



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Uso de microorganismos efectivos, en el manejo agronómico de
hortalizas”

AUTOR:

Jefferson Ernesto Saltos Zambrano.

TUTORA:

Ing. Gabriela Medina Pinoargote, MAE.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2022

RESUMEN

Es necesario destacar que los microorganismos eficientes reestablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando su condición físico – química, además incrementan la protección y los rendimientos de los cultivos, conservando los recursos naturales, el suelo y el ambiente, desarrollando una agricultura sostenible y sustentable. Los microorganismos viven naturalmente en el suelo (bacterias, hongos, actinomicetos) y cumplen múltiples funciones, especialmente degradando y/o transformando diversos materiales para que sean aprovechados en la nutrición de las plantas. ME no reemplaza otros métodos de conducción. Es una herramienta complementaria para optimizar las mejores prácticas de manejo de cultivos y suelos, como la rotación de cultivos, la fertilización orgánica, la labranza de conservación, el manejo de residuos y el control biológico de plagas. De acuerdo a lo analizado se ha determinado que los microorganismos eficientes poseen muchos beneficios en el ámbito agrícola, debido a que promueven la germinación de la semilla, incrementan la floración y aumentan el crecimiento de los frutos garantizando buenos rendimientos y que a su vez mejoran la estructura del suelo, ayudando a la fertilidad química de los mismos, eliminando agentes patógenos causantes de enfermedades en las plantas; así mismo promueven la absorción de agua y nutrientes en las plantas, ayudando a su actividad fotosintética mejorando los cultivos hortícolas. La importancia de aplicar microorganismos eficientes en las hortalizas es porque producen efectos como incremento del tamaño de las plantas, aumentan el número de flores, área foliar y peso de raíces, logrando un efecto positivo en la fenología, biomasa y rendimiento de las mismas.

Palabras claves: microorganismos, hortalizas, sostenibilidad.

SUMMARY

It is necessary to highlight that efficient microorganism reestablish the microbiological balance of the soil, improving its physical-chemical condition, as well as increasing the protection and yields of crops, conserving natural resources, the soil and the environment, developing a sustainable and sustainable agriculture. Microorganisms live naturally in the soil (bacteria, fungi, actinomycetes) and perform multiple functions, especially degrading and/or transforming various materials so that they can be used for plant nutrition. ME does not replace other driving methods. It is a complementary tool for optimizing best crop and soil management practices, such as crop rotation, organic fertilization, conservation tillage, residue management, and biological pest control. According to what has been analyzed, it has been determined that efficient microorganisms have many benefits in the agricultural field, because they promote seed germination, increase flowering and increase fruit growth, guaranteeing good yields and, in turn, improving the soil structure, helping their chemical fertility, eliminating pathogenic agents that cause diseases in plants; They also promote the absorption of water and nutrients in plants, helping their photosynthetic activity, improving horticultural crops. The importance of applying efficient microorganisms in vegetables is because they produce effects such as increased plant size, increased number of flowers, leaf area and root weight, achieving a positive effect on their phenology, biomass and yield.

Keywords: microorganisms, vegetables, sustainability.

CONTENIDO

RESUMEN	II
SUMMARY	III
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO METODOLÓGICO	3
1.1. Definición del tema caso de estudio	3
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos	4
1.4.1. General.....	4
1.4.2. Específicos	4
1.4. Fundamentación teórica.....	4
1.4.1. Importancia de los microorganismos eficientes.....	4
1.4.2. Efecto de los microorganismos eficientes en las plantas	8
1.4.2. Uso de los microorganismos eficientes en hortalizas	14
1.4.3. Extracción de los microorganismos eficientes.....	14
1.5. Hipótesis	16
1.6. Metodología de la investigación	16
CAPÍTULO II	17
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	17
2.1. Desarrollo del caso	17
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo).....	17
2.3. Soluciones planteadas	18
2.4. Conclusiones	18
2.5. Recomendaciones	20
BIBLIOGRAFÍA.....	21
ANEXOS	25

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las hortalizas son una fuente indispensable de alimentación para la población, que generalmente son tratadas con productos orgánicos; sin embargo, la dificultad radica en no obtener altos rendimientos que puedan suplir la demanda alimenticia a nivel mundial, nacional y local.

Las hortalizas son importantes fuentes de vitaminas y otros compuestos bioactivos en la dieta y un consumo de 5 o más porciones de frutas y verduras al día está ampliamente recomendado dado que se asocia con un menor riesgo de enfermedades crónicas. Entre los compuestos activos en hortalizas potencialmente responsables de esos efectos se incluyen carotenoides, vitaminas C y E, folatos compuestos fenolicso, glucosinolatos, fitosteroles y ciertos minerales (Fe, Zn, Ca). Estos componentes están en diversas formas químicas presentan diferente susceptibilidad frente al almacenamiento y procesado y tienen distinta biodisponibilidad (Alonso 2017).

Microorganismos eficientes o efectivos (ME) es un concentrado líquido que contiene unas 80 variedades de microorganismos que incluye tanto especies aeróbicas que respiran oxígeno, como anaeróbicas tipo las fotosintéticas y cuyo logro es que coexistan y se complementen, lo que les confiere un alto poder antioxidante. Descubiertos por casualidad a finales de los años sesenta, hoy la tecnología ME está disponible para todo el mundo interesado. Algunos países como Brasil se han convertido en líderes con una producción de más de 700 toneladas mensuales aplicadas a la agricultura y la ganadería (Martínez 2016).

La extracción de ME se efectúa con arroz cocido, donde después de unas semanas estará impregnado de microorganismos descomponedores de la materia orgánica, la cual estará disponible para aplicación en semilleros, plantas y suelo (Escalona 2011).

Por lo anterior detallado se realizó la presente investigación, con la finalidad de establecer lo referente al uso de microorganismos efectivos, en el manejo agronómico de hortalizas.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente documento hace referencia sobre el uso de microorganismos efectivos, en el manejo agronómico de hortalizas.

Los microorganismos eficientes (ME) favorecen funcionalmente a la germinación de la semilla, incrementan la floración, crecimiento y desarrollo de los frutos, a su vez que aumentan la biomasa, garantizando una reproducción exitosa en los cultivos.

1.2. Planteamiento del problema

Uno de los principales problemas que afecta al sector agrícola, especialmente al cultivo de hortalizas, es que se utilizan tecnologías que repercuten en la calidad de las cosechas, incrementando su producción, pero causando perjuicios en la salud de los consumidores e inclusive con la contaminación del ambiente y del suelo.

Además, los agricultores no emplean productos sostenibles y que mejoren las características físicas y químicas de los suelos lo que repercute en la microflora del suelo, entre los que se destacan los Microorganismos Eficientes.

La erosión excesiva y la transferencia de sedimentos, fertilizantes químicos y pesticidas a las aguas superficiales y subterráneas, y la eliminación inadecuada de desechos animales y humanos han causado graves problemas ambientales y de contaminación del medio ambiente en todo el mundo. Los ingenieros a menudo intentan resolver estos problemas utilizando métodos químicos y físicos conocidos. Sin embargo, se ha encontrado que estos problemas no pueden resolverse sin el uso de métodos y tecnologías

microbiológicas compatibles con los sistemas de producción agrícola.

1.3. Justificación

ME no reemplaza otros métodos de conducción. Es una herramienta complementaria para optimizar las mejores prácticas de manejo de cultivos y suelos, como la rotación de cultivos, la fertilización orgánica, la labranza de conservación, el manejo de residuos y el control biológico de plagas. Cuando se usa correctamente, ME puede mejorar los efectos beneficiosos de estos métodos.

Los microorganismos efectivos como regulador microbiano restauran el equilibrio microbiano del suelo, mejoran las condiciones físicas y químicas, aumentan la productividad y la capacidad de proteger y conservar los recursos naturales, creando una agricultura y un medio ambiente más sostenibles.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Sintetizar información sobre el uso de microorganismos efectivos, en el manejo agronómico de hortalizas.

1.4.2. Específicos

- Describir la extracción y uso de los microorganismos en los cultivos.
- Identificar los microorganismos efectivos en los cultivos de hortalizas.

1.4. Fundamentación teórica

1.4.1. Importancia de los microorganismos eficientes

Los ME surgen desde la década de los años 60, aunque los mayores

avances comienzan con los estudios del profesor de horticultura Teruo Higa, de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa aproximadamente en 1970. Este investigador se motivó por la búsqueda de alternativas naturales en la producción agrícola, el mismo había sufrido efectos tóxicos de plaguicidas químicos en sus primeros años de ejercitar su profesión (Tanya y Leiva 2019)).

Los microorganismos eficientes (ME) es una tecnología desarrollada por el profesor Teuro Higa, basada en una mezcla microbiana de diferentes géneros de microorganismos (bacterias, hongos, levaduras, entre otros). Esta tecnología es actualmente aplicada en diversos procesos agropecuarios y medioambientales y empleada en más de 80 países (Calero *et al.* 2019).

La tecnología progresó en los años 80 por el Dr. Teruo Higa en Japón buscaba reemplazos de pesticidas y fertilizantes químicos, revela que los microorganismos refuerzan las actividades biológicas de las plantas (Mitma 2021).

La necesidad de suplir la alta demanda de alimentos hace que los productores persigan, por cualquier medio, (el más usado el de tipo químico), acelerar los procesos de germinación, crecimiento y producción sin tener en cuenta el perjuicio que se le cause a los suelos y sobre todo a los consumidores finales (Feijoo 2016).

En varios países, se aplican habitualmente biofertilizantes a los cultivos, preparados con microorganismos del género *Rhizobium*, *Azospirillum*, *Bacillus* y micorrizas. En países de América Latina, existen bastas experiencias en la utilización de diferentes bioproductos que tienen como base para su funcionamiento a microorganismos nativos (Calero *et al.* 2019).

Los microorganismos eficientes o EM (del inglés Efficient Microorganism) consisten en productos formulados líquidos que contienen más de 80

especies de microorganismos, algunas especies son aeróbicas, anaeróbicas e incluso especies fotosintéticas cuyo logro principal es que pueden coexistir como comunidades microbianas e incluso pueden completarse (Tanya y Leiva 2019).

Cuando los Microorganismos Eficientes incrementan su población, como una comunidad en el medio en que se encuentran, se incrementa la actividad de los microorganismos naturales, enriquecen la microflora, balancean los ecosistemas microbiales y suprimen microorganismos patógenos (Feijoo 2016).

Microorganismos Eficientes (ME) fue un concepto desarrollado por el profesor Teruo Higa, de la Universidad de Ryukyus, Okinawa, Japón, en la década del 80. Estos son cultivos mixtos de microorganismos naturales beneficiosos que pueden aplicarse para aumentar la actividad microbiana del suelo y las plantas. Esta alternativa, si se usa apropiadamente puede reforzar los efectos beneficiosos de otras prácticas agrícolas (Ferral *et al.* 2019).

Los ME son un grupo muy grande de organismos, que cumplen multitud de funciones en el suelo y mantienen en orden los ciclos normales de múltiples sustancias. Esta labor es permanente y gracias a ella la vida en el suelo se mantiene. Estos organismos viven naturalmente en el suelo (bacterias, hongos, actinomicetos) y cumplen múltiples funciones, especialmente degradando y/o transformando diversos materiales para que sean aprovechados en la nutrición de las plantas (Feijoo 2016).

En los últimos años los agricultores han impulsado varios programas con el fin de elevar sus cosechas durante todo el año, entre los que se encuentran la tecnología de los microorganismos eficientes (ME), la que según Álvarez *et al.* (2012) se ha convertido en una ciencia importante para la agricultura.

Hay una gran variedad de métodos para la descontaminación de aguas y aguas residuales (AR), entre los que se encuentran la utilización de microorganismos, denominados eficientes (ME), y su importancia resulta de que ellos no generan subproductos contaminantes y, además, son eficientes (Romero y Vargas 2017).

Los fertilizantes químicos, son muy utilizados en el sector agrícola; no obstante, el abuso en su utilización genera residuos que producen salinización, problemas en el drenaje, compactación del suelo y disminución de la actividad microbiana comprometida en la nutrición vegetal deteriorando el ambiente a largo plazo (Alarcón *et al.* 2020).

Estos microorganismos se clasifican en grandes grupos funcionales como: grupo ácido láctico, bacterias fotosintéticas, grupo de las levaduras, grupo de los actinomicetos y hongos. Sus funciones en el suelo son: Fijación del nitrógeno atmosférico, descomposición de desechos orgánicos y residuos, supresión de patógenos del suelo, reciclaje e incremento de la disponibilidad de nutrientes para las plantas, degradación de tóxicos incluyendo pesticidas (Feijoo 2016).

En un inicio estos microorganismos fueron utilizados para mejorar la calidad del suelo y la eficacia del uso de la materia orgánica por las plantas respectivamente, así como suprimir putrefacción (incluyendo enfermedades). Este estudio fue desarrollado por el Doctor Teruo Higa en la Universidad de Ryukyus, Okinawa, Japón, y se completó en 1982 (Romero y Vargas 2017).

Año tras año se incrementa la cantidad de fertilizante aplicado al cultivo por la menor eficiencia de adsorción en el suelo y absorción por la planta, aumentando los costos de producción y generando un problema ambiental debido a la producción de gases tóxicos que se desprenden de los fertilizantes como los óxidos de nitrógeno que dañan la capa de ozono (Alarcón *et al.* 2020).

Las especies principales de microorganismos incluyen: Bacterias del ácido láctico: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactics*. Bacterias fotosintéticas: *Rhodopseudomonas plastrus*, *Rhodobacter spaeroides*. Levaduras: *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*. Actinomicetes: *Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*. Hongos la fermentación: *Aspergillus oryzae*, *Mucorhiemalis* (Feijoo 2016).

Una de las posibles alternativas propuestas contra tal situación, es la biofertilización con microorganismos del suelo, los cuales, reproducidos en una mezcla, producen un efecto potencializado sobre los cultivos y otros procesos agropecuarios. Esta forma de reproducción, denominada tecnología de Microorganismos Eficientes (ME), ha sido investigada, desarrollada y aplicada en más de 80 países del mundo sobre una multitud de usos agropecuarios y ambientales (Calero *et al.* 2019).

Una alternativa a los fertilizantes químicos es utilizar Microorganismos Eficientes Autóctonos (EMA), que se encuentra dentro de la biotecnología de la agricultura sostenible (García, citado por Alarcón *et al.* 2020), los cuales se producen a base de microorganismos que viven en el suelo, aunque en bajas poblaciones; pero al incrementar su población mediante la inoculación artificial son capaces, entre otros beneficios, de poner a disposición de las plantas una parte importante de los elementos nutritivos que estas necesitan para su desarrollo sin afectar el equilibrio biológico del suelo (Alarcón *et al.* 2020).

El microorganismo eficiente posee varias denominaciones como ejemplo tenemos; microorganismos eficientes solución madre, microorganismos eficientes básico, microorganismos eficientes concentrado, microorganismos eficientes original, etc. Tienen distintos nombres para el mismo producto, pero el EM-1 viene solamente en forma líquida y es un microorganismo útil y seguro (Mitma 2021)

1.4.2. Efecto de los microorganismos eficientes en las plantas

Los ME han mostrado efectos beneficiosos para el tratamiento de aguas negras, reducción de malos olores, en la producción de alimentos libres de agroquímicos, el manejo de desechos sólidos y líquidos generados por la producción agropecuaria, la industria de procesamiento de alimentos, fábricas de papel, mataderos y municipalidades, entre otros (Tanya y Leiva 2019).

“Por ello que surge la necesidad de utilizar para el proceso de germinación, como estimulante foliar, en el tratamiento de plagas y enfermedades, mecanismos de tipo biológico como el uso de microorganismos que replacen los métodos químicos hasta ahora usados” (Feijoo 2016).

El empleo de los microorganismos, como biofertilizantes para especies vegetales cultivadas, ha sido una práctica común en los últimos años. Las rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas (RPCP) se han destacado como biofertilizantes, porque estos microorganismos se adaptan y crecen rápidamente alrededor de las raíces de las plantas (Calero *et al.* 2019).

Para que la acción de los microorganismos sea eficiente se debe conocer los requerimientos ambientales, entre ellos se consideran la humedad, temperatura y pH. Existe mayor diversidad de microorganismos en ambientes de pH neutro entre valores de 6 a 8 y con temperaturas entre 15 y 45 °C. La reproducción o inoculación de ME se realiza bajo fermentación anaeróbica (Tanya y Leiva 2019).

Una alternativa para mejorar la fertilidad de los suelos puede ser los ME, los mismos que son un cultivo microbiano mixto, de especies seleccionadas de microorganismos benéficos, que inoculados al suelo contribuyen a restablecer el equilibrio microbiano, muchas veces deteriorado por las malas prácticas de manejo agronómico (Toalombo 2012).

“Los microorganismos eficientes, como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físicoquímicas, incrementando la producción de los cultivos y su protección; además conserva los recursos naturales, generando una agricultura sostenible” (Vela 2018).

“El principio fundamental de esta tecnología consiste en la introducción de un conjunto de microorganismos benéficos, que permiten mejorar las propiedades del suelo” (Calero *et al.* 2019).

Mejorar la calidad del alimento, lo que al final se reflejado en la salud del consumidor disminuye el acelerado proceso de contaminación que está presentando el suelo y el rendimiento económico del productor puede resultar mayor, puesto que el uso de microorganismos reduce los costos, comparado con la inversión que se debe hacer con el uso de fertilizantes químicos (Feijoo 2016).

Efecto de los ME en las plantas: Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico; aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizo bacterias promotoras del crecimiento vegetal (Vela 2018).

“Los ME a su vez contribuyen a acelerar la descomposición de los desechos orgánicos en el suelo, lo cual incrementa también la disponibilidad de nutrientes para las plantas” (Toalombo 2012).

La utilización de los ME ha resultado favorable para la agricultura, porque su introducción a favorecido y beneficiado a los agricultores y la producción de algunos cultivos, como la col, el tomate, la zanahoria, la cebolla y el frijol y todavía no han sido reportados resultados de su utilización en el cultivo del pepino (Calero *et al.* 2019).

Además, ayuda el incremento de las probabilidades de supervivencia de

las plántulas. Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades y consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades (Vela 2018).

“El uso de los microorganismos eficientes en la agricultura está en función de la zona, la calidad del suelo, el clima, los métodos de cultivo y la irrigación, entre otros factores” (Tanya y Leiva 2019).

Los microorganismos eficientes son una cultura mixta de microorganismos benéficos que pueden aplicarse como inoculante para incrementar la diversidad microbiana de los suelos, aumentando la calidad y la salud de los mismos, así como el crecimiento y el rendimiento de los cultivos (Álvarez *et al.* 2012).

ME incrementan el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos; promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas y además incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar (Vela 2018).

Los Microorganismos Eficientes son una combinación de microorganismos beneficiosos de cuatro géneros principales: Bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación. Estos microorganismos efectivos cuando entran en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y fundamentalmente sustancias antioxidantes (Toalombo 2012).

“Los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, biológicas y supresión de enfermedades, mediante las condiciones físicas y microbiológicas del suelo” (Vela 2018).

La base de la tecnología de ME es la mezcla de diferentes tipos de

microorganismos, todos ellos benéficos, que poseen propiedades de fermentación, producción de sustancias bioactivas, competencia y antagonismo con patógenos, todo lo cual ayuda a mantener un equilibrio natural entre los microorganismos que conviven en el entorno, trayendo efectos positivos sobre la salud y bienestar del ecosistema (Romero y Vargas 2017).

Con la aplicación de microorganismos benéficos el suelo retiene más agua, lo que implica una mejora de los cultivos que incrementan su resistencia al estrés hídrico en épocas de sequía o en suelos más arenosos; dicha mejora viene dada tanto por el incremento de materia orgánica en el suelo, reduciendo la porosidad, como consecuencia de la actividad microbiana (Tanya y Leiva 2019).

“Entre los efectos en las condiciones físicas del suelo: mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua” (Vela 2018).

Mediante su acción cambian la micro y macroflora de los suelos y mejoran el equilibrio natural, de manera que los suelos causantes de enfermedades se conviertan en suelos supresores de enfermedades, y ésta se transforme a su vez en tierra (suelo) azimogénico. A través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus (Toalombo 2012).

“Autores refieren que el principio fundamental de esta tecnología ME, consiste en la introducción de un grupo de microorganismos benéficos para mejorar las condiciones del suelo” (Calero *et al.* 2019).

“La aplicación de microorganismos eficientes en dosis de 4 ml/m² del mostró los mejores resultados en el rendimiento y sus componentes” (Álvarez *et al.* 2012).

“Efectos en la microbiología del suelo: suprime o controla las

poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos mejoren” (Vela 2018).

La degradación de un suelo ocurre por el uso descontrolado de agroquímicos, provocando una alteración en la actividad microbiana de los microorganismos eficientes; en tanto a un suelo fértil, la actividad microbiana es abundante, en donde interviene en el desarrollo del intercambio de nutrientes entre las plantas y el suelo. Los microorganismos agilizan y estimulan el avance de la transformación de un suelo degradado, logrando alcanzar la restauración biológica total (Nuñez 2020)

“Los Microorganismos Eficientes (EM), restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejoran su condición fisicoquímica, incrementan su protección y producción de los cultivos, además conservan los recursos naturales, generan una agricultura y medio ambiente sostenible” (Alarcón *et al.* 2020).

“La inoculación con microorganismo eficiente (ME) al ecosistema constituido por el suelo y las plantas pueden mejorar la calidad y la salud de los suelos, así como el crecimiento, rendimiento y calidad de los cultivos” (González *et al.* 2015).

La aplicación de microorganismo eficiente al suelo mantiene mayor agua, esta variación conlleva un progreso de los cultivos que aumentan su resistencia al estrés hídrico en épocas secas. El EM no es un reemplazo de otras prácticas de uso agrícola, sino que es un implemento agregado para mejorar las prácticas de manejo de suelo y cultivo (Mitma 2021).

Investigaciones demuestran que la dosis 250 mL de ME por litro de agua fue la que más influencia tuvo en la reducción del grado de infestación

por *M. incognita* en las plantas de tomate y además la utilización de ME estimuló el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate, en particular la dosis de 200 mL por litro de agua, donde se obtuvo el mayor rendimiento (Ferral *et al.* 2019).

1.4.2. Uso de los microorganismos eficientes en hortalizas

“Dentro de la producción mundial de alimentos las hortalizas ocupan un lugar destacado y su consumo cobra cada día mayor importancia, derivado del papel que desempeñan en la dieta familiar” (González *et al.* 2015).

“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 que explica su efecto positivo en la fenología, biomasa y producción de hortaliza” (Alarcón *et al.* 2020). Los microorganismos eficientes son descritos como los inoculantes microbianos, restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementando la producción de los cultivos hortícolas (Ramírez 2018).

Estos microorganismos efectivos, cuando entran en contacto con la materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y antioxidantes. Cambian la microflora y macroflora de la tierra y mejora el equilibrio natural de manera que la tierra que causa enfermedades se convierte en tierra que suprime enfermedades (Panduro 2021).

Estudios recientes han reportados que “los efectos benéficos, porque su introducción ha favorecido y beneficiado a los agricultores, varios estudios reportaron los efectos benéficos en la producción de plántulas de diferentes hortalizas” (Calero *et al.* 2019).

1.4.3. Extracción de los microorganismos eficientes

La utilidad de estos microorganismos es el uso seguro, su bajo costo, fácil manejo, amigable para el medio ambiente y el uso del 100% de materia orgánica, al ser un producto orgánico sin manipulación genética y es bien aceptado en toda clase de unidades productivas, ya sean agrícolas, pecuarias o ambientales (Ramírez 2018).

EM Solución extendida, EM Activado, EM secundario, son diferentes nombres para el mismo producto y consiste en 3% de EM y 5% o de melaza diluidos en 92% de agua en un recipiente herméticamente cerrado, dejado a fermentar durante una o dos semanas, donde un olor agrídulce y un pH de 3,5 o menos indican que el proceso está completo y debe usarse dentro del mes siguiente a la fermentación (Panduro 2021).

Los microorganismos existen en todos los ecosistemas, y los microorganismos eficientes, (mezclas de bacterias y levaduras) puede ser una alternativa a productores que apuestan a una producción más ecológica de cultivar alimentos (Ramírez 2018).

Otro producto es el EM Compost, que se elabora con un 30 % de materia orgánica (mezcla de excremento de animales, desechos sólidos, basura de cocina, hojas verdes, etc.), el cual es rociado, inyectado o mezclado completamente hasta que se humedezca en un 30%, luego se cubre con una manta grande para mantener el estado anaeróbico y se deja para que se fermente durante 30 días, un moho blanco (hongo) que aparece en la materia indica que el proceso del EM Compost está completo y debe usarse dentro de los 30 días después de la fermentación (Panduro 2021).

Con la aplicación de microorganismos eficientes y que el uso de microorganismos aplicados como alternativa en el desarrollo de los cultivos, podría ser una estrategia válida para alcanzar condiciones de suficiencia nutricional, mientras se implementan esquemas de

fertilización que permitan aumentar la disponibilidad de estos nutrientes en los suelos (Ramírez 2018).

1.5. Hipótesis

Ho= no es importante el uso de microorganismos efectivos, en el manejo agronómico de hortalizas.

Ha= es importante el uso de microorganismos efectivos, en el manejo agronómico de hortalizas.

1.6. Metodología de la investigación

El presente documento que corresponde al componente práctico de trabajo complejo para la modalidad de titulación, se elaboró mediante la recolección de información de bibliotecas virtuales, textos actualizados, revistas y artículos, ponencias, congresos y todo material bibliográfico de carácter científico que aporte al desarrollo de esta investigación documental.

La información recopilada fue plasmada en el siguiente documento, con bibliografía directa de autores sobre la temática que trata del uso de microorganismos efectivos, en el manejo agronómico de hortalizas.

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

El presente documento, recopilo información referente al “uso de microorganismos efectivos, en el manejo agronómico de hortalizas”, lo que sirvió para fortalecer la investigación del documento práctico de carácter complejo.

Hay que destacar que los microorganismos eficientes reestablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando su condición físico – química, además incrementan la protección y los rendimientos de los cultivos, conservando los recursos naturales, el suelo y el ambiente, desarrollando una agricultura sostenible y sustentable.

2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)

Las situaciones detectadas son:

- Los microorganismos eficientes datan desde hace años atrás, por la necesidad de evitar la aplicación de productos tóxicos a los cultivos.
- Los microorganismos eficientes pueden incrementar su población, ayudando a los microorganismos naturales y juntos combatir a los patógenos perjudiciales.
- Los ME transforman diversos materiales que se encuentran en el suelo, para que sean asimilables por las plantas.
- La acción y efecto de los microorganismos eficientes en los cultivos, dependen de diversos factores ambientales y de suelo.

- El ME a base de Compost se elabora con 30 % de materia orgánica (mezcla de excremento de animales, desechos sólidos, basura de cocina, hojas verdes, etc.), es rociado mezclado completamente hasta que se humedezca en un 30%, luego se cubre con una manta grande para mantener el estado anaeróbico y se deja para que se fermente durante 30 días, un moho blanco (hongo) que aparece en la materia indica que el proceso del ME Compost está completo y debe usarse en los cultivos dentro de los 30 días después de la fermentación.

2.3. Soluciones planteadas

Entre las soluciones planteadas se presentan:

- Promover el uso de microorganismos eficientes en las hortalizas para incrementar su producción.
- Capacitar a los agricultores hortícolas sobre los beneficios de estos productos en los cultivos.
- Tratar de aplicar los microorganismos eficientes en cultivos de frutales para verificar sus resultados.
- Establecer estrategias para identificar otros microorganismos eficientes.
- Aplicar tecnologías amigables con el ambiente y que sean fáciles de poner en práctica los agricultores.

2.4. Conclusiones

Por lo expuesto se concluye:

- La extracción de uso de microorganismos eficientes es a base de las bacterias y levaduras, mezcladas con melazas y agua, cerrado

herméticamente en un tanque para que su fermentación sea entre una o dos semanas. Posteriormente a ese tiempo se debe colar y el producto de la colación son los microorganismos eficientes que debe ser colocado a la plantación en dosis de 1,0 L/c bomba de 16 L de agua.

- Para elaborar ME se licua el arroz y mézclelo en una solución a base de 1 litro de melaza y tres litros de agua pura y fresca (solución madre). Posteriormente se aplica 200 ml de solución madre + 200 ml de melaza en 20 litros de agua pura por cada m² de compost, bocashi o lecho de lombrices.
- Los microorganismos efectivos son bacterias ácido lácticas, levaduras, bacterias fotosintéticas y actinomicetos.
- Los microorganismos eficientes poseen muchos beneficios en el ámbito agrícola, debido a que promueven la germinación de la semilla, incrementan la floración y aumentan el crecimiento de los frutos garantizando buenos rendimientos y que a su vez mejoran la estructura del suelo, ayudando a la fertilidad química de los mismos, eliminando agentes patógenos causantes de enfermedades en las plantas.
- Los microorganismos eficientes promueven la absorción de agua y nutrientes en las plantas, ayudando a su actividad fotosintética mejorando los cultivos hortícolas.
- Los efectos de los microorganismos eficientes en las hortalizas son los siguientes: aumentan el tamaño de las plantas, incrementan el número de flores, área foliar y peso de raíces, logrando un efecto positivo en la fenología, biomasa y rendimiento de las hortalizas.
- El EM es una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural, donde su beneficio en la agricultura se debe a que actúan como promotor del crecimiento de las plantas y supresor de enfermedades y

en el medio ambiente como ayuda para recuperar las aguas contaminadas y acelerador de la descomposición en los vertederos de residuos sólidos urbanos.

- Las especies de microorganismos efectivos son las Bacterias del ácido láctico: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis*. Bacterias fotosintéticas: *Rhodopseudomonas plastrus*, *Rhodobacter spaeroides*. Levaduras: *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*. Actinomicetes: *Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*. Hongos de la fermentación: *Aspergillus oryzae*, *Mucorhiemalis*.

2.5.Recomendaciones

Las recomendaciones son:

- Promover el uso de Microorganismos eficientes en los cultivos de hortalizas con la finalidad de incrementar la producción de hortalizas.
- Aplicar técnicas para identificar otra clase de especies de microorganismos eficientes que promuevan el desarrollo de los cultivos.
- Establecer estrategias para que los agricultores de hortalizas apliquen esta técnica en sus cultivos, ya que sus pequeñas extensiones de terreno cultivada permiten que la utilización de EM sea aprovechado al máximo por las plantas.
- Capacitar a los agricultores sobre los beneficios de los microorganismos eficientes en el desarrollo de las plantas.
- Utilizar los microorganismos eficientes en programas desarrollados por el departamento de vinculación con la sociedad de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón Camacho, Juan, Recharte Pineda, David Carlos, Yanqui Díaz, Franklin, Moreno LLacza, Sarita Maruja, Buendía Molina, Marilyn Aurora. 2020. Fertilizar con microorganismos eficientes autóctonos tiene efecto positivo en la fenología, biomasa y producción de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 67-73. <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.08>
- Alonso, B. O. 2017. Beneficios derivados del consumo de frutas y verduras y perspectivas de futuro. *Alimentaria: Revista de tecnología e higiene de los alimentos*, (337), 11-20.
- Álvarez, J. L., Núñez, D. B., Liriano, R., Terence, G. 2012. Evaluación de la aplicación de microorganismos eficientes en col de repollo (*Brassica oleracea* L.) en condiciones de organopónico semiprotegido. *Centro Agrícola*, 39(4), 27-30. Disponible en http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V39-Numero_4/cag064121879.pdf
- Calero H., Quintero, E., Pérez, Y., Olivera, D., Peña, K., Castro, I., Jiménez, J. 2019. Evaluación de microorganismos eficientes en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 36(1), 67-78. <https://doi.org/10.22267/rcia.193601.99>
- Calero Hurtado, A., Quintero Rodríguez, E., Pérez Díaz, Y., González-Pardo Hurtado, Y., & González Lorenzo, T. N. 2019. Microorganismos eficientes y vermicompost lixiviado aumentan la producción de pepino. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 22(2). Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262019000200005

- Escalona, M. 2011. Microorganismos efectivos: su extracción y uso. *Facultad de Ciencias Agrícolas*. Disponible en <https://www.uv.mx/personal/asuarez/files/2011/02/Microorganismos-efectivos.pdf>
- Feijoo, M. A. L. 2016. Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Revista Científica Agroecosistemas*, 4(2), 31-40. Disponible en <https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes/article/view/84/115>
- Ferral Manresa, C., Fuentes Chaviano, P., Calderón Amézaga, D. 2019. Uso de microorganismos eficientes autóctonos, en el manejo de *Meloidogyne incognita* en el cultivo del tomate. *Centro Agrícola*, 46(4), 38-43. Epub 01 de octubre de 2019. Recuperado en 13 de septiembre de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000400038&lng=es&tlng=es.
- González, R. L., Sosa, D., Amarilis Castro, L. H. 2015. Evaluación de microorganismos eficientes y *Trichoderma harzianum* en la producción de posturas de cebolla (*Allium cepa* L.). *Centro agrícola*, 42(2), 25-32. Disponible en http://cagricola.uclv.edu/cu/descargas/pdf/V42-Numero_2/cag04215.pdf
- Higa, T., & Parr, J. F. 2015. Microorganismos Benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenibles. Maryland (USA): Centro internacional de Investigación de Agricultura Natural, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 13.
- Martínez, M. A. 2016. Tecnología de microorganismos efectivos (EM) aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible. *UIdS. Colombia*.
- Mitma Enciso, M. (2021). Efecto de tres concentraciones de microorganismos eficientes (EM-1) en el cultivo hidropónico de *Lactuca sativa* L. "lechuga" var. Crespa, Ayacucho 2020. Disponible en http://209.45.73.22/bitstream/UNSCH/4482/1/TESIS%20B867_Mit.pdf

- Nuñez Saravia, C. M. (2020). Evaluación de tres dosis de microorganismos eficientes en el rendimiento de cultivo de repollo Brassica oleracea var. Capitata. Disponible en https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/54411/Nu%c3%b1ez_SCM%20-%20SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Panduro Grattelli, G. (2021). Respuesta a la aplicación de dos abonos procesados con microorganismos eficaces en el cultivo de ají charapita (Capsicum Frutescens. L) en la zona de Pucallpa, Ucayali, Perú.
- Parr, JF.; Papendick, RI.; Hornick, SB.; Meyer, RE. 2013. Calidad del suelo: atributos y relación con la agricultura alternativa y sostenible. *Diario Americano de Agricultura Alternativa*, 7 (1-2), 5-11.
- Ramírez Coello, E. L. (2018). *Alternativas en el manejo del chinche del arroz (Oebalus insularis) con la utilización de una fuente de microorganismos eficientes en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) en el cantón Mocache– Los Ríos-Ecuador* (Bachelor's thesis, Quevedo-UTEQ).
- Romero López, T. y Vargas Mato, D. 2017. Uso de microorganismos eficientes para tratar aguas contaminadas. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 38(3), 88-100. Recuperado en 13 de septiembre de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382017000300008&lng=es&tlng=es.
- Tanya Morocho, Mariuxi, & Leiva-Mora, Michel. 2019. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93-103. Recuperado en 13 de septiembre de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093&lng=es&tlng=es.
- Toalombo Iza, R. M. 2012. *Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (Allium fistulosum)* (Bachelor's thesis). Disponible en

<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2217/1/Tesis-22agr.pdf>
Vela Rodriguez, B. 2018. Respuesta a la aplicación de gallinaza y vacaza enriquecidas con microorganismos eficientes sobre la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.-variedad great lakes 659) en el centro de producción de la UNU. Disponible en <file:///C:/Users/HP/Downloads/000003504T.pdf>

ANEXOS

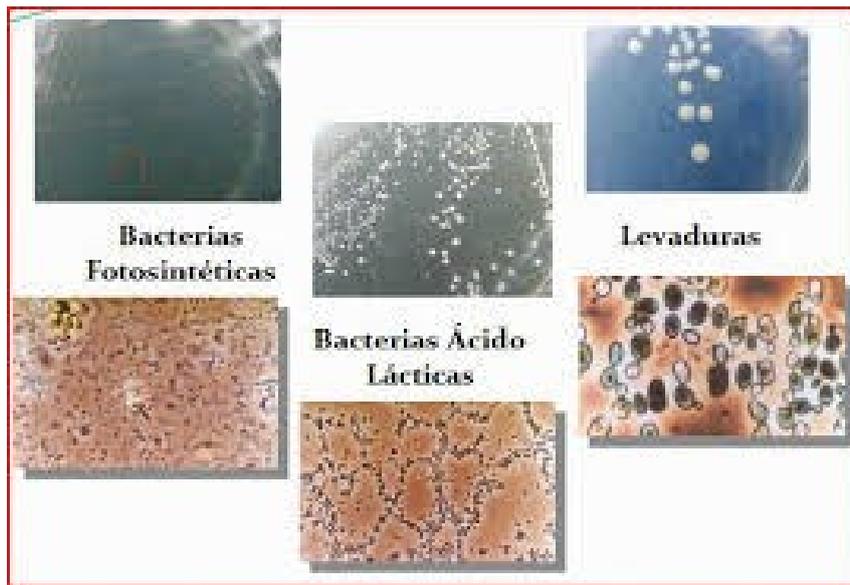


Gráfico 1. Muestras de especies de microorganismos eficientes. Disponible en https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSs0eELXEIEiYNt9mUfBGoCbM_dtSVhY0YA3Q&usqp=CAU



Gráfico 2. Elaboración de ME de forma artesanal. Disponible en <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS0g1dlnzqYtz2gJqeoBFUt3YB6sfPA5i uuLQ&usqp=CAU>