



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



Componente práctico del examen de grado de Carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo, como requisito previo a la obtención del
título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Proceso de reproducción de bacterias fototróficas
mediante bio fermentación.”

AUTOR:

Luis David García Mendoza

TUTORA:

Ing. Agr. Victoria Rendón Ledesma, Mg.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2019



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



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter Complexivo, presentado al H.

Consejo Directivo, como requisito previo a la obtención del título:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Proceso de reproducción de bacterias fototróficas mediante
bio fermentación”

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Edwin Hasang Morán, MSc
PRESIDENTE

Ing. Agr. Yary Ruiz Parrales, MSc
VOCAL PRINCIPAL

Ing. Agr. Marlon Lopez Izurieta, MSc
VOCAL PRINCIPAL

DEDICATORIA

Dedico este proyecto primeramente a Dios por permitirme tener salud para poder terminar mi etapa universitaria con éxito.

A mis padres Digna Mendoza Y Luis García, por enseñarme el camino hacia la superación, gracias a su apoyo incondicional en la parte moral y económica que me brindaron durante esta larga y hermosa carrera que es Ingeniería Agronómica eh llegado hacer un profesional de la Patria.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a las personas que hicieron posible que este proyecto se realice, a mis padres por su apoyo durante esta larga etapa universitaria, a mi hermana Martha García, mi tía Mariana Mendoza que es mi segunda madre, mi novia Julissa Pincay, primos; Martha Zamora, Mariana Zamora, Raquel Zamora, Marcos Zamora, amigos; Kevin León, Junior Mindiola, Ruth Borbor y demás familia en general que me enseñaron que con trabajo, sacrificio y perseverancia se encuentra el éxito profesional.

Padrino Javier Garzón que desde mi corta edad me enseñó el trabajo de agricultura.

A mi tutora Ing. Agr. Victoria Rendón Ledesma Mg. Por su apoyo, paciencia y colaboración para poder realizar este proyecto.

La responsabilidad por la investigación,
análisis, resultados, conclusiones y
recomendaciones presentadas y
sustentadas en este componente
práctico del examen Complexivo
son de exclusividad del autor



LUIS DAVID GARCÍA MENDOZA

RESUMEN

Proceso de Reproducción de bacterias fototróficas mediante biofermentación.

Este trabajo consistió en la elaboración y producción de un biofertilizante utilizando como ingrediente principal a las bacterias fototróficas, para ello se recolectó material vegetal en estado de descomposición (hojarasca de árboles), en los predios de la FACIAG, y luego a través de la biofermentación se logró fabricar el biofertilizante. Además que, este trabajo presenta una visión general de las bacterias fototróficas que son parte de los microorganismos eficientes, de los cuales existen varios ensayos, pero en forma conjunta, de ellos: (actinomicetos, bacterias fototróficas y bacterias lácticas) y de hongos (filamentosos y levaduras), que incluyen a un conjunto de especies que se consideran regeneradores aeróbicos de origen natural, son cultivados en medios líquidos y pueden ser preparados en cultivos mixtos de microorganismos aerobios y anaerobios.

En conclusión, se puede decir que las bacterias fototróficas o fotosintéticas: Son un grupo de microorganismos que se encuentran en diversos sitios de la naturaleza y en cualquier componente del suelo, que sintetizan sustancias útiles a partir de las secreciones de las raíces y la materia orgánica, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas, usando la luz solar y el calor del suelo como fuente de energía. Y que sirven para asentar el nitrógeno, ya que pueden coexistir con el *Azotobacter* como bacteria fijadora de nitrógeno.

Se recomienda realizar investigación experimental y científica sobre las bacterias fototróficas con el fin de promover una campaña de concientización hacia el sector agropecuario para la reproducción artesanal de las bacterias fototróficas.

Palabras clave: Bacterias, microorganismos, materia orgánica, suelo, fertilidad

SUMMARY

Reproduction process of phototrophic bacteria by bio-fermentation

This work consisted in the production and / or production of a biofertilizer using phototrophic bacteria as the main ingredient, for which plant material was collected in a state of decomposition (leaf litter), on the premises of FACIAG, and then through biofermentation. managed to manufacture the biofertilizer. Besides, this work presents a general vision of the phototrophic bacteria that are part of the efficient microorganisms, of which there are several trials, but in a joint way, of them: (actinomycetes, phototrophic bacteria and lactic bacteria) and fungi (filamentous and yeasts), which include a group of species that are considered aerobic regenerators of natural origin, are cultivated in liquid media and can be prepared in mixed cultures of aerobic and anaerobic microorganisms.

In conclusion, it can be said that phototrophic or photosynthetic bacteria: They are a group of microorganisms found in various places in nature and in any component of the soil, which synthesize useful substances from the secretions of roots and organic matter, promoting the growth and development of plants, using sunlight and soil heat as a source of energy. And they serve to settle nitrogen, as they can coexist with Azotobacter as a nitrogen-fixing bacteria. It is recommended to carry out experimental and scientific research on phototrophic bacteria in order to promote a campaign of awareness towards the agricultural sector for the artisan reproduction of phototrophic bacteria.

Abstract: Bacteria, microorganisms, organic matter, soil, fertility

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos:.....	2
CAPÍTULO I.....	3
MARCO METODOLÓGICO.....	3
1.1. Definición del tema caso de estudio.....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Preguntas orientadas para el análisis del problema.....	4
1.4. Justificación.....	4
1.5. Fundamentación teórica.....	5
1.5.1. EM. Microorganismos Eficientes.....	5
1.5.2. Características generales de las bacterias.....	5
1.5.3. Bacterias fototróficas o fotosintéticas.....	6
1.5.4. Clasificación de las bacterias fototróficas.....	8
1.5.5. Concepto bioquímico de fermentación.....	11
1.5.6. Concepto microbiológico de fermentación.....	11
1.5.7. Levaduras.....	12
1.5.8. Melaza.....	13
1.5.9. Harina de roca.....	13
1.6. Hipótesis.....	15
1.7. Metodología de la investigación.....	16
1.7.1. Método de estudio.....	16
1.7.2. Factores de estudio.....	16
CAPÍTULO II.....	17
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
2.1. Desarrollo del caso.....	17
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo).....	17
2.2.1. Reproducción de bacterias fototróficas:.....	17
2.2.2. Ventajas del producto bacterias fototróficas.....	18
2.2.3. Dosis del producto biofertilizante con bacterias fototróficas en cultivos.....	18
2.3. Solución planteada.....	19
2.4. Conclusión.....	19
2.5. Recomendaciones (propuesta para mejorar el caso).....	19
BIBLIOGRAFÍA.....	20
ANEXOS.....	23

INTRODUCCIÓN

Los microorganismos efectivos, en la producción agrícola y en la conservación de los suelos juegan un papel de gran importancia, en la actualidad muchos productores y transnacionales han echado una mirada a estos rubros de origen natural, utilizándolos como recuperadores y activadores de los suelos y plantas.

Las bacterias fototróficas o fotosintéticas son microorganismos que aprovechan la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía necesaria para recopilar las sustancias que son beneficiosas, en conjunto con la materia orgánica. Estas se pueden encontrar en el arroz, algas verdes y otros componentes del suelo. Entre las sustancias útiles que sintetizan las bacterias fototróficas se encuentran los siguientes: ácidos nucleicos, aminoácidos, sustancias bioactivas y azúcares. Las cuales son asimilados de manera directa por la planta ayudando a su crecimiento, además de ser utilizados como sustrato favorece a la reproducción de otros microorganismos eficientes. (Yucta 2013)

La agricultura convencional se ha venido fundamentando en el uso excesivo de agroquímicos, lo que acarrea daños en la estructura del suelo, las propiedades físicas químicas y biológicas, afectando la actividad microbiana.

Para poder entender el tema planteado el cual tiene como objetivo elaborar un biofertilizante en base a la reproducción de las bacterias fototróficas mediante bio fermentación, es preciso recurrir a la práctica, cuya finalidad de esta investigación es brindar una herramienta para mejorar las condiciones del suelo mediante la reproducción de Bacterias Fototróficas de origen natural para la activación de microorganismos benéficos que ayuden a incrementar la actividad microbiana, reservas de aminoácidos y componentes nitrogenados para que las plantas tengan un mejor desarrollo y a su vez un aumento de micorrizas.

Objetivo general.

Elaborar un biofertilizante en base a la reproducción de las bacterias fototróficas mediante biofermentación.

Objetivos específicos:

- Recolectar material vegetal en estado de descomposición para la reproducción de las bacterias fototróficas.
- Reproducir las bacterias fototróficas en sustrato líquido.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO.

1.1. Definición del tema caso de estudio

El tema del trabajo presentado en este compendio, cuyo objetivo fue para optar por el título de Ingeniero Agrónomo, es el siguiente:

Proceso de reproducción de bacterias fototróficas mediante bio fermentación

1.2. Planteamiento del problema

La cultura en el sector agrícola con mayor frecuencia son las malas prácticas durante los procesos de producción de cultivos, entre ellas las más conocidas son, en el manejo de los suelos y en el mantenimiento de un cultivo es la aplicación excesiva de pesticidas, causando con esto la pérdida de la fertilidad de los suelos, debido a la ausencia de los microorganismos efectivos en los suelos que ha sido excesivamente cultivados.

Los procesos para la captura y reproducción de microorganismos efectivos son sencillos, sin embargo, el productor agropecuario poco lo aplica por desconocimiento.

En cuanto a la reproducción de bacterias fototróficas, esta metodología el sector productivo en la provincia de Los Ríos no la utiliza por falta de promoción de los procesos de cómo hacerlo.

Según estudios practicados en cuanto a la captura de microorganismos efectivos denotamos que las bacterias fototróficas son de gran importancia, porque estas bacterias poseen características y propiedades (que a su vez se complementan) y son las que hacen del EM (Microorganismos efectivos) un producto con una funcionalidad tan amplia, debido a que los Microorganismos que los componen se adaptan a un sinnúmero de condiciones.

1.3. Preguntas orientadas para el análisis del problema.

¿Mediante la recolección de materiales vegetales en estado de descomposición se podrán reproducir bacterias fototróficas?

¿Con la reproducción de bacterias fototróficas en sustratos líquidos se alcanzará la activación de microorganismos benéficos en el suelo?

1.4. Justificación.

En la década de los ochenta en la Universidad de Ryukyus (Okinawa), Japón, en el año de 1982 se desarrolló un estudio por el Dr. Teruo Higa, en el cual se creó microorganismos efectivos benéficos capaces de mejorar las propiedades físicas de los suelos. En el cual se fundamentó, se fundamentó la reproducción de un grupo de microorganismos benéficos especializados en mejorar las condiciones físicas, químicas del suelo dando una mayor eficacia al uso de la materia orgánica utilizada en la producción de cultivos agrícolas, además de conservar los recursos naturales, para una agricultura sostenible de calidad.

Esta tecnología se ha venido utilizando como alternativa a la aplicación de los pesticidas y abonos químicos en cultivos, su eficacia es de tal magnitud que suprime la necesidad de utilizar productos químicos e industriales.

Según IVAMI, sf. Para reproducir las bacterias fototróficas utilizamos el método de bio fermentación cuyo proceso es generar sustancias útiles como aminoácidos, alcoholes, ácidos orgánicos, sustancias antioxidantes para los humanos y animales producidos por el metabolismo de los microorganismos. Podríamos decir que la fermentación se define como un tipo de catabolismo anaeróbico en la que no se produce una reacción rédox neta y cuya función es la síntesis de ATP¹ por fosforilación a nivel de sustrato.

Una de las características de las bacterias fototróficas es que estas pueden vivir en simbiosis con otros microorganismos efectivos, promueven el desarrollo de metabolitos y son absorbidos directamente por las plantas y actúan como sustrato para el incremento

¹ (ATP) Trifosfato de adenina, fuente de energía para realizar la mayor parte de funciones celulares

poblacional de microorganismos benéficos. En la rizosfera las micorrizas vesicular y arbuscular (VA), se incrementan gracias a la disponibilidad de compuestos nitrogenado (aminoácidos) que son secretados por las bacterias fototróficas. (Wild 1996).

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. EM. Microorganismos Eficientes

Los Microorganismos Efectivos conocidos por su sigla en inglés –EM–, son una mezcla de tres grupos de microorganismos completamente naturales que se encuentran comúnmente en los suelos y en los alimentos. (BID 2009).

El EM contiene:

- Lactobacillus, similares a los que se utilizan para fabricar el yogur y los quesos.
- Levaduras, como las que se emplean para elaborar el pan, la cerveza o los vinos.
- Bacterias Fototróficas o Fotosintéticas, habitantes comunes de los suelos y raíces de las plantas.

Estos microorganismos no son nocivos, ni tóxicos, ni genéticamente modificados por el hombre; por el contrario, son naturales, benéficos y altamente eficientes.

Según Restrepo (2015), a cada bosque le corresponde una memoria biológica con características propias de acuerdo con las condiciones ecológicas y bioclimáticas del lugar donde se encuentran establecidos los mismos. Cada microorganismo tiene registrado en su memoria la historia genética del lugar y la distancia donde pudieron establecer su evolución, desarrollo, reproducción, descomposición y muerte.

Para la reproducción de microorganismos de montaña, se debe recolectar en el suelo hojarasca o preferiblemente material más descompuesto, conocida como mantillo, donde están presentes millones de microorganismos de diversos grupos como bacterias, actinomicetos, hongos, algas y protozoarios que coexisten en equilibrio. Restrepo (2015). Pero se puede recolectar material de un sotobosque o un parche en regeneración, donde no se usen agroquímicos.

1.5.2. Características generales de las bacterias.

Iza 2012. Menciona que las bacterias son un componente principal en los microorganismos efectivos, ya que ayudan a mantener el balance de los microorganismos benéficos, permitiendo coexistir y funcionar juntamente con los mismos

Las bacterias son microorganismos procariotas, en general de menor tamaño que los organismos eucariotas pero mayores que los virus. En función de la naturaleza y tipo de pared celular se pueden agrupar en tres grandes divisiones: micoplasmas, bacterias gram-positivas y bacterias gram-negativas. (Marín 2003).

- “Las micoplasmas son organismos deformables y frágiles debido a la ausencia de pared celular, suelen ser contaminantes habituales de cultivos de tejidos, además de haberse encontrado en otros medios libres (aguas). Son microorganismos más pequeños observables al microscopio óptico.
- Las bacterias gram-positivas son en general Químico heterótrofas, aerobias o anaerobias (fermentadoras), se suelen subdividir en función de que sean unicelulares o que formen micelios en su crecimiento y pueden presentar forma esférica (cocos) o alargada (bacilos).
- Las bacterias gram-negativas son un grupo muy diverso de microorganismos, algunos de los cuales tienen flagelos para moverse, en diferente número y morfología, bien insertados en una zona determinada de la superficie celular (flagelación polar) o distribuidos por toda la pared celular (flagelación peritica)”.

1.5.3. Bacterias fototróficas o fotosintéticas.

Según Llerena (2015). Las bacterias fotótrofas o fotosintéticas: Son un grupo de microorganismos que sintetizan sustancias útiles (aminoácidos, ácidos nucleicos, compuestos bioactivos y azúcares), a partir de las secreciones de las raíces y la materia orgánica, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Según BID (2009). El EM, debido a la presencia de bacterias fotosintéticas en su composición, tiene la propiedad de neutralizar los malos olores y prevenirlos. Las bacterias fotosintéticas transforman las sustancias que producen olores desagradables (metano, mercaptano, ácido sulfhídrico, amoniac, etc.) en ácidos orgánicos que no producen mal olor y que no son nocivos para el hombre.

Rostran y Bárcenas (2016). Definen a las bacterias fotosintéticas o fototrópicas:

“(Rhodopseudomonas spp.): estas bacterias se caracterizan por ser fototrópicas, producen energía usando luz, proceso similar que realizan las plantas con la fotosíntesis. Son productoras de enzimas capaces de degradar compuestos orgánicos e inorgánicos. Estas bacterias sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor como fuentes de energía. Las sustancias sintetizadas son aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas, vitaminas, nutrientes y azúcares”.

“Cuando se establecen en el suelo, producen también un aumento en las poblaciones de otros microorganismos eficaces, como los fijadores de nitrógeno, actinomicetos y las micorrizas (hongos). Los substratos secretados por las bacterias fotosintéticas aumentan la disponibilidad de aminoácidos o componentes nitrogenados. Es así que la cantidad de la VA (vesicular/arbuscular) micorrizas se incrementa por la disponibilidad de compuestos nitrogenados (aminoácidos) en los substratos secretados por la actividad de la bacteria fotosintética. A su vez la VA micorrizas incrementa la solubilidad de los fosfatos en los suelos suministrando fósforo a las plantas. También la VA micorriza puede coexistir con el Azotobacter como bacteria fijadora de nitrógeno, aumentando así la capacidad de fijación del nitrógeno en plantas leguminosas”.

Según Aguilar (2011). Menciona que las bacterias fotosintéticas son capaces de fijar nitrógeno atmosférico (N) y dióxido de carbono (CO₂) en moléculas orgánicas como carbohidratos, aminoácidos ya que estas de aquí también sintetizan sustancias bioactivas. Estas bacterias realizan una fotosíntesis incompleta, tienen un proceso completo durante las 24 horas al día, esto permite que la planta potencialice nutrimentos, carbohidratos y aminoácidos sin necesidad de la luz solar.

Según Hoyos (2010). Las bacterias fotosintéticas son aquellas que utilizan la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía, sintetizan sustancias que se dan a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos. Los aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares son las sustancias sintetizadas que promueven al crecimiento y mejor desarrollo de las plantas, las bacterias fototróficas son un grupo de

microorganismos independientes y autosuficiente. Los metabolitos que son absorbidos por ellas actúan como un sustrato para aumentar la población de los microorganismos eficientes. El aumento de poblaciones de EM en los suelos promueve el desarrollo de microorganismos benéficos existentes en el suelo. Ya que la micro flora del suelo se torna abundante, y por ello el suelo desarrolla un sistema microbial bien balanceado.

Arellano (2017). Las bacterias azufre oxidantes (BSO) a menudo han sido denominadas bacterias del azufre, nombre con el que se conocía a las BSO litotróficas (utilizan compuestos inorgánicos como fuente de carbono). Estas bacterias resultaron ser fototróficas (de color púrpura, verdes y cyanobacterias) y quimiotróficas (incoloras). Sin embargo, se ha constatado que tales bacterias del azufre son capaces de crecer lito heterotróficamente (usando compuestos orgánicos como fuente de carbono) y se han encontrado bacterias distintas de las bacterias del azufre capaces de crecer lito autotróficamente.

1.5.4. Clasificación de las bacterias fototróficas

IVAMI (2009). Las bacterias fototróficas son organismos fotótrofos (fotolitotrofos o foto organotrofos) y se clasifican en:

Cyanobacterias (algas azul verdosas). Incluye a los organismos fotótrofos oxigénicos por producir oxígeno.

Este grupo puede usar la luz como única fuente de energía

Pueden usar la luz como fuente de energía en presencia de aires

Producen oxígeno.

Orden Rhodospirillales. Incluye bacterias fototróficas anoxigénicas, no productoras de oxígeno (aerobic anoxygenic phototrophic bacteria and anaerobic anoxygenic bacteria).

Incluye a todas las bacterias fototróficas. Algunas pueden crecer en presencia del aire y otras no pueden crecer.

Pueden usar la luz como única fuente de energía

Pueden usar la luz como única fuente de energía en ausencia de aire (usan la luz solo en anaerobiosis).

No producen oxígeno.

Este orden incluye tres familias de bacterias fototróficas:

- Familia Rhodospirillaceae – Bacterias purpúricas no sulfurosas

Rhodospirillum spp.

Rhodopseudomonas spp.

Rhodomicrobium spp.

Fototrofia en anaerobiosis.

Crece en oscuridad en medios con extracto de levadura, pero crece mejor con luz;

Color púrpura sólo con luz porque la clorofila púrpúrica se necesita sólo con luz.

Rojas con luz.

No pueden usar sulfuro (H_2S) como donante de electrones.

Poseen bacterioclorofila a o b localizada en estructuras de membranas continuas con la membrana citoplasmática.

- Familia Chromatiaceae – Bacterias purpúricas sulfurosas

Chromatium spp.

Thiocystis spp.

Thiosarcina spp.

Thiospirillum spp.

Thiocapsa spp.

Lamprocystis spp.

Thiodictyon spp.

Thiopedia spp.

Amoebobacter spp.

Ectothiorhodisporia spp.

Fototrofia en anaerobiosis.

Crece en presencia de luz.

Solo una especie crece en oscuridad.

Requieren sulfuro como única fuente de electrones y pueden oxidarlo a sulfato.

Poseen bacterioclorofila a o b localizada en estructuras de membrana continuas con la membrana citoplasmática.

- Familia Chlorobiaceae – Bacterias verdes sulfurosas

Chlorobium spp.

Prosthecochloris spp.

Chloropseudomona spp.

Pelodictyon spp.

Clathrochloris spp.

Fototrofia en anaerobiosis estricta

Crecen en presencia de luz; no crecen en oscuridad.

Requieren sulfuro como donantes de electrones.

Poseen bacterioclorofila c o d localizada en vesículas Chlorobium fijadas a la membrana citoplásmica.

Las bacterias fotótrofas anoxigénicas son un grupo diverso de microorganismos, que habitan generalmente zonas anaerobias de los sistemas acuáticos con exposición a la luz y debido a su capacidad fotosintética, convierten a la energía luminosa en química. Dentro de este grupo de microorganismos están las familias Chlorobiaceae (verdes sulfurosos), Rhodospirillaceae (rojas no sulfurosas), Ectothiorhodospiraceae y Chromatiaceae (ambas rojas sulfurosas). Olmedo, sf.

Castillo, et al (2005). Algunas bacterias fototróficas anoxigénicas pueden oxidar Fe^{2-} en condiciones anaeróbicas. En este caso, el Fe^{2+} sirve como donador de electrones para la reducción del CO_2 y no para la obtención del ATP (Trifosfato de adenina). A pH neutro el potencial del par Fe^{2+}/Fe^{3+} es de +0,2V, y los electrones pueden reducir el citocromo c del fotosistema de las bacterias rojas del azufre, relacionadas filogenéticamente con Chromatium. Estas bacterias también pueden usar FeS. En estas condiciones, tanto el Fe^{2-} como el S^{2-} pueden ser donadores de electrones. Algunas bacterias fotótrofas verdes del azufre (Chlorobium) también pueden emplear el Fe^{2+} como donador de electrones fotosintético. La capacidad de oxidar Fe^{2+} en condiciones anoxicas por las bacterias fototróficas anoxigénicas ofrece una explicación plausible a la formación de los grandes depósitos de hierro férrico presentes en sedimentos antiguos.

1.5.5. Concepto bioquímico de fermentación

Fermentación se define como un proceso mediante el cual sustancias orgánicas, (sustrato) sufren una serie de cambios químicos (reducciones y oxidaciones) que producen energía, al finalizar la fermentación se presenta una acumulación de varios productos, unos más oxidados (aceptaron electrones) y otros más reducidos (donaron electrones que el sustrato, con un balance total de energía positivo. Esta energía es utilizada en el metabolismo de los microorganismos².

1.5.6. Concepto microbiológico de fermentación.

Romo (2011). Es el proceso en el que los microorganismos producen metabolitos o biomasa a partir de la utilización de sustancias orgánicas, en la ausencia o presencia de oxígeno. La descomposición de los sustratos es llevada a cabo por enzimas producidas por los microorganismos para la finalidad.

“La fermentación es realizada por diferentes bacterias y microorganismos en medios anaeróbicos, es decir, en los que falta aire, por eso es un proceso de oxidación incompleta. Las bacterias o microorganismos, así como también las levaduras, se alimentan de algún tipo de componente natural y se multiplica, cambiando la composición del producto inicial”.

Los biofermentos son el producto de un proceso de fermentación de materiales orgánicos, que se origina a partir de la intensa actividad de microorganismos que se encuentran en la naturaleza de manera libre. Estos microorganismos encontrados en los biofermentos juegan un papel importante en la agricultura, así como también en la producción de alimentos; por ejemplo, lactobacilos y levaduras. Los biofermentos son un excelente sustituto de los fertilizantes químicos altamente solubles de la agroindustria. Constituyen una de las principales alternativas de las familias productoras orgánicas por su facilidad de elaboración y sus efectos positivos en la nutrición de las plantas y del suelo. Pacheco et al. (2017).

² Hernández, 2003 “Microbiología industrial”. Editorial Euned

Según Revista Campesina (2017). Los biofermentos son un excelente sustituto de los fertilizantes químicos altamente solubles de la industria. Constituyen una de las principales alternativas de las familias productoras orgánicas por su facilidad de elaboración y sus efectos positivos en la nutrición de las plantas y el suelo. Su elaboración es sumamente sencilla y los materiales son de alta disponibilidad. Los biofermentos, también conocidos como bioles, son abonos líquidos ricos en energía, minerales y microorganismos benéficos. Están compuestos básicamente de boñiga fresca disuelta en agua, melaza, suero de leche o leche, sales minerales, harinas de roca molida, entre otros componentes. El proceso de hacer biofermentos es un procedimiento anaeróbico en donde diversos microorganismos son responsables de la fermentación.

1.5.7. Levaduras.

Levaduras (*Saccharomyces* spp.): las levaduras sintetizan y utilizan las sustancias antimicrobianas que intervienen en el crecimiento de las plantas, a partir de los aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias fotosintéticas, así como de la materia orgánica y las raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, tales como hormonas y enzimas producidas por las levaduras incrementan la actividad celular y el número de raíces. Sus secreciones son sustratos útiles para ciertos microorganismos efectivos, tales como las bacterias ácido-lácticas y los Actinomicetos (Arismendi, Pacheco, & Cárcamo, 2010).

Según Restrepo (2012). La levadura es uno de los ingredientes que los campesinos han venido sustituyendo de una manera creativa e ingeniosa. Por ejemplo, un método innovador que los agricultores han venido usando en Panamá para remplazar la levadura industrializada, es colocar en una vasija a germinar o a nacer por un tiempo de ocho días, tres libras de maíz, con un poco de agua que cubra todo el grano. Después de este tiempo, se muele el maíz y se deja fermentar nuevamente por dos días en la misma agua donde estaba y se le agrega un galón más. Una vez que esté fermentada, esta mezcla se le aplica al compost. Dicha cantidad sirve para preparar aproximadamente sesenta sacos o quintales de abono.

“Otra forma que los agricultores han encontrado para sustituir la levadura es mediante la utilización de jugo de caña de azúcar crudo y fermentado por dos

días; se usan dos galones del producto por cada diez sacos o quintales de abono que se quieren procesar.

Por otro lado, los mexicanos han venido sustituyendo la levadura, con la popular bebida fermentada llamada pulque. Finalmente, una forma alternativa, en los casos en que no se encuentra otra opción disponible para sustituir la levadura, es aumentar la cantidad de la miel de caña y el salvado, al momento de la elaboración del compost”.

1.5.8. Melaza.

La melaza es un producto derivado de origen vegetal proveniente de la caña de azúcar, es de color marrón y tiene un aspecto similar al de la miel. Es de calidad alimenticia y sus propiedades como fertilizante son muy interesantes, el sabor es dulce y ligeramente amargo. Alymel (2008).

Fuente de energía, que favorece la multiplicación de actividad microbológica además de ser rica en potasio, calcio, fósforo, magnesio, boro, zinc, manganeso, hierro y cobre Restrepo (2015).

“La miel o melaza de caña. A pesar de ser un ingrediente muy fácil de encontrar en los mercados, los campesinos en muchos casos lo sustituyen por la popular panela, piloncillo, tapa o atado de dulce o chancaca, en la relación de un kilogramo por cada kilogramo o litro de miel o melaza de caña que se quiera remplazar. Otra alternativa es el uso del propio jugo de caña o guarapo en una proporción de dos litros de jugo por cada kilogramo de melaza que se quiera sustituir”.

1.5.9. Harina de roca

La harina de rocas es un abono natural proveniente de las rocas, que convertidas en polvo y aplicado al suelo agrícola posibilita la reposición de nutrientes y la mejora de su actividad microbológica. La harina de rocas se elabora mediante un procedimiento que preserva las energías inherentes del polvo o harina natural nutritiva, a partir de la molienda de rocas ígneas graníticas, basaltos, andesitas, rocas sedimentarias, fosforita, caliza y rocas metamórficas, pizarra y esquistos. Chilon (2006).

Las harinas integrales, hechas de rocas molidas fueron la base de los primeros fertilizantes que se utilizaron en la agricultura, ya que estos constituyen elementos esenciales para un buen equilibrio nutricional en los suelos y garantiza un buen desarrollo de las plantas. Las harinas de roca fueron preparadas a base de salitres, guanos, ostras, fosforitas, apatitas, granitos, basaltos micaxistos, serpentinos, marmolitas, ceolitas, bauxitas, etc. Las harinas de rocas son la forma adecuada de convertir las piedras en alimento y para transformar regiones áridas en fructíferas. De esta manera se pueden lograr grandes cambios en la agricultura ya que se puede instruir sobre las inagotables fuerzas nutritivas que hay en las rocas, el aire y el agua y así también lograr cultivar cereales y granos que sean producidos de manera sana para prevenir epidemias en humanos y animales logrando una agricultura rentable y amigable para el medio ambiente. Pinheiro (2009).

El abonamiento con harina de rocas tiene sus antecedentes históricos en nuestras culturas ancestrales amerindias, que lo habrían utilizado desde hace más de 500 años; en Europa Hensel, J. (1984) dio a conocer los efectos benéficos sobre el suelo y las plantas del abonamiento con polvo de rocas; recientemente Waver, D. (2011) en su libro "La resurrección de la civilización", explica la importancia climática de la reposición de los nutrientes minerales, considerando fuentes naturales. El compostaje altoandino y sus variantes en mezcla de compost con la harina de rocas, ofrece abonos orgánicos fortalecidos que favorecen la nutrición y el crecimiento y desarrollo de las plantas, y el mejoramiento de la fertilidad de los suelos.

“Algunos beneficios que se logran con la remineralización de los suelos a partir de la utilización de harina de rocas.

- Aporte gradual de nutrientes (macro y micronutrientes) importantes para la nutrición mineral de los cultivos.
- Aumento de la disponibilidad de dichos nutrientes en los suelos cultivados.
- Aumento de la producción.
- Reequilibrio del pH del suelo.
- Aumento de la actividad de microorganismos y de lombrices.
- Aumento de la cantidad y calidad del humus.

- Control de la erosión del suelo a partir del mejor desarrollo de las plantas cultivadas y del aumento de la materia orgánica del suelo.
- Aumento de la reserva nutricional del suelo.
- Aumento de la resistencia de las plantas contra la acción de insectos, enfermedades, sequías y heladas, debido al estímulo de su estado nutricional.
- Eliminación de la dependencia de fertilizantes y venenos, cuya producción exige un elevado consumo de energía”.

Cuadro 1. Composición química de la harina de rocas³

Composición del mb-4 harina de roca (resultado de análisis 2256/90) en mg/kg					
Litio Li	50	Sodio Na	122.000	Potasio K	13.600
Aluminio Al	96.000	Cesio Cs	<50	Magnesio Mg	77.000
Calcio Ca	39.000	Estroncio Sr	200	Bario Ba	420
Titanio Ti	3.900	Circonio Zr	800	Cromo Cr	1.100
Manganeso Mn	780	Hierro Fe	60.000	Cobalto Co	78
Níquel Ni	78	Plata Ag	5	Cobre Cu	30
Renio Re	5	Paladio Pd	30	Estaño Sn	5
Plomo Pb	200	Mercurio Hg	<0.001	Cinc Zn	120
Bismuto Sb	5	Selenio Se	<0.001	Fósforo P	5000
Arsénico As	<1	Telurio Te	<1	Lantano La	220
Cerio Ce	270	Praseodimio Pr	9	Niobio Nb	11
Samarium Sm	4	Europio Eu	0.5	Gadolinio Gd	0.5
Terbio Tb	0.5	Itrio Y	3	Disproso Gd	0.5
Holmio Ho	0.5	Erbio Er	0.5	Tantalo Ta	12
Yterbio Yb	0.5	Lutecio Lu	0.5	Escandio Sc	7
Platino Pt	<1	Indio In	<1	Boro B	1900
Galio Ga	150	Tulio Tm	0.5		

Fuente: Fundación Juquira Candirú. Sebastián Pinheiro .RS. Brasil.

1.6. Hipótesis

La Reproducción de bacterias fototróficas mejorará la fertilidad de los suelos, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de manera orgánica.

H0 La reproducción de bacterias fototróficas mediante la aplicación directa al suelo, no mejorara la fertilidad edáfica en la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

H1 La reproducción de bacterias fototróficas mediante la aplicación directa al suelo, puede mejorar la fertilidad edáfica en la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

³ Jairo Restrepo Rivera. Manual práctico el A.B.C de la agricultura orgánica y harina de rocas.

1.7. Metodología de la investigación.

1.7.1. Método de estudio.

Dentro de los métodos generales que se aplicaron al estudio, en este trabajo práctico se utilizaron los métodos deductivos e inductivos, debido a que en la hipótesis se plantearon y comprobaron en todo el desarrollo de la investigación con el propósito de llegar a las conclusiones y recomendaciones del trabajo.

Este trabajo se describió como un proyecto factible bajo el paradigma experimental y cualitativo, todo de acuerdo descriptivo, debido a que este método nos permitió lograr describir las técnicas empleadas.

1.7.2. Factores de estudio.

En este trabajo tubo como factor de estudio, la reproducción de bacterias fototróficas mediante bio fermentación, en la facultad de ciencias agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, examinando las ventajas y desventajas en lo que respecta a la fertilización orgánica en los predios de la Facultad.

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

El trabajo versó sobre la modalidad de examen Complexivo previo a la obtención del título de ingeniero agrónomo, cuyo tema fue conocer el proceso de *reproducción de bacterias fototróficas mediante biofermentación* y la parte práctica se desarrolló en los predios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo Provincia de Los Ríos, ubicada en el kilómetro 7^{1/2} de la vía Babahoyo – Montalvo.

2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)

Dentro de la situación detectada se focalizó como primer paso la recolección y captura de microorganismos efectivos, en donde se siguió el siguiente orden de actividades:

- Instalación de cebos (arroz cocido) para atrapar Microorganismos de Montaña en terrenos de FACIAG.
- Reproducción de Microorganismos de montaña activados (EMA) con melaza más agua
- Elaboración del pasto tratado y/o biofermentado con melaza más los (EMA).
- Elaboración del biofertilizante con bacterias fototróficas

Dentro del proyecto de reproducción de bacterias fototróficas se utilizaron varios materiales como: un tanque de 100 litros color blanco, 4 libras de pasto tratado, 10 litros de suero del queso, 2 libras de harina de roca y 3 litros de melaza. El biofertilizante se dejó expuesto a la luz solar durante 30 días aproximadamente para que las bacterias se reproduzcan por el factor luz y calor del suelo.

2.2.1. Reproducción de bacterias fototróficas:

Para reproducir bacterias fototróficas en forma artesanal se realizó la siguiente técnica:

- Colocar 50 litros de agua en el tanque con características limpias.
- Se introduce 2 libras de harina de roca al tanque y con una paleta de madera se procede a la mezcla.
- Luego se coloca 4 libras de pasto tratado y se sigue mezclando.
- Una vez aplicado los demás ingredientes se procede a colocar 10 Litros de suero de leche de vaca, la mezcla con la paleta debe ser constante.
- Luego se agrega 3 Litros de melaza que es la que va a ayudar a proporcionar energía a los demás organismos que se han agregado.
- Una vez aplicado los ingredientes, se colocan los 50 Litros de agua restantes al tanque para completar así los 100 litros de agua y de bacterias fototróficas.
- Luego de haber completado el proceso de preparación de las bacterias fototróficas con un plástico transparente se tapa el tanque con el fin de que incidan los rayos del sol en forma directa.
- Las bacterias fototróficas estarán listas a los 30 días, se cierra bien el tanque, se deja al sol y al aire libre. (las temperaturas suben hasta los 40 °C durante los días de sol y bajan hasta 25°C en días frescos).

Al finalizar el proceso de elaboración del biofertilizante (30 días) su destino fue aplicar a los terrenos del área de horticultura y agricultura orgánica de la facultad de Ciencias Agropecuarias, con el fin de mejorar la fertilidad del suelo.

2.2.2. Ventajas del producto bacterias fototróficas

- Alta disponibilidad de elementos.
- Bajo costo de elaboración.
- No tiene efectos negativos sobre organismos benéficos
- Promueve una agricultura sostenible.
- Puede ser utilizado en cualquier tipo de cultivo sea ciclo corto o perenne.
- Promueve el crecimiento y desarrollo de las plantas
- Actúa como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos benéficos.

2.2.3. Dosis del producto biofertilizante con bacterias fototróficas en cultivos.

- Relación del 5% es decir: 1 litro de Bacterias Fototróficas en 19 litros de agua, así completamos 20 litros de una bomba.

- En cultivos de hortalizas aplicar al suelo cada 8 días hasta la floración del cultivo
- En cultivos de ciclos perennes se debe realizar al suelo tres veces al año.

Siempre debe existir humedad en el suelo y desechos de vegetales para ser aplicado.

La dosis de 200cc/20 lt. H₂O será para aplicar a los abonos como el compost y bioles

2.3. Solución planteada.

Los suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo presentan características de baja fertilidad, al igual que en determinados suelos de la provincia de Los Ríos.

La solución que se plantea a través del siguiente proyecto, es que se debe recuperar la fauna microbiana benéfica de los mismos a través del uso de la presente tecnología incrementando la vida de diversos microorganismos, entre ellos las bacterias fototróficas, las mismas que juegan un papel preponderante en la reproducción de los EM para el buen manejo de los suelos.

2.4. Conclusión

Los microorganismos efectivos (EM) activan su actividad microbiana gracias a la intervención de las bacterias fototróficas pues estas producen azúcares y aminoácidos, además vemos que en la materia orgánica es donde pueden coexistir los actinomicetos y las bacterias fotosintéticas de tal modo que estas dos especies juntas aumentan la actividad microbiana, regenerando la calidad de un suelo, dando por hecho de que un suelo rico en materia orgánica es un suelo vivo y productivo.

2.5. Recomendaciones (propuesta para mejorar el caso)

- Realizar investigación experimental y científica sobre las bacterias fototróficas
- Promover una campaña de concientización, a través de talleres de capacitación hacia el sector agropecuario para la reproducción artesanal de las bacterias fototróficas.

BIBLIOGRAFÍA

- Arellano, L. et al. 2017. Purificación y usos del biogás. Universidad Autónoma de Barcelona. Primera edición.
- Arismendi, E., Pacheco, F., & Cárcamo, M. I. (2010). RAPAL, Uruguay. Microorganismos Eficientes, ¿fórmula mágica?:
http://www.rapaluruguay.org/organicos/.../microorganismos_eficientes.html.
- Aguilar, M. 2011. Microorganismos efectivos: su extracción y uso
<https://www.mx/personal/asuares/file/2011/02/microorganismosefectivospdf>
- Alymel. 2008. <http://www.cmseanalitica.com/pdf/melaza.pdf>
- Banco Interamericano de Desarrollo, 2009. Manual Práctico de Uso de EM. Uruguay. Proyecto de Reducción de Pobreza y Mejora de las Condiciones Higiénicas de los Hogares de la Población Rural de Menores Recursos. *Convenio Fondo Especial de Japón / BID ATN/JO-10792 UR Manual Práctico de Uso de EM.*
http://www.emuruguay.org/images/Manual_Practico_Uso_EM_OISCA_BID.pdf
- Biosca, A. (2001). Qué son los microorganismos eficientes recuperados de:
<http://es.answers.yahoo.com/question/index>
- Castillo, F. et al. 2005. Biotecnología Ambiental. Editorial Tébar. Madrid
- Chilon, Eduardo. (2006) "El suelo vivo, abonamiento con harina de rocas", separata de capacitación a promotores rurales. AOPEB Asociación de Productores Ecológicos de Bolivia, La Paz, Bolivia.
- Hoyos, A. 2010. Microorganismos Eficientes y su beneficio para la agricultura y medio ambiente. file:///c:/Users/EMERITA/Downloads/2010-7.pdf.
Instituto Valenciano de Microbiología (IVAMI)

<https://www.ivami.com/es/microbiologia-de-abonos-y-fertilizantes/5442-bacterias-fototrophicas-en-suelos-tierras-aguas-sedimentos-fertilizantes-microorganismos-eficientes>.

Marín, R. 2003. Fisicoquímica y Microbiológica de los medios acuáticos, Tratamiento y control de calidad de aguas, Editorial Diaz de Santos. Madrid-España

Microbiótica simbiosis y microorganismos regenerativos.
<http://www.microbiotica.es/em-cinco-grupos-microorganismos/>

Llerena, M. 2015. Aplicación de EM (bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas, hongos, levaduras para la producción de compost. Tungurahua. Universidad de Ambato.

Olmedo, et al. Aislamiento y estudio de las bacterias fotótrofas de la familia Chromatiaceae que habitan el golfo de México. Artículo científico. Revista Mujer en la Ciencia. México

Pacheco, et, al. Sf. Aislamiento y Caracterización de Bacterias Fotótrofas de la familia Rhodospirillaceae, a partir de muestras de agua obtenidas del golfo de México. III encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia.

Pinheiro, S. 2009. Curso harina de rocas.
<https://maelac.fdes.wordpress.com/2009/10/cursoharina-de-rocas-el-salvador-octubre-2009.pdf>.

Revista campesina. 2017. La Agroecologa. Biofermentos agrícolas para uso de familias productoras orgánicas.

Restrepo, J. 2012. El ABC de la Agricultura Orgánica y Harinas de Rocas. Editorial SIMAS. Nicaragua.

Restrepo, 2015. Manual práctico: el ABC de la agricultura organica; fosfitos y panes de piedra. Santiago Cali Colombia.

- Romo, S. 2011, Obtención del vinagre a partir de la biofermentación de residuos de banano y otras frutas para su industrialización. Trabajo de titulación de Ingeniera Agroindustrial y de alimentos. Universidad Tecnica de Ambato.
- Rostran, J y Bárcenas, M. 2016. Manual de producción MICA (EM, microorganismos de montaña) “Abonos orgánicos la base para los sistemas de producción sustentables. Universidad Autonoma de Nicaragua.
- Suchini, J. 2013. Abonos foliares organicos (biofermentos) elaborados con microorganismos de montaña. (En línea). Consultado el 20 de mayo del 2015. Disponible en:
<http://www.fundesyram.info/bibliotecadisplayFicha.php?fichaiD=3594>
- Weaver, Don. (2011) "The survival of civilisation", Burlingame, USA
I Definición ABC <https://wwwdefinicionabc.com/general/fermentacion.php>
- Chilon, E y Chilon, J. 2014. Compost Altoandino e interacción con harina de rocas y su efecto en las plantas y la fertilidad de suelos. Revista Journal de Ciencia y Tecnología. Agraria. Versión on line 1404Bolivia.
- Iza, Toalombo. 2012. Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos sitio web
file:///c:/users/EMERITA/downloads/tesis-22agr.pdf.
- Wild, A. (1996). Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Rusell. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 186 pp.
- Yucta Karen. 2013. Los cinco grupos de microorganismos eficientes
<https://microorganismoseficientes.wordpress.com/2013/065/06demicroorganismos-del-em>.
http://siatma.org/sitios/biblioteca/uploads/MICROORGANISMOS_BENEFICOS.pdf

ANEXOS

RECOLECCIÓN Y CAPTURA DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS



MATERIALES PARA LA ELBORACION DEL BIOFERTILIZANTE A BASE DE BACTERIAS FOTOTROFICAS



TANQUE DE 100 LITROS COLOR BLANCO



100 LITROS DE AGUA



HARINA DE ROCA FOSFORICA



PASTO TRATADO 4 LIBRAS



MELAZA 3 LITROS



SUERO DE LECHE DE VACA 10 LITROS

REPRODUCIENDO BACTERIAS FOTOTRÓFICAS

