueba de	Los microorganismos capturados o MM presentaron mayor efectividad en su desarrollo y rendimiento, y los análisis de suelos revelaron que la aplicación de microorganismos influyó en algunas propiedades, como incremento de la materia orgánica, el pH y el contenido de nitrógeno y potasio	ISSN-e 1909-9959, ISSN 1692-3561	https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117842
--------	---------------------	------	---	--	-----------------------	--	----	---	---------	-----------	----------	--------	--	---	----------------------------------	---

												<p>más altos en presencia de Microorganismos de Montaña. Destaca el incremento del Pseudomonas fluorescens en solución de suelo en tratamientos a los que se adicionó MM: pasó de 6 a 20 mg.l-1; esta condición se reflejó además en la cantidad de P. fluorescens en el tejido foliar al final del ensayo</p>	<p>ento de las plantas de soya y tomate. Por su origen (poblaciones nativas de bosques naturales) y preparación, los bioles de MM tienen potencial para ser utilizados como insumo en la producción agrícola sostenible.</p>				
AC-014	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2017	Steven Umaña, Karina Rodríguez, Carlos Rojas Hoppe	¿Funcionan realmente los microorganismos de montaña (MM) como estrategia de biofertilización? Un enfoque de ingeniería de biosistemas	Universidad Nacional de Costa Rica	Revista de Ciencias Ambientales	51	2	133 - 144	2017-07	COSTARRICA	ESPAÑOL	<p>Los resultados indicaron que un tiempo de retención en biorreactor cercano a dos semanas fue el que generó un biol con un impacto positivo significativo a nivel</p>	<p>Demuestra que la biofertilización con microorganismos de montaña funciona, pero sugiere que una serie</p>	10.15359/rca.51-2.7	ISSN 2215-3896	<p>https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6055219</p>

											de actividad biológica, propiedades químicas del suelo y calidad de los cultivos. Estas diferencias significativas parecen estar relacionadas con una dinámica más activa del sistema edáfico correspondiente al mismo tratamiento	de parámetros ingenieriles deben ser estudiados para optimizar esta estrategia de fertilización de bajo costo y ambientalmente sostenible				
AC-015	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2012	Padron, Leary, Torres Rodríguez, Duilio Gilberto, Contreras Olmos, Jorge, López, Marisol, & Colmenares, Carlos.	Aislamiento de cepas fijadoras de nitrógeno y solubilizadoras de fósforo en un suelo alfisol venezolano	Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA)	Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas	3	2	285 - 297	2012 - 06	MEXICO	ESPAÑOL	Los resultados muestran que las FN se desarrollan mejor en los usos pasto y caña de azúcar con 20 y 10 cepas respectivamente, lo que indica que las cepas FNVL se desarrollan mejor en aquellos manejos con bajo contenido de materia orgánica o manejo intensivo.	Las cepas FNVL se desarrollaron mejor en aquellos manejos con bajo contenido de materia orgánica o manejo intenso, dado que en estas condiciones se estimula mejor la fijación	ISSN 2007-0934	http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v3n2/v3n2a6.pdf

												el mayor número de bacterias SF se observaron en aquellos manejos con mayor contenido de fósforo (lechoza) con 13 colonias, o en usos con adecuadas condiciones físicas para el desarrollo microorganismos (bosque), con 10 colonias	simbiótica de nitrógeno. Mientras que el mayor desarrollo de bacterias SF se observó en aquellos manejos con mayor contenido de fósforo, ya sea bajo fertilización orgánica o inorgánica		
AC-016	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2020	Murillo Montoya, S. A., Mendoza Mora, A., & Fadul Vásquez, C. J.	La importancia de las enmiendas orgánicas en la conservación del suelo y la producción agrícola	Revista Colombiana De Investigaciones Agroindustriales	7	1	58 - 68	2020 06	COLOMBIA	ESPANOL	Dentro de las principales enmiendas orgánicas se encuentran los abonos verdes, los lodos de depuración, estiércol y vermicompost, que combinados con microorganismos eficientes, tienen el potencial de mejorar	Se sugiere evaluar el efecto de los microorganismos eficientes tanto en el suelo, en las enmiendas y en los cultivos, así como la	10.23850/24220582.2503	http://revistas.sena.edu.co/index.php/recia/article/view/2503/3600

												la disponibilidad del agua para las plantas, reducir las emisiones de gases efecto invernadero, recuperar suelos degradados, disminuir la erosión, secuestrar metales pesados y carbono, y solubilizar macro y micronutrientes necesarios para las plantas.	combinación de diferentes tipos de enmiendas, para que de esta manera, podamos reducir la dependencia de los fertilizantes químicos				
AC-017	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2014	Milian Martí, P. R., González Ramírez, J., Cuellar Valero, E. de la C., Rivero Casanova, C. J., Fresneda Quintana, C., & Terrero Matos, W.	Efecto de microorganismos eficientes (ME-50) sobre la morfología y el rendimiento del cultivo del arroz (<i>Oryza sativa</i>) en Aguada de Pasajeros	Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez"	Revista Científica Agroecosistemas	2	2		2014-04	CUBA	ESPAÑOL	Las plantas tratadas registraron los mejores resultados en relación a las variables morfológicas evaluadas en el rendimiento (7,6 t.ha ⁻¹). Las aplicaciones con ME-50 registraron una efectividad técnica de 82 % en el control de larvas	Las aspersiones con ME-50 mostraron los mejores resultados en las variables morfológicas y de rendimiento en la variedad de arroz en estudio. Las	-	ISSN (electrónico): 2415-2862	https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/14

AC-018	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2016	Villacís-Aldaz, Luis Alfredo, Zapata-Vela, Judith Jaqueline, León-Gordón, Olguer Alfredo, Vásquez-Freitez, Carlos Luis, Mullo-Sarzosa, Jorge Gonzalo, Zapata-Vela, Angélica Carmelina, & Gutierrez-Alban, Alberto Cristóbal	Compatibilidad y sobrevivencia de microorganismos benéficos de uso agrícola (Beauveria bassiana, Bacillus thuringiensis y Paecilomyces lilacinus) en compost	Universidad Católica Boliviana San Pablo	Journal of the Selva Andina Biosphere	4	2	93 - 99	2016 - 11	BO LIVIA	ES PAÑOL	El análisis del contenido nutricional biológico a los 30 y 60 días después de iniciado el proceso de compostaje demostró la compatibilidad y sobrevivencia de los EMs, los cuales convivieron y reprodujeron en el abono orgánico. Con referencia al contenido físico-químico, el mayor contenido de materia orgánica, pH, conductividad eléctrica, nitrógeno, fósforo, potasio y calcio fue registrado en el T1: 100 cc de Beauveria bassiana - 100 cc de Bacillus thuringiensis - 100 cc de Paecilomy	En conclusión del estudio realizado, la sobrevivencia y compatibilidad de los microorganismos fue favorecida cuando se aplicó 100 cm ³ de Beauveria bassiana - 100 cm ³ de Bacillus thuringiensis - 100 cm ³ Paecilomyces lilacinus), lo cual promovió el aumento en la concentración de nutrientes. Sin embargo, dado que las poblaciones	<u>versión On-line ISSN N 2308-3859</u> http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592016000200006
--------	---------------------	------	---	--	--	---------------------------------------	---	---	---------	-----------	----------	----------	---	---	--

													entre ellos			
AC-019	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2018	Rodríguez Ramos, D., Pérez Valdés, N., González García, J., & Mazorra Calero, C.	MICROORGANISMOS AUTÓCTOS MULTIPROPOSITOS EN SISTEMAS PRODUCTIVOS DE LA PROVINCIA CIEGO DE ÁVILA	Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez	Universidad & Ciencia	7	2	182 - 194	2018 - 04	CUBA	ESPAÑOL	Se establecieron sus tendencias actuales. Predominan los productores agrícolas con 39,16%. El 80% de los productores manifestó conocer la tecnología, el 88% no tuvo criterios sobre sus potencialidades y se recomendó su empleo en un 47%. Los microorganismos	Es insuficiente el conocimiento de los productores agropecuarios sobre el uso de los Microorganismos Autóctonos Multipropósitos. Se pueden incrementar los niveles de	-	ISSN: <u>2227-2690</u> http://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/886/1176

AC-020	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2016	Laura Abisaí Pazos Rojas, Vianey Marín Cevada, Yolanda Elizabeth Morales García, Antonino Baez, Miguel Angel Villalobos López, Martín Pérez Santos y Jesús Muñoz Rojas	Uso de microorganismos benéficos para reducir los daños causados por la revolución verde	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto Politécnico Nacional 3 Puebla	Revista Iberoamericana de Ciencias	3	7	72 - 85	2016 - 12	ESTADOS UNIDOS ESPAÑOL	Para satisfacer las necesidades alimenticias de la humanidad se utilizan prácticas agrícolas que implican el uso de variedades mejoradas, niveles elevados de fertilizantes nitrogenados, pesticidas, herbicidas y riego. Esta tecnología, llamada "revolución verde" permitió incrementar los rendimientos agrícolas y una disminución en los costos de alimentos; empero, ha traído efectos adversos al medioambiente. Los objetivos de este trabajo son: mostrar algunos de los efectos	La "revolución verde" ha traído beneficios de productividad de cultivos, así como severos efectos sobre el medio ambiente y la salud humana. Los microorganismos benéficos promotores del crecimiento vegetal incrementan la superficie de las raíces de las plantas lo que favorece una mejor absorción de los nutrientes adicionales	ISSN 2334-2501	http://www.reibci.org/publicados/2016/dic/2000114.pdf
--------	---------------------	------	--	--	--	------------------------------------	---	---	---------	-----------	------------------------	--	--	----------------	---

AC-021	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2018	Camacho Céspedes, Fabricio, Uribe Lorio, Lidieth, Newcomer, Quint, Masters, Karen, & Kinyua, Maureen	Bio-optimización del compost con cultivos de microorganismos de montaña (MM) y lodos digeridos de biodigestor (LDBIO)	Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica	Cuadernos de Investigación UNED	10	2	330 - 341	2018 - 12	COSTARRICA	ESPAÑOL	De acuerdo con los datos obtenidos, se logra evidenciar a ese nivel de resolución, que efectivamente los MM y LDBIO presentan características apropiadas como agentes optimizados del compost. El compost que presenta las mejores características de calidad en cuanto a la concentración de macronutrientes, contenido de materia orgánica, carbono, retención de humedad y concentración de biomasa microbiana, es el que contiene MM y LDBIO en forma integrada. La	Se concluye que es factible continuar invirtiendo en la investigación de estos computadores como agentes optimizadores del compost. Se recomienda realizar ensayos de respuesta de crecimiento con el abono optimizado para identificar el potencial de aporte al desarrollo de los cultivos	10.22458/urj.v10i2.2163	Online version ISSN 1659-4266	https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-42662018000200330
--------	---------------------	------	--	---	---	---------------------------------	----	---	-----------	-----------	------------	---------	---	--	-------------------------	-------------------------------	---

												incorporación de estos compuestos no afecta otros parámetros de calidad de este abono, incluyendo el pH, la CE y la relación C/N.					
AC-022	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2017	Luna Feijoo, I. M. A., & Mesa Reinaldo, M. J. R.	Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores	Universidad de Cienfuegos	Revista Científica Agroecosistemas	4	2	31 - 40	2017 - 02	CU BA	ESPAÑOL	Los Microorganismos Eficientes, como inoculante microbiano, restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejoran sus condiciones físico-químicas, incrementan la producción de los cultivos y su protección, además conservan los	Pueden ser utilizados en la rama pecuaria (porcicultura, ganadería y avicultura) para la cría de animales, el incremento de las variables productivas. Todo ello maximiza la		ISSN (electrónico): 2415-2862	https://ceema.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/84

												recursos naturales, generan una agricultura y medio ambiente más sostenible.	eficiencia de los sistemas y el manejo de excretas e instalaciones.			
AC-023	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2009	Díaz Barragán, Olga Angélica, Montero Robayo, Diana Mercedes, & Lagos Caballero, Jesús Alberto.	Effect of efficient microorganisms on cation exchange capacity in acacia seedlings (Acacia melanoxylon) for soil recovery in Mondoñedo, Cundinamarca	Universidad de La Salle Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia Forestal	12	1	141 - 160	2009 - 12	COLOMBIA	ESPAÑOL	Se hizo un análisis estadístico de pruebas de comparaciones múltiples y de varianzas que mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. De esta forma se encontró la mejor alternativa que pretende mejorar la calidad ambiental de los suelos erosionados como los del desierto de Zabinsky: fue EM en dosis de 5% del agua del riego, mejorando el incremento de la CIC	EM (en dosis de 5% del agua del riego) aporta mejores resultados en el incremento de la capacidad de intercambio iónico (cic) en el suelo con la mezcla de los abonos orgánicos (compost, mulch y gallinaza); tiende a generar baja de pH en el	Print version ISSN 0120-0739	http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392009000100010

														plantas			
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---------	--	--	--

AC-024	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2010	Raúl O. Pedraza; Kátia R.S. Teixeira; Ana Fernández Scavino; Inés García de Salamone; Beatriz E. Baca; Rosario Azcón; Vera L.D. Baldani, Ruth Bonilla	Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica)	Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria	11	2	155 - 164	2010-07	COLOMBIA	ESPAÑOL	La adquisición de nutrientes del suelo está gobernada por el crecimiento radical y su interacción con los componentes bióticos y abióticos del suelo. esta interacción se manifiesta en gran medida por las propiedades físicas, químicas y biológicas de la rizósfera. A partir de un mejor conocimiento de las interacciones de la rizósfera y de cómo se asocian las raíces con los microorganismos del suelo habrá oportunidad para mejorar la eficiencia de la captación de nutrientes por las	Según lo expuesto precedentemente, resulta esencial el conocimiento de la microbiota, sea ésta fijadora de nitrógeno, solubilizadora de fosfatos o promotora del crecimiento vegetal, que se asocia con los diferentes cultivos agrícolas, con el propósito de maximizar los efectos benéficos de la biofertilización y bioestimulaci	10.21930/rcta.vol11-num2	ISSN: 0122-8706 E-ISSN: 2500-5308	http://revista.corpoica.org.co/index.php/revista/issue/view/20
--------	---------------------	------	---	--	---	--	----	---	-----------	---------	----------	---------	---	---	--------------------------	-----------------------------------	---

												agricultura sostenible y buen funcionamiento del ecosistema					
AC-025	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2019	Juan Alarcon Camacho, David Carlos Recharte Pineda, Franklin Yanqui Díaz, Maruja Moreno LLacza, Isabel Maximiliana Montes Yarasca, Marilyn Aurora Buendía Molina	Elaboración de un biofertilizante a partir de microorganismos eficientes autóctonos en Perú	Universidad Nacional Agraria La Molina	Anales Científicos	80	2	515 - 522	2019 - 12	PERÚ	ESPAÑA OL	Se elaboraron ocho captadores de EMA que fueron colocados a 10 cm de profundidad del suelo por un periodo de dos semanas. A partir de los EMA	La utilización de cepas nativas de microorganismos en la elaboración de biofertilizantes present	10.21704/ac.v80i2.1484	2519-7398 (electrónico); 0255-0407 (impreso)	http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1484

AC-026	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2017	Solis Ramírez David , Tarsicio Medina Saavedra, Arroyo Figueroa Gabriela	Presencia de Trichoderma spp. en Cerro De Tetillas, correlación con los componentes vegetales y factores ambientales	Universidad de Guanajuato	Jóvenes en la Ciencia	3	NE - 1	7 - 11	2017	MEXICO	ESPAÑA	La mayor correlación encontrada con la presencia de Trichoderma spp. se observó con las variables de materia orgánica, descomposición y cobertura vegetal, siendo los de menor correlación bóveda abierta, pedregosidad y pendiente, en el mismo sentido se observa que el muestreo 29 está asociado en mayor medida con este microorganismo donde se tiene 20% de pedregosidad, 70 % de materia orgánica, 95 % de descomposición, 85 % de cobertura vegetal, 10 % de bóveda abierta, 70 % de	Estudiar la presencia de Trichoderma spp. en un ecosistema de montaña a proporciones alternativas de uso en la agricultura sustentable. En el cerro de Tetillas se hace notar la presencia del género Trichoderma spp. el cual se ve favorecido por un ambiente equilibrado con adecuada presencia de materia orgánica, apropiada desco	239 5- 979 7	https://pdfs.semanticscholar.org/4779/dc79f4134fe52cdeebbf78209a55f80a3822.pdf
--------	---------------------	------	--	--	---------------------------	-----------------------	---	--------	--------	------	--------	--------	---	---	-----------------------	---

											<p>arcilla, 10 % de limo y 20 % de arena. El género <i>Trichoderma</i> spp. tiene una mayor correlación con las especies vegetales <i>Ipomoea murucoides</i>, <i>Crotón ciliatoglandulifer</i>, <i>Celtispallida</i>, <i>Malvaceae</i> spp., y una enredadera, por el contrario, es clara la poca correlación que tiene con el género de las <i>Poaceas</i></p>	<p>posición y buena cobertura orgánica, sin embargo, es claramente afectado por los cambios en la vegetación a consecuencia de factores antrópicos</p>			
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--

AC-027	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2013	Omar Cables Labrada	Alternativa saludable y económica para lograr una agricultura sostenible: los microorganismos eficientes	Universidad de Holguín	Luz	12	1	84 - 95	2013 - 01	CU BA	ES PA Ñ OL	Fue posible lograr producciónes agrícolas de calidad, sin la aplicación de productos químicos que perjudicaran la salud y el medio ambiente, mediante el empleo de una metodología que permitió obtener nuevas alternativas agroecológicas. Se hizo referencia al uso de los microorganismos eficientes, logrados a partir de materias primas naturales. Se obtuvo un producto biológico y natural para disímiles funciones, entre ellos: fertilizantes, purificador de aguas residuales	La tecnología de los microorganismos benéficos es una alternativa viable para cualquier productor agrícola, si se considerara que es económica, de fácil fabricación y aplicación, y que los rendimientos agrícolas ostentan resultados con una calidad superior, ya que los frutos obtenidos no están contami-	1814-151X	https://luz.uho.edu.cu/index.php/luz/article/view/594
--------	---------------------	------	---------------------	--	------------------------	-----	----	---	---------	-----------	-------	------------	--	---	-----------	---

AC-028	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2020	Mesa Reinaldo, J. R.	Microorganismos eficientes y su empleo en la protección fitosanitaria de los cultivos	Universidad de Cienfuegos	Revista Científica Agroecosistemas	8	2	102 - 109	2020 - 09	CUBA	ESPAÑOL	<p>Gran parte de los problemas fitosanitarios de los cultivos en el mundo, son causados por plagas que atacan la planta, provocando su pérdida total o una drástica reducción de los rendimientos agrícolas. En respuesta, los agricultores recurren al control químico con los problemas que este provoca. Esto ha motivado que se busquen nuevas estrategias para el control de plagas y enfermedades y la utilización de los microorganismos eficientes se constituye como una alternativa atractiva, por lo que</p> <p>Al concluir el trabajo, se determinó que los microorganismos eficientes pueden convertirse en un complemento importante del manejo integrado de plagas y enfermedades de los cultivos y que la información sobre el modo de aprovechar la tecnología en el manejo ecológico de plagas y enfermedades de las plantas en Cuba y el</p>	2415-2862	https://ceema.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/407
--------	---------------------	------	----------------------	---	---------------------------	------------------------------------	---	---	-----------	-----------	------	---------	---	-----------	---

AC-029	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2019	Ramírez Marrache, Karina, Florida Rofner, Nelino, & Escobar Mamani, Fortunato	Indicadores químicos y microbiológicos del suelo bajo aplicación de microorganismos eficientes en plantación de cacao (Theobroma cacao L.)	Universidad Mayor de San Andrés	Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales	6	2	21 - 28	2019 - 12	BO LIV IA	ES PA Ñ OL	La investigación, se ajustó a un diseño experimental de bloque completo al azar con cuatro tratamientos y cuatro bloques o repeticiones. Los tratamientos en estudio son dosis de EM de 0 (T1), 1 (T2), 2 (T3) y 3 litros por mochila de 20 L (T4); que representan concentraciones de 0%, 5%, 10% y 15% de EM en la suspensión aplicada; evaluándose, materia orgánica (MO), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K+), calcio (Ca ²⁺), magnesio (Mg ²⁺), aluminio (Al ³⁺), hidrogeno (H+),	La aplicación de EM tuvo efectos sobre los indicadores químicos del suelo, muestra a diferencias altamente significativas para MO y N, los demás indicadores no mostraron diferencias respecto a los tratamientos aplicados, observándose ligera tendencia de incremento para los indicadores K+, Ca ²⁺ y Mg ²⁺ , que estadísticamente no	2409-1618	http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2409-16182019000200004&script=sci_arttext
--------	---------------------	------	---	--	---------------------------------	--	---	---	---------	-----------	-----------	------------	---	---	-----------	---

AC-030	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2018	Castellanos González, D. C. L., Céspedes Novo, I. N. E., Sequeda Serrano, L. A., Jaime Mendosa, T. J. E., & Niño Vera, L. L. J.	Caracterización Microbiológica de seis Biopreparados Artesanales	Universidad de Cienfuegos	Revista Científica Agroecosistemas	6	3	57 - 65	2018 - 12	CUBA	ESPAÑOL	Se trabajó en la caracterización de los fundamentales grupos de microorganismos en los seis biopreparados. Se realizaron siembras el medio de Martin para el conteo de hongos, para bacterias y actinobacterias el medio de Bunt y Rovira, para bacterias solubilizadoras de fosfato el medio Pykoskaia y para bacterias de la familia Bacillaceae el medio Mossel modificado. El conteo de colonias de cada microorganismo por biopreparado mostró variaciones notables, así como entre los grupos de microorganismos	Los seis biopreparados estudiados poseen microorganismos que pudieran tener efecto como bioestimulantes, solubilizadores de fosfatos o antagonistas, aunque las concentraciones son relativamente bajas, ya que solo cuatro alcanzaron 106 UFC por ml de microorganismos totales. Los biopreparados presentan diferencias estadísticas	2415-2862	https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes/article/view/219
--------	---------------------	------	---	--	---------------------------	------------------------------------	---	---	---------	-----------	------	---------	--	--	-----------	---

AC-031	ARTÍCULO CIENTÍFICO	2020	Alarcon Camacho, Juan, Recharte Pineda, David Díaz, Franklin, Moreno LLacza, Sarita Maruja, & Buendía Molina, Marilyn Aurora	Fertilizar con microorganismos eficientes autóctonos tiene efecto positivo en la fenología, biomasa y producción de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill)	Universidad Nacional de Trujillo	Scientia Agropecuaria	11	1	67 - 73	PERÚ	ESPAÑOL	Los resultados mostraron que la dosis de 25 cc de EMA aplicado cada 14 días, contribuyó a una mayor altura (39 cm), mayor número de flores (37 flores), mayor área foliar (24 cm ²), el mayor número de tallos por planta (5 tallos), el mayor peso de la raíz a la cosecha (59,67 g) y el mayor rendimiento (1713,69 g/planta). Ello sugiere que la aplicación de biofertilizante puede ser una importante alternativa para fertilizar cultivos como el tomate, reduciendo el uso de fertilizantes de síntesis química e	Fertilizar con microorganismos eficientes autóctonos incrementa el tamaño de la planta, el número de flores, el área foliar, el número de tallos, el peso de la raíz y la producción; lo anterior explica su efecto positivo en la fenología, biomasa y producción de esta hortaliza.	10.17268/sci.agropecu.2020.01.08	2077-9917	http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v11n1/2077-9917-agro-11-01-00067.pdf
--------	---------------------	------	--	---	----------------------------------	-----------------------	----	---	---------	------	---------	---	---	----------------------------------	-----------	---

