

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES NOVABLES

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE
SUELOS Y AGUA**



**MICROORGANISMOS PROMOVEDORES DE CRECIMIENTO (BOCASHI) EN
CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) EN EL SECTOR DE PICUROYACU,
CASTILLO GRANDE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA

PRESENTADO POR:

RAUL GUERRA BENAVIDES

Tingo María – Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María- Perú
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N°072-2023-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 09 de agosto del 2023, a horas 4:00 p.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

**“MICROORGANISMOS PROMOVEDORES DE CRECIMIENTO (BOCASHI)
EN CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) EN EL SECTOR DE
PICUROYACU, CASTILLO GRANDE – PROVINCIA DE LEONCIO PRADO”**

Presentado por el Bachiller: **GUERRA BENAVIDES RAUL**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“BUENO”**.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 28 de agosto de 2023

Ing. M.Sc. JOSÉ LÉVANO CRISOSTOMO
PRESIDENTE

Ing. MSc. SANDRO RUIZ CASTRE
MIEMBRO

Ing. JAIME TORRES GARCÍA
MIEMBRO

Dr. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN - DGI
REPOSITORIO INSTITUCIONAL - UNAS
Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 246- 2023 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua

Tipo de documento:

Tesis

X

Trabajo de investigación

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
MICROORGANISMOS PROMOVEDORES DE CRECIMIENTO (BOCASHI) EN CULTIVO DE CACAO (<i>Theobroma cacao</i> L.) EN EL SECTOR DE PICUROYACU, CASTILLO GRANDE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO	RAUL GUERRA BENAVIDES	25 % Veinticinco

Tingo María, 31 de agosto de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dr. Tomás Menacho Mallqui
DIRECTOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA



MICROORGANISMOS PROMOVEDOR DE CRECIMIENTO (BOCASHI) EN CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) EN EL SECTOR DE PICURUYACU, CASTILLO GRANDE - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO

Autor	: Guerra Benavides, Raul.
Asesor	: Dr. Manrique de Lara Suarez, Lucio.
Programa de investigación	: Ciencias básicas.
Línea(s) de investigación	: Física y química del suelo.
Eje temático	: Calidad de suelo.
Lugar de ejecución	: Sector de Picuruyacu – Tingo María.
Duración del trabajo	: Seis meses
Financiamiento	: 9 186.00
Propio	: Si
FEDU	: No
Otros	: No

Tingo María – Perú

2023



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN OFICINA DE
INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO,
INVESTIGACIÓN DOCENTE Y TESISTA

DATOS GENERALES DE PREGRADO

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Facultad : Facultad de Recursos Naturales Renovables.

Título de Tesis : Microorganismos promovedor de crecimiento (bocashi) en cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) en el sector de picuroyacu, Castillo Grande - provincia de Leoncio Prado.

Autor : Raúl Guerra Benavides

Asesor de tesis : Dr. Lucio Manrique de Lara Suarez.

Escuela Profesional : Escuela profesional de Conservación de Suelos y Agua. Prog. de investig. : Ciencias básicas.

Línea(s) de investigación : Física y química del suelo. Eje temático de investigación: Calidad de suelos.

Lugar de ejecución : Sector de Picuroyacu – Tingo

María Duración : Fecha de inicio 01-10-2021
: Fecha de término 01-02-2022

Financiamiento : Recursos propios. S/ 9 186.00

Bach. Raúl, Guerra Benavides
Tesista

Dr. Lucio, Manrique de Lara Suarez.
Asesor

DEDICATORIA

A nuestro Dios, por darme salud, sabiduría y guiarme en este recorrer de la vida.

En la presente investigación se les agradece a todos los colaboradores que ofrecieron su apoyo incondicional, de igual forma a las personas que con su experiencia fue posible finalizar.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, y a la Facultad de Recursos Naturales Renovables que contribuyeron sobre mi formación profesional.

A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, a la escuela profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua, quienes brindaron sus conocimientos y experiencias en formar profesionales.

Al Dr. Lucio Manrique de Lara Suarez; asesor de la tesis, agradecer por la oportunidad ofrecida, por su aporte permanente en el presente estudio de investigación.

A los miembros del jurado de tesis, Ing. MSc. José Lévano Crisóstomo, Ing. Jaime Torres Garcia, Ing. MSc. Sandro Junior Ruiz Castre, por su colaboración en el presente estudio.

A mis familiares, papa Raúl, mamá Gabriela, hermanos Samuel y Gabriel, Julier, Juan, Priscila y mis compañeros de la carrera profesional por su motivación y apoyo.

El autor

AGRADECIMIENTO

A nuestro Dios, por acompañarme, guiarme y darme sabiduría a lo largo de mi vida, y por darme salud para lograr mis objetivos.

A mis padres Raúl y Gabriela porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo, consejos para ser una mejor persona.

A mis hermanos Julier Gabriel, Samuel, Juan, Priscila por sus palabras y compañía, en todo momento de mi vida.

A mi amada por su comprensión, cariño y amor

INDICE

I. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivo General.....	2
1.2 Objetivos específicos	2
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Antecedentes.....	3
2.2 Microorganismos en el suelo	5
2.3 Biomasa Microbiana.....	6
2.4 Bacterias promotoras de crecimiento en plantas.	6
2.5 Una visión de futuro sobre la microbiología de suelos del siglo XXI.....	7
2.6 Hábitat	7
2.7 Calidad del suelo	8
2.8 Intercambio biológico.....	8
2.9 Efectos de promoción de crecimiento vegetal.	8
2.10 Microorganismos, energía y medio ambiente.....	8
2.11 Uso de suelos	9
III. MATERIALES Y METODOS.....	11
3.1 Zona de ejecución del estudio	11
3.1.1. Ubicación geográfica.....	11
3.1.2. Vías de acceso	11
3.1.3. Clima	12
3.2 Materiales y metodología	12
3.2.1. Materiales y equipos.....	12
3.2.2. Metodología	12
3.2.3. Diseño de la parcela en estudio	12
3.2.4. Área en estudio.....	13
3.3 Ubicación.....	13
3.3.1. Ubicación política	13
3.3.2. Materiales	14
3.4 Metodología.....	15
3.4.1. Colecta y almacenamiento de muestra	15
3.4.2. Parámetros de estudio.....	16
3.4.3. Parámetros microbiológicos	16
3.5 Preparación de bokashi	17

3.5.1. Metodología para la evaluación	18
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	19
4.1 Cuantificación microorganismos promovedores de crecimiento en suelos de cacao....	19
4.1.1. Enumeración de microorganismos aerobios viables	19
4.2 Variabilidad microorganismos promovedores de crecimiento en los suelos de cacao.	23
V. CONCLUSIONES	29
VI. PROPUESTA A FUTURO	31
VII. REVISION BIBLIOGRAFIA.	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Microorganismos aerobios a 30 cm de profundidad (muestreo inicial)	19
2. Microorganismos aerobios a 15cm de profundidad, (muestreo final)	20
3. Microorganismos aerobios a 30 cm de profundidad (muestreo final)	20
4. Variabilidad de microorganismos en (t0)	39
5. Variabilidad de microorganismos en (t1) bocashi 500 g	39
6. Variabilidad de microorganismos en (t2) bokashi 1000 g	40
7. Variabilidad de microorganismos en (t3) bocashi 1500 g	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Cultivo de cacao sector Picuroyacu.	11
2. Distribución de las plantas de cacao y tratamientos.	13
3. Mezcla de componentes del bokashi	17
4. Control de temperatura del abono bokashi.	18
5. Porcentaje de microorganismos a 15 cm de profundidad del suelo.....	22
6. Porcentaje de microorganismos a 30 cm de profundidad del suelo.....	23
7. Variabilidad de microorganismos en el testigo (t0).....	24
8. Variabilidad de microorganismos (t1) a 15 cm profundidad del suelo.	25
9. Variabilidad de microorganismos (t2) 30 cm profundidad del suelo.	27
10. Variabilidad de microorganismos (t3) a 15 cm de profundidad del suelo.....	27

RESUMEN

El trabajo de investigación fue ejecutado en Picuroyacu, Se evaluó los microorganismos promovedores de crecimiento, variabilidad de microorganismos promovedores de crecimiento según tratamiento en suelo cacao. El nivel de investigación es descriptivo, se elaboró abono bokashi que se incorporaron al suelo, como tratamientos en cada parcela. Las variables físicas (textura), químicas (pH, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo disponible, potasio disponible, bases cambiables) y microbiológicos (bacterias aerobias viables, actinomicetos, bacterias acidolacticas y mohos). Resultados, los microorganismos se observó mayor presencia actinomicetos seguido de aerobios viables a 15 y 30 cm de profundidad, en el suelo de cacao. Mayor variabilidad fue en actinomicetos (56.16 %), seguido de microorganismos aerobios viables (24,66 %). El segundo análisis de suelo, ligero incremento de materia orgánica, nitrógeno, fosforo, potasio así mismo el pH a 15 cm de profundidad. El T2, mayor variabilidad en actinomicetos (52.5 %) seguido de microorganismos aerobios viables (24,66 %), así mismo mejora la característica del suelo, apreciándose incremento de Fungí (10%) y Fijadores de nitrógeno de (7,5%). El T3, mayor variabilidad en actinomicetos (48,98%), microorganismos aerobios viables (24,49 %). El análisis de suelo, observo incremento de materia orgánica (1,57%), nitrógeno vario de (0,08%), fosforo (15,77ppm) el potasio (138,24 ppm) el pH vario (4,40) a 15 cm de profundidad. El Bocashi, mejora la característica del suelo, apreciándose incremento de Lactobacillus (10,2%), fijadores de nitrógeno de (10,2%). Sin embargo, una ligera disminución de actinomicetos (48.98%) así mismo de aerobias viables (24,49%).

Palabras clave: Cultivo de cacao, Propiedad física, química, microorganismos del suelo.

ABSTRACT

The research work was executed in Picuroyacu, It evaluated the growth-promoting microorganisms, variability of growth-promoting microorganisms according to treatment in cocoa soil. The level of research is descriptive, bokashi fertilizer was elaborated that were incorporated into the soil, as treatments in each plot. Results, microorganisms were observed greater presence Actinomycetes followed by viable aerobes at 15 and 30 cm depth, in the cocoa soil. The greatest variability was in actinomycetes (56.16 %), followed by viable aerobic Microorganisms (24.66 %). The second soil analysis, slight increase of organic matter, nitrogen, phosphorus, potassium as well as the pH at 15 cm depth. The T2, greater variability in actinomycetes (52.5 %) followed by Viable Aerobic Microorganisms (24.66 %), also improves the characteristic of the soil, appreciating an increase in fungi (10%) and nitrogen Fixers (7.5%). T3, greater variability in actinomycetes (48.98%), viable aerobic microorganisms (24.49%). The soil analysis, observed increase of organic matter (1.57%), various nitrogen (0.08%), phosphorus (15.77ppm) potassium (138.24 ppm) the pH vario (4.40) at 15 cm depth. The Bocashi, improves the characteristic of the soil, appreciating increase of lactobacillus (10.2%), nitrogen fixers (10.2%). However, a slight decrease in actinomycetes (48.98%) as well as viable aerobes (24.49%).

Keywords: Cocoa cultivation, Physical property, chemistry, soil microorganisms.

I. INTRODUCCION

Existen varios procesos en el suelo que contribuyen a la disminución del pH, todos los cuales ocurren de forma natural, dependiendo del tipo de cultivo y las condiciones de manejo. Un buen conocimiento de estos procesos proporciona un mejor control sobre los parámetros que provocan condiciones ácidas (ESPINOZA, 1999).

La acidez afecta de forma muy específica a determinadas propiedades químicas y biológicas del suelo, por lo que en general disminuye el desarrollo de las plantas y la disponibilidad de determinados nutrientes como el Ca, el Mg, el K y el P. Entre los microbios del suelo amigables con las plantas, la población bacteriana se destaca por su metabolismo, lo que afecta positivamente el crecimiento y el rendimiento de las plantas.

Para la producción de cacao, en cuanto a las características físicas del suelo, se requieren suelos aluviales, francos y profundos, de entre 1.0 a 1.5 metros, no compactos, con buen drenaje y estructura granular, con subsuelo permeable para facilitar la fijación de la planta y el crecimiento de la raíz principal. Los suelos arenosos son poco recomendables porque no permiten la retención de humedad mínima que satisfaga la necesidad de agua de la planta. En cuanto al pH, el cacao se puede producir en suelos con un rango de pH de 5.5 a 7, siendo óptimo niveles de entre 6 a 6.5. Aunque el cacao se adapta a suelos alcalinos (hasta 8.5) y a suelos ácidos (hasta 4.5), se requiere el desarrollo de medidas correctivas o enmiendas porque su producción será deficiente por la poca disponibilidad de nutrientes.

Las parcelas de cacao, localizado en el sector de Picuruyacu en Tingo María, el tipo y abundancia de diferentes microbiotas se relacionaron con la calidad del suelo y factores ambientales. Para determinar su posible uso, es importante conocer la calidad y cantidad del suelo, ya que la calidad del suelo depende de las propiedades fisicoquímicas de su naturaleza y de la cantidad de sustancias contenidas en él. Los microbios del suelo ayudan a mantener la fertilidad química, física y biológica del suelo. Convierten nutrientes inorgánicos que las plantas no pueden absorber; también promueven la descomposición y mineralización de la materia orgánica (INTA, 2015).

Uno de los requisitos fundamentales que se exige de una muestra de suelo que se destina al uso para la agricultura, es que sea rico en microorganismos, bacterias, hongos,

actinomicetes, etc. para determinar la cuantificación en los suelos del bosque remanente, es necesario realizar análisis microbiológicos (PRITCHETT, 1986).

Es un problema en el sector en estudio, no se cuenta con información de los suelos, en cuanto a la variabilidad de los microorganismos. Se plantea la siguiente hipótesis, Ho: “El bocashi influye en la variación de microorganismos promovedor de crecimiento, en la parcela de cacao en el Sector de Picuroyacu ” Ha: “El bocashi no influye en la variación de microorganismos promovedor en la parcela de cacao en el sector de Picuroyacu”.

1.1 Objetivo General

- Evaluar los microorganismos promovedor de crecimiento (Bocashi) en la parcela de cacao (*Theobroma cacao L.*), en el sector de Picuroyacu.

1.2 Objetivos específicos

- Cuantificar los microorganismos promovedores de crecimiento en los suelos de cacao.
- Determinar la variabilidad de microorganismos promovedores de crecimiento según tratamiento en suelo cacao.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

En el estudio de Cárdenas (2015) titulado “Sustratos inoculados con microorganismos para promover el crecimiento de plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.), en etapa de vivero”. El objetivo fue determinar el efecto de la inoculación microbiana sobre sustratos utilizados para el cultivo de plántulas de cacao en etapa de vivero utilizando sustratos que les proporcionen las condiciones de desarrollo adecuado. Se emplearon semillas del clon IMC 67 para este propósito. Se utilizaron los tratamientos testigo absoluto (T1), suelo:arena 1:1, (T2) biocomposta, 2:1:1 suelo: biocomposta: arena; (T3) Inoculante comercial mixto, 2:1:1 suelo: lombricompuesto: arena; (T4) rizobacterias cacao, 2:1:1 suelo: lombricompuesto: arena y (T5) testigo químico, 2:1:1 suelo: lombricompuesto: arena + fertilización química, bajo un diseño experimental completamente al azar. Se midió altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo, longitud de raíces, peso seco de hojas y raíces y poblaciones bacterianas en agar SRS. En conclusión, ANOVA reveló diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las plantas tratadas con T3 y T4 con respecto al control absoluto y químico para la mayoría de las variables para las cuales la inoculación con estos microorganismos mejoró el crecimiento de plantaciones de cacao en la etapa de vivero de plántulas y fueron por lo tanto la supervivencia con el trasplante de campo. La inoculación microbiana del sustrato también promovió el crecimiento de las poblaciones bacterianas de la rizosfera.

Ramírez (2019) en un estudio titulado "Indicadores químicos y microbianos del suelo en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.), usando microorganismos efectivos". Para evaluar los efectos de la aplicación efectiva de microorganismos (EM) sobre la comunidad microbiana primaria y los parámetros químicos del suelo, se realizó un diseño experimental de bloques completos al azar usando cuatro tratamientos y cuatro bloques o repeticiones en una plantación (*Theobroma cacao* L). Los tratamientos estudiados son dosis de EM de 0 (T1), 1 (T2), 2 (T3) y 3 litros en mochila de 20 litros (T4) al 0%, 5%, 10% y 15% de concentración de suspensión de aplicación de EM. Materia orgánica estimada (MO), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K⁺), calcio (Ca²⁺), magnesio (Mg²⁺), aluminio (Al³⁺), hidrógeno (H⁺), capacidad de intercambio catiónico (CICe), Variable acidez (% AC), saturación de aluminio (% SAI) y abundancia de bacterias fototróficas, actinomicetos y hongos. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas en MO y N; los índices microbianos del suelo no difirieron

significativamente entre los tratamientos utilizados. Se finaliza, que los EM en fases cortas de aplicación ayudan a mejorar los indicadores químicos del suelo, demostrando un gran potencial para la mejora de la calidad del suelo.

En este estudio, Hipólito (2017) titulado “Efectos de inoculantes bacterianos de suelo mixto sobre el desarrollo temprano de variantes mejoradas de cacao (*Theobroma cacao L.*) en sistemas agroforestales tradicionales en el estado norteño de Oaxaca, México”, utilizando esta propuesta como alternativa para resolver el problema de las plantaciones mediante la introducción de una amplia variedad de cultivos de cacao en los sistemas forestales tradicionales, en sinergia con la inoculación con bacterias del suelo fijadoras de nitrógeno y solubilizadoras de fósforo insoluble. Se introdujeron 4 variedades de plantas de cacao injertadas en una parcela agroforestal tradicional y se realizaron 3 procedimientos de fertilización biológica, fertilización química y control. Se ha registrado altura, diámetro basal, número de hojas y número de ramas a los 2 y 12 meses, y se caracterizaron las poblaciones microbianas asociadas alrededor del tallo por debajo de la copa de la planta. Los resultados de crecimiento mostraron un buen potencial para los 4 cultivares estudiados y se observó que la fertilización biológica tuvo un efecto significativo en algunos parámetros de crecimiento de las plantas de cacao. Por lo tanto, las combinaciones de plantas en los sistemas agroforestales pueden ser útiles para aumentar el desarrollo de frutos y la resistencia a plagas y enfermedades.

En este estudio Arguello (2016) se titula “Cuantificación de bacterias fijadoras de N aisladas de suelo de cacao (*Theobroma cacao L.*), por el método del número más probable (NMP)”.

El objetivo de este estudio fue cuantificar las bacterias fijadoras de N y comparar las propiedades fisicoquímicas del suelo de la rizosfera en tres plantaciones de cacao (*Theobroma cacao L.*) del Departamento Norte de Santander, Colombia; se caracterizaron por diferencias en superficie cultivada, manejo agronómico y edad del cultivo. A partir de diluciones en serie de muestras y utilizando la técnica del número más probable (NMP), se cuantificaron las bacterias fijadoras de nitrógeno en medios semisólidos semiselectivos (NFb, JMV, LGI, JNFb), con una puntuación positiva para la formación de una película subsuperficial. Medios de cultivo en viales sellados; muestras apareadas fueron enviadas al Laboratorio de Bioambiental (UNET) para análisis fisicoquímico. Como resultado se encontraron porcentajes insuficientes de materia orgánica y elementos como potasio, fósforo y magnesio en las muestras evaluadas. Se informaron diferencias estadísticamente significativas para NMP. El mayor número de bacterias fijadoras de nitrógeno se reportó en la finca Florilandia, que se caracterizó por el riego por goteo. La mayor cantidad de bacterias fijadoras de nitrógeno se registró en los medios NFb

y JMV, lo que indica que posiblemente *Azospirillum* sp. y *Burkholderia* sp. A diferencia del género *Herbaspirillum* sp., se aíslan fácilmente del subsuelo y *Gluconacetobacter* sp. Debido a su naturaleza endógena, tienden a ser menos dominantes en dichas muestras. También se concluyó que las propiedades fisicoquímicas del suelo, la humedad al momento del muestreo y las condiciones climáticas influyeron en la cantidad de exudados de raíces y por lo tanto fueron factores que influyeron en la presencia de bacterias fijadoras de nitrógeno en las muestras.

2.2 Microorganismos en el suelo

El suelo en sí, es un complejo ecosistema, se considera un microcosmos en el que los minerales y la MO (viva o muerta), el agua y el aire tienen una amplia gama de actividades fisicoquímicas. El suelo es una mezcla de procesos que interactúan entre sí en un sistema que no es comparable. Esta complejidad se puede captar a través de la heterogeneidad de estas composiciones minerales y las variaciones resultantes en las propiedades fisicoquímicas que varían con el grado de meteorización del suelo. Asimismo, la MO es heterogénea, ya que tiene varios orígenes y distintos estados de disgregación. (Osorio, 2009).

Los agregados son grandes unidades estructurales que se componen de partículas aluviales y de arcilla, y su estabilidad cambia de las prácticas de uso del suelo, el clima, la actividad microbiana y otros factores. Desde un punto de vista microbiológico, los agregados son interesantes porque el material celular y las secreciones de bacterias, hongos y actinomicetos son factores que influyen en la formación y estabilidad de las partículas.

En ciertas regiones, o en algunas épocas del año, el suelo es muy húmedo, con mucha agua para una actividad biológica óptima, pero en otras épocas puede estar menos húmedo y las bacterias se ven afectadas. Desde una perspectiva microbiana, un suelo aireado es aquel en el que las fases microbianas que requieren oxígeno tienen lugar rápidamente. (Alexander, 1994).

Las condiciones que afectan la actividad biológica del suelo se refieren a factores que afectan la densidad y composición de los organismos del suelo. Los factores primordiales son la disponibilidad de oxígeno y humedad, la temperatura del suelo, el contenido de nutrientes inorgánicos y la cantidad y naturaleza de la MO en el suelo. Además de estas variables, la actividad microbiana del suelo también está influenciada por la estación y la profundidad del suelo. (Pritchett, 1986).

Uno de los requisitos básicos para el cultivo de muestras de suelo es la presencia de microorganismos. Para definir la presencia de bacterias (tanto aeróbicas, anaeróbicas como

fúngicas), se requiere un examen microbiológico del suelo. Calidad de construcción. En general, cuanto mayor número de bacterias halladas, mayor MO tenía el suelo. (Coyne, 2000).

2.3 Biomasa Microbiana.

Se entiende por biomasa la materia orgánica obtenida a través de procesos biológicos espontáneos o estimulados se puede utilizar como fuente de energía. La biomasa microbiana es el componente activo de la MO del suelo. La biomasa microbiana del suelo y sus cambios estacionales están influenciados por factores como el contenido de MO del suelo, los factores climáticos, el manejo de la tierra y las propiedades fisicoquímicas del suelo, y son indicadores muy sensibles del cambio del suelo. (Facundo, 2016).

2.4 Bacterias promotoras de crecimiento en plantas.

Las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB) son un grupo diverso de bacterias que ayudan al desarrollo y la producción de las plántulas. Los organismos más conocidos son *Rhizobium*, *Pseudomonas* y especies pertenecientes a los géneros *Azospirillum*. Los BPCP se pueden dividir en dos grupos: (i) bacterias promotoras del desarrollo de las plantaciones, donde las bacterias afectan a las plantas al inhibir otros microorganismos. Los mecanismos utilizados por estas bacterias pueden afectar el metabolismo de las plantas (aumentar la absorción de agua y minerales), promover el crecimiento de las raíces y aumentar las enzimas activas de la planta a través de su propio metabolismo (disolver fosfato, producir hormonas o fijar nitrógeno). Cultivar o "ayudar" a otros microbios beneficiosos a trabajar mejor con las plantas. (Ferrera, 2007).

2.4.1 La diversidad bacteriana en el suelo

Las bacterias se estudian por la técnica de medio de cultivo selectivo para favorecer un grupo fisiológico sobre otro, un medio de cultivo con celulosa como única fuente de carbono, sirve para recuperar en cultivo puro tipos metabólicos como: las nitrificantes, amonificantes, las que hidrolizan urea, las que mineralizan proteínas, su abundancia se estima por el método de dilución de suelo, sembrado en medio de cultivo sólido, entre los géneros comunes están: *Acinetobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Brevibacterium*, *Caulobacter*, *Cycloclasticus* (5), *Cellulomonas*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Flavobacterium*, *Hyphomicrobium*, *Metallogenium*, *Micrococcus*, *Mycobacterium*, *Pedomicrobium*, *Pseudomonas*, *Sarcina*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Rashtonia* y *Xanthomonas*. Algunos son abundantes en placa, pero ciertos géneros requieren un medio de cultivo especializado, por CVP del 5 al 50% es *Arthrobacter*, del 7 al 67% *Bacillus*, 3

al 15% Pseudomonas, hasta el 20% es Agrobacterium, del 2 al 12% es Alcaligenes y del 10% son Flavobacterium menos del 5% de las colonias pertenecen a Corynebacterium, Gemmatimonas, Micrococcus, Staphylococcus, Rubrobacter, Xanthomonas, Mycobacterium y Sarcina. Acidobacteria, Actinobacteria, Pseudobacteria, Solirubrobacter Verrucomicrobia.

Con base a tales proporciones existen géneros dominantes como Pseudomonas en suelo agrícola y virgen excede 1×10^6 /g de suelo seco, al igual que Arthrobacter que abunda aunque su papel en las transformaciones químicas en la naturaleza no es claro, aunque esta relacionado con Corynebacterium saprofitas, no formadoras de esporas, Gram positivas, inmóviles de morfología irregular, asociada con la ácido-alcohol resistente del genero Mycobacterium menos comunes inferiores a 1×10^6 /g de suelo seco (King, 2002).

Los Bacillus que se aísla por pasteurización de suelo a 80°C/de 10 a 20 minutos que destruye las células vegetativas, no las esporas con la incubación aeróbica se elimina al género anaeróbico Clostridium, el número de Bacillus de 10^6 a 10^7 / g de suelo seco es engañoso por que la CVP no indica si la colonia creció de una spora o célula vegetativa, en suelo pobre en materia orgánica éste género existe como spora en latencia por años, solo una condición nutricional adecuada, la activa y entonces se reproduce, aunque en la mayoría de los suelos existe en un 60% como esporas (20,27,36,41), mientras que incluso Clostridium se detecta en un suelo fértil (Kaebelein, 2002).

2.5 Una visión de futuro sobre la microbiología de suelos del siglo XXI

Actualmente aunque todas las herramientas disponibles para los microbiólogos de suelos y todo el conocimiento adquirido a través de métodos de biología molecular, los problemas que enfrentan los microbiólogos de suelos son, en nuestra opinión, bastante complejos. Pero ahora sabemos que todos los datos obtenidos en los 25 años desde que se aplicó la biología molecular a la microbiología de la tierra es solo una fracción de lo que se ha obtenido en los últimos años a través de la secuenciación del genoma y las técnicas analíticas. El estudio global de todos los genomas de los microorganismos de una comunidad es denominada metagenómica y se realiza con éxito en comunidades microbianas de la Tierra. (Nogales, 2005).

2.6 Hábitat

Lugar físico en el que viven los microorganismos, y por su pequeño tamaño, el hábitat de muchos microorganismos se ubica en un área pequeña, formando un microhábitat. Los

microbios nativos tienen roles funcionales en sus hábitats llamados nichos. Otros microbios son extraños o extraños al ecosistema, sobreviven por distintos períodos, considerados organismos de transición y no ocupan nichos en el ecosistema. (Grant y Long, 1989).

2.7 Calidad del suelo

Capacidad del suelo para su funcionamiento en los límites del ecosistema, para conservar la productividad biológica, la calidad ambiental y mejorar la salud de la flor y fauna.

2.8 Intercambio biológico

Prasad, 2001. El intercambio de elementos entre estados orgánicos e inorgánicos en la tierra u otros sustratos cuando son afectados por organismos vivos. Es el resultado de la disgregación biológica de compuestos orgánicos, acompañada de la liberación de sustancias inorgánicas (mineralización) y del uso de sustancias inorgánicas acompañada de la síntesis de tejidos microbianos (inmovilización).

2.9 Efectos de promoción de crecimiento vegetal.

Se aislaron varias bacterias fijadoras de N de las raíces y tallos de cuatro plantas de arroz. Estos aislados fueron identificados como *Serratia marcescens* por análisis del gen ADN_r 16S. Uno de ellos, llamado IRB500, mostró actividad reductora de acetileno solo cuando se inoculó en medios que contenían bajos niveles de N. la inoculación de la cepa *S. marcescens* IRB500 provocó un aumento significativo en el largo de la raíz y el peso seco de la raíz en la variedad de arroz IR72 (Prasad, 2001).

2.10 Microorganismos, energía y medio ambiente

Para la energía, los microbios juegan un papel clave, la mayor parte del gas natural (metano) es un producto de bacterias (metanogénesis). Los microorganismos fototróficos utilizan la luz como fuente de energía para producir biomasa, energía almacenada en forma de organismos vivos. La biomasa microbiana y los desechos como la basura, los residuos vegetales y el estiércol se convierten en biocombustibles como el metano y el etanol por la acción de los microorganismos. (Alexander, 1994).

2.10.11. Enumeración de microorganismos

Existen diversos métodos para enumerar microorganismos en muestras de muy diferente origen. Cada método tiene sus peculiaridades a la hora de transformar los datos obtenidos en una densidad microbiana de la muestra estudiada, bien sea Unidades

Formadoras de Colonias, Microorganismos Totales, etc. Un método sencillo para la enumeración de bacterias y hongos se basa en la cuantificación de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) por ml o g de muestra. En el capítulo anterior ya se han resuelto problemas basados en el empleo de este método. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el número de placas sembradas por dilución suele ser 3 ó 5

Muestra	Dilución sembrada	Placa 1	Placa 2	Placa 3
1	10^{-3}	1816	1698	1885
	10^{-4}	180	159	186
	10^{-5}	16	19	10
2	10^{-2}	475	477	480
	10^{-3}	45	48	51
	10^{-4}	5	10	4
3	10^0	335	328	324
	10^{-1}	32	28	29
	10^{-2}	5	3	2

Otra técnica de enumeración habitual es el método del Número Más Probable (NMP). Se trata de un método de enumeración basado en la estadística. Debe determinarse un número característico que permite obtener el NMP. Resuelva los siguientes problemas utilizando la Tabla de MacGrady que se adjunta.

Tabla de MacGrady (1 ml/tubo, 3 tubos/dilución, 3 diluciones consecutivas). Resultado expresado como bacterias/ml

Número característico	NMP	Número característico	NMP	Número característico	NMP
000	-	201	1,4	302	6,5
001	0,3	202	2,0	310	4,5
010	0,3	210	1,5	311	7,5
011	0,6	211	2,0	312	11,5
020	0,6	212	3,0	313	16,0
100	0,4	220	2,0	320	9,5
101	0,7	221	3,0	321	15,0
102	1,1	222	3,5	322	20,0
110	0,7	223	4,0	323	30,0
111	1,1	230	3,0	330	25,0
120	1,1	231	3,5	331	45,0
121	1,5	232	4,0	332	110,0
130	1,6	300	2,5	333	140,0
200	0,9	301	4,0		

2.11 Uso de suelos

La capacidad de uso de un suelo se puede definir como su capacidad natural para

reproducirse mediante labranzas sucesivas y usos específicos. Sabemos que los suelos nunca son uniformes, aunque de forma limitada podemos favorecer grandes extensiones en valles de características muy similares del suelo.

Tierras aptas para cultivos permanentes (C)

Son adecuados para cultivos permanentes y brindan limitaciones de terreno y suelo. Ocupan 2707.00 hectáreas o el 21% del territorio.

Tierras aptas para pastos (P)

Este grupo recolecta terrenos que actúan como pastos x propagan follaje. Un total de 17.916.000 hectáreas o el 14% de la superficie terrestre del país.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Zona de ejecución del estudio

Se ejecutó en el predio del Sr. Francisco Tolentino Justiniano, DNI N° 22 969649 que consta de un área de 1 Ha, en el sector de Picuroyacu, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, Huánuco.



Figura 1. Cultivo de cacao sector Picuroyacu.

La caracterización de este sistema de cultivo de cacao, data desde hace 4 años de edad de variedad CCN51, con distanciamiento de plantas de 3x3 metros, la parcela presenta ligera pendiente que favorece la no inundación periódica o eventual producida por alta precipitación continuada así como también en estaciones de invierno.

3.1.1. Ubicación geográfica

El estudio fue desarrollado en el sector de Picuroyacu, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, Huánuco. En las siguientes coordenadas $-9^{\circ}17'54.85''S$ y $-75^{\circ}59'59.73''W$, en el sistema de cultivo de cacao. Altitud de 633 msnm.

3.1.2. Vías de acceso

El acceso al área de investigación es por la carretera Tingo María – Monzón, las condiciones de la carretera es regular y asfaltado, así mismo el recorrido al sector Picuroyacu en moto lineal es de aproximadamente 20 minutos.

3.1.3. Clima

El sector de Picuroyacu se ubica en la región Selva Alta, esta a 633 msnm, el clima respectivo es cálido húmedo con un promedio de temperatura de 25 °C, con una precipitación de 3 300 mm, la época de lluvias empieza en octubre, según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú- SENAMHI (2020).

3.2 Materiales y metodología

3.2.1. Materiales y equipos

Materiales: Se utilizó bolsas para el muestreador de suelos, wincha de 50 m, machete, pala recta, etiquetas para codificar, marcadores, ficha de campo, costales, materiales de campo en descomposición.

Equipos: termómetro, GPS, cámara digital, impresora, laptop, balanza, estufa.

3.2.2. Metodología

La investigación, tipo de estudio prospectivo ya que los datos procedieron de mediciones en campo por el investigador. El nivel de estudio es descriptivo por que describe eventos temporales como propiedades del suelo físicas, químicas que se modifican constantemente y que son generados por el hombre o también por la naturaleza.

3.2.3. Diseño de la parcela en estudio

El área de 297 m² de la parcela en estudio comprendió, un método de muestreo preliminar en forma de zig zag, además de considerarse los objetivos específicos para lograr una mayor profundización del objeto de estudio, que se realizarán en el laboratorio de microbiología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

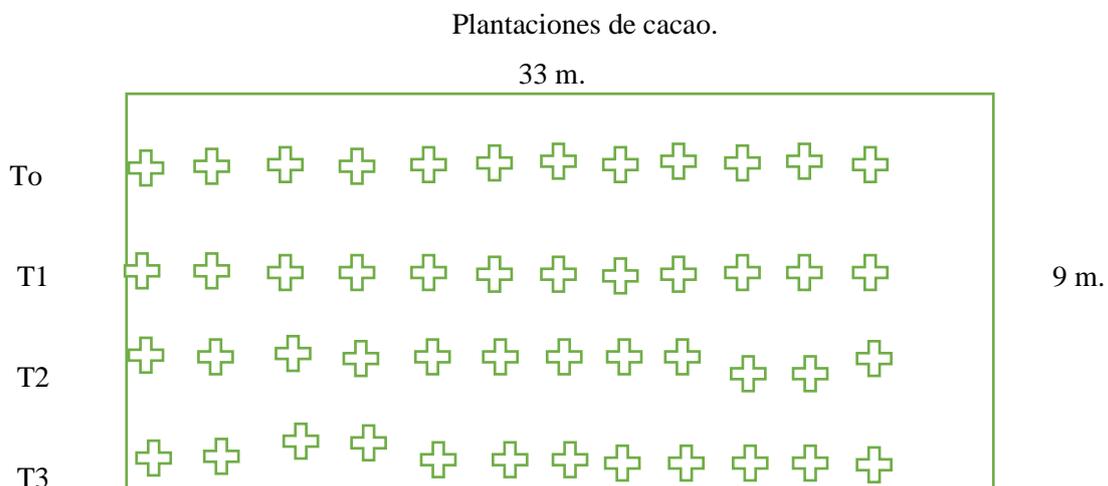
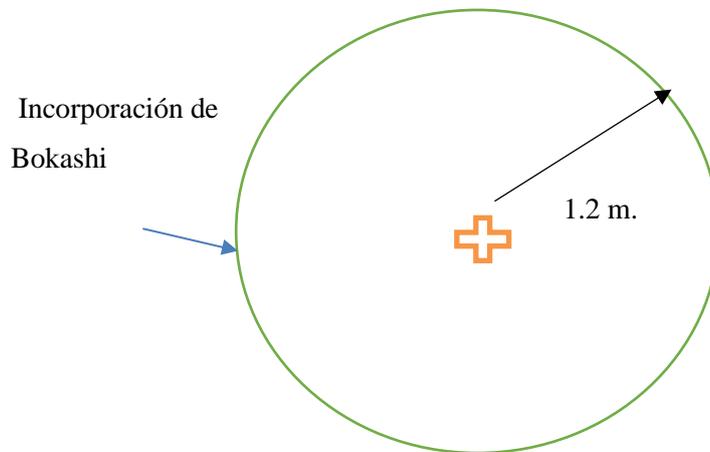


Figura 2. Distribución de las plantas de cacao y tratamientos.
Unidad experimental cacao (*Theobroma cacao L.*)



3.2.4. Área en estudio

De 297 m² de la parcela, comprenderá el uso del suelo del sector de Picuruyacu que desde la ciudad de Tingo María el recorrido son 15 minutos aproximadamente, en la Provincia de Leoncio Prado.

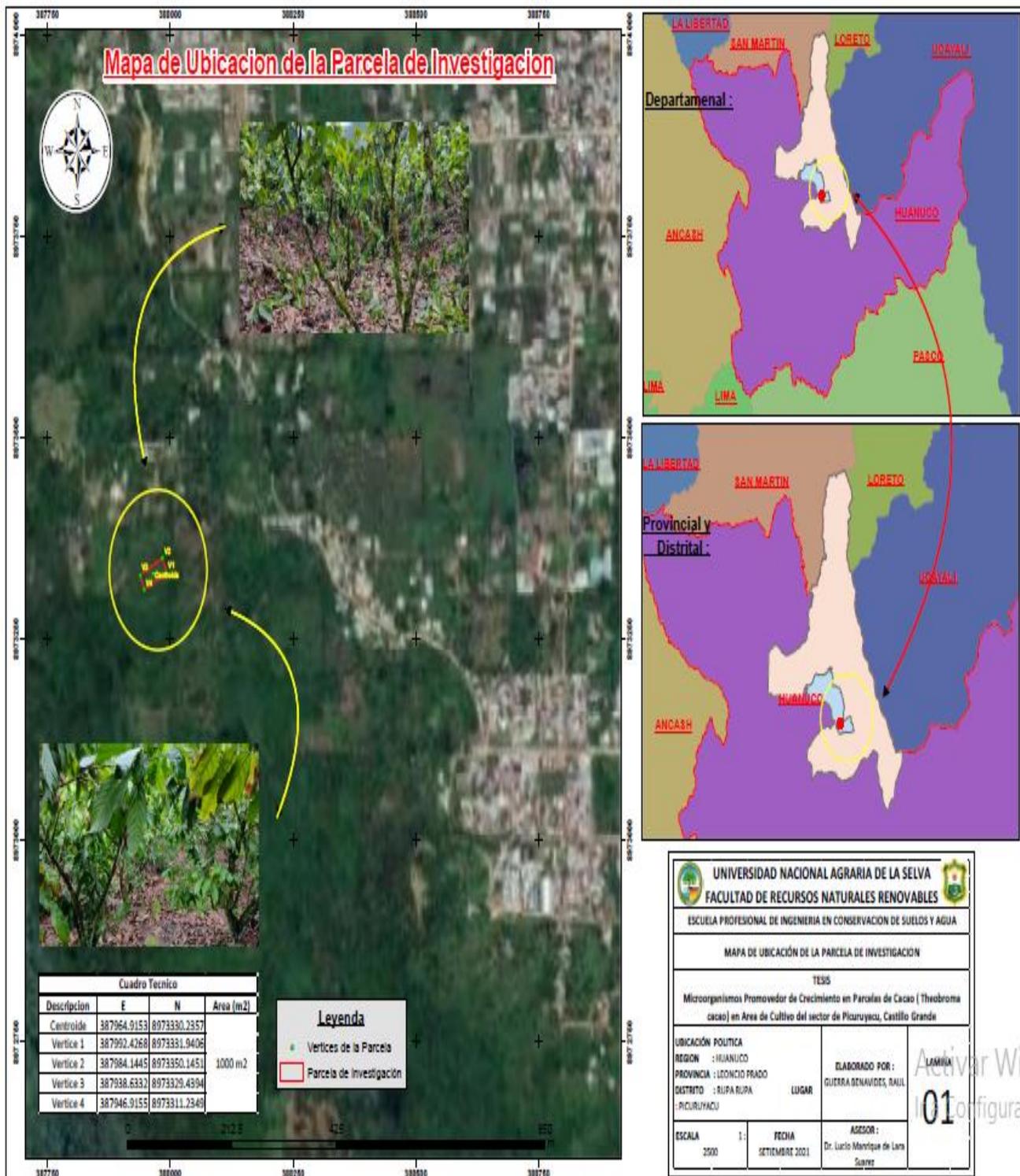
3.3. Tipo y nivel de investigación

Se utilizo conocimientos de la ciencia del suelo para encontrar alternativas de solución frente al problema de la calidad del suelo de *Theobroma cacao L.* Corresponde a una investigación descriptiva transversal por que se evaluó indicadores de calidad del suelo microorganismos, con técnicas de manejo orgánico, comparando con tratamiento testigo.

3.3 Ubicación

3.3.1. Ubicación política

Los diferentes sistemas de uso de suelos en el sector de Picuruyacu, se ubica en el departamento de Huánuco, provincia de Leoncio Prado, distrito de Rupa Rupa, en la ciudad de Tingo María.



3.3.2. Materiales

3.3.2.1. Materiales de campo.

Los materiales fueron pala, pico, bolsa de polietileno, cinta métrica, botas.

3.3.2.2. Materiales de recolección y muestreo

Los materiales de recolección son los siguientes, bolsas de polietileno, matraz, etiquetas.

3.3.2.3. Materiales de laboratorio

Son los siguientes, cintas masking tape, etiquetas, mandil, placas Petri, probetas de 250 ml, tubos de ensayo de 18 a 180 mm, cápsulas petri de 90 a 100 mm, fiolas de 100 ml, matraz de 250 ml, tubos durkam de 10 a 75 mm, pipetas de 1 a 10 ml, gradillas, asa de colle, laminas y laminillas, Agar plate Count, mecheros, pinzas, tijeras, guantes, papel kraff, cintas y pitas, entre otros.

3.3.2.4. Equipos

Son los siguientes, estufas, microscopio, cuenta colonias, autoclave, balanza analítica, incubadora, cámara fotográfica.

3.3.2.5. Insumos

Son los siguientes, agar plate Count, caldo peptonado, agar saboraud, cristal violeta, yodo, yoduro de potasio, acetona, alcohol 30°, alcohol absoluto, safranina, aceite de cedro, agar citrato de Simón, rojo de metilen .

3.4 Metodología

Recuento de colonias de microorganismos

La metodología una vez muestreado, el suelo se pesa 10 gr el cual se va a diluir en un recipiente con 90 ml. al 0.1% (dilución 10^{-1}) de Caldo Peptonado, luego se va a filtrar la primera dilución, para luego separar 1 ml de los 9 ml de caldo peptonado, hasta la dilución 10^{-6} . Luego se procede a sembrar un inculo de 0.25 – 1 ml (de las dos últimas diluciones), por el método de profundidad utilizando medio Plate Count, incubar a 35 – 37 °C por un periodo 24 a 48 hs. Realizar recuento de colonias, utilizando equipos de cuenta colonias, se aplicó la fórmula de microorganismos por gramo.

3.4.1. Colecta y almacenamiento de muestra

Se tomó la muestra en bolsas de polietileno limpias y rotuladas. Una vez determinado los puntos de muestreo de suelo de cacao, se abrirán los mismos en el laboratorio.

3.4.1. Parámetros de estudio

Se evaluó la calidad del suelo del sector de Picuroyacu en Tingo María, para ello se tomó dos muestras del tipo de suelo. Se tomo en cuenta para determinar los siguientes parámetros microbiológicos: bacterias aerobios, bacterias anaerobios, actinomicetos, mohos.

a. Variable Dependiente (Y) = Fertilidad de suelo de cacao

Indicadores Y = Tipos de Suelo

Suelos de cacao (testigo)

Suelos de cacao T1 (bocashi 0.5 kg/planta de cacao)

Suelos de cacao T2 (bocashi 1.0 kg/planta de cacao)

Suelos de cacao T3 (bocashi 1.5 kg/planta de cacao)

b. Variable Independiente (X) = La Variación de Microorganismos promotores.

Indicadores de la variable X: Tipos de microorganismos

X1 = Bacterias aeróbias

X2 = Bacterias anaeróbias

X3 = Actinomicetos

X4= Mohos

X5 = Bacterias acidolacticas

3.4.2. Parámetros microbiológicos

3.4.3. Cuantificación de microorganismos promotores de crecimiento en el suelo de cacao.

3.4.3.1. Enumeración de bacterias

Se hará la enumeración a través del método más probable (NMP), FAO (1975).

3.4.3.2. Enumeración de microorganismos aerobios (recuento de aeróbico de placas)

Se utilizará el método recuento aerobio de placas establecido por la FAO (1975), Para realizar la enumeración de microorganismos aerobios viables.

3.4.4. Determinar la variabilidad porcentual de microorganismos promovedores de crecimiento según tratamiento en el suelo de cacao.

Se determino la variabilidad porcentualmente mediante la fórmula de tres simples, de las variables en estudio.

$$\left. \begin{array}{l} a \longrightarrow b \\ c \longrightarrow x \end{array} \right\} \longrightarrow x = \frac{b \cdot c}{a}$$

3.5. Preparación de bokashi

Los ingredientes para la preparación, serán: 25 kg de cascarilla de arroz, bagazo de caña, residuos de cosechas, etc., deberá estar bien seco; 2 sacos de excremento puro de animales mayores, tierra mullida de bosque; un saco de carbón vegetal molido no muy fino; aproximadamente 5 kg de afrecho de arroz; 5 kg de ceniza de cal agrícola; 5 kg aproximado de tierra fresca o de monte; de 1 a 3 tres litros de melaza (o un equivalente como el jugo de caña, o algún tipo de miel); 25 kg de harina de hueso de animal; 16 kg de carbón molido; 1,2 kg de roca fosfórica; 0.5 kg de azufre; de 100 a 200 g. de levadura de pan; aproximadamente 25 litros de agua.



Figura 3. Mezcla de componentes del bokashi

Se construirá una pila de 1 m² aproximado con techo, no necesariamente cerrado, con circulación de aire necesaria para una buena fermentación cuando el montículo esté listo. La suciedad, la cascarilla y el estiércol se eliminan y se mezclan por separado hasta obtener una consistencia homogénea. Después de eso, los elementos identificados se agregan gradualmente, mezclándose bien. En algunos casos, se combina y todo el material se hace en un solo

montículo. Se cuidará la humedad de la masa fermentada, no debe tener exceso de agua ni falta de humedad, se comprobará apretando ligeramente la masa con el puño y se notará que no ha chorreado o está muy seca, en ambos casos se debe corregir con el resto de ingredientes. Tanto el acetato como el azufre aumentan cuando hay signos de deficiencia de nutrientes.

El montículo se cubrirá con una bolsa abierta, lona, etc. Dos veces al día, la masa debe ser volteada rápidamente de un lado al otro, y después de cuatro o cinco días, el montículo debe ser revisado frecuentemente para ver si está húmedo. Después del primer paso, se voltea el material solo una vez al día, verificando que la temperatura no sea inferior a 35 o 40 °C, de lo contrario afectará la fermentación.



Figura 4. Control de temperatura del abono bokashi.

3.5.1. Metodología para la evaluación

Se delimito la planta de cacao a 1 m² en donde se hará las evaluaciones mediante calicatas iniciales, a dos niveles, cada uno de 15 Y 30 cm para obtener la muestra antes y después, donde se determinó el análisis de materia orgánica, NPK, CIC, pH, Conductividad eléctrica, se hará para el análisis de microorganismos (bacterias aerobia, anaerobias, mohos, actinomicetos). La incorporación del bocashi al área delimitado se hará previa limpieza de la hojarasca, para uniformizar la dosis de aplicación según tratamiento To testigo, T1= 0.5 kg y T2= 1.0 kg.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.4. Cuantificación de microorganismos promovedores de crecimiento en los suelos de cacao.

4.1.1. Enumeración de microorganismos aerobios viables

Según la FAO (1975) la enumeración de microorganismos aerobios viables, se usa el método recuento aeróbico de placas, en la siguiente tabla 1 a 15 cm y tabla 2 a 30 cm de profundidad.

En la tabla 1 se observa que a 15 cm de profundidad existe mayor presencia de actinomicetos (28×10^3 UFC/g), seguido de microorganismos aerobios viables (17×10^3 UFC/gramo de suelo), y menor presencia los mohos y levaduras (4×10^3 UFC/g de suelo), incluso ausencia de lactobacillus en el suelo. Pero las bacterias del ácido láctico son bacterias que brindan muchos beneficios. Influye en la disgregación de la MO en la tierra. Esto facilita que las plantas absorban nutrientes como Ca, P y K de la sustancia. Asimismo facilita a la eliminación de olores de los materiales en disgregación.

La alta diversidad de bacterias en el suelo, las raíces de las plantas, la arcilla, los residuos de plantas pueden causar cambios de 10 a 100 veces en los valores calculados debido a cambios en el nivel de humedad, contenido de sustancias orgánicas del pH.

Estos métodos no pueden capturar la abundancia de tipos de bacterias, algas y protozoos, por ejemplo, algunas bacterias no formarán colonias en el medio para aquellos que usan métodos de dilución o número más probable (NMP). Los conteos bacterianos varían según el método, y los conteos en placa dan valores de miles a millones de bacterias/g de suelo seco; la abundancia indica condiciones ambientales favorables para estas poblaciones (Chung, 2001)

Tabla 1. Microorganismos aerobios a 30 cm de profundidad (muestreo inicial)

SUELO CACAOTA	Número de microorganismos aerobias (mo/10g de suelo)	
	Profundidad 30 cm	Valor Referencial
Enumeración Aerobios Viables	17×10^3 UFC/g	$3 - 7 \times 10^3$ UFC/g
Enumeración Lactobacillus	2×10^3 UFC/g	$2 - 3 \times 10^3$ UFC/g
Enumeración Actinomicetos	28×10^3 UFC/g	$2 - 3 \times 10^3$ UFC/g
Enumeración Fungí (Mohos y Levaduras)	12×10^3 UFC/g	$1 - 3 \times 10^3$ UFC/g
Bacterias fijadoras Nitrógeno	4×10^3 UFC/g	Presencia

En la tabla 2 a profundidad de 30 cm del suelo, los actinomicetos con (28×10^3 UFC/gramo de suelo) seguido de aerobios viables (17×10^3 UFC/g de suelo) y con menor presencia fungí (3×10^3 UFC/gramos de suelo). El oxígeno es necesario para que estos microorganismos aerobios logren funciones fisiológicas y biológicas como la fijación de N y la disgregación por frío. (Wild, 1997). Los microorganismos aerobios viables están en la superficie de la tierra porque hay más oxígeno en este espacio. (Thomson, 1998).

Tabla 2. Microorganismos aerobios a 15cm de profundidad, (muestreo final)

SUELO CACAO	Número de microorganismos aerobias (mo/10g de suelo)	
	Profundidad 15 cm	Valor Referencial
Enumeración Aerobios Viables	10×10^3 UFC/g	$3 - 7 \times 10^3$ UFC/g
Enumeración Lactobacillus	5×10^3 UFC/g	$2 - 3 \times 10^3$ UFC/g
Enumeración Actinomicetos	12×10^3 UFC/g	$2 - 3 \times 10^3$ UFC/g
Enumeración Fungí (Mohos y Levaduras)	3×10^3 UFC/g	$1 - 3 \times 10^3$ UFC/g
Bacterias fijadoras Nitrógeno	4×10^3 UFC/g	Presencia

En la tabla 3, se aprecia mayor actinomicetos (12×10^3 UFC/g de suelo) seguido de organismos aerobios viables (10×10^3 UFC/g) a una profundidad de 15 cm.

La producción de estos biofertilizantes se basa en el metabolismo de microorganismos como bocashi, basándose en el potencial de ciertas bacterias para actuar como mediadores, liberando iones fosfato soluble a las plantas, favoreciendo así la absorción de este elemento.

Tabla 3. Microorganismos aerobios a 30 cm de profundidad (muestreo final)

SUELO CACAOTAL	Número de microorganismos aerobias (mo/10g de suelo)	
	Profundidad 30 cm	Valor Referencial
Enumeración Aerobios Viables	14×10^3 UFC/g	$3 - 7 \times 10^3$ UFC/g
Enumeración Lactobacillus	3×10^3 UFC/g	$2 - 3 \times 10^3$ UFC/g
Enumeración Actinomicetos	16×10^3 UFC/g	$2 - 3 \times 10^3$ UFC/g
Enumeración Fungí (Mohos y Levaduras)	8×10^3 UFC/g	$1 - 3 \times 10^3$ UFC/g
Bacterias fijadoras de Nitrógeno	7×10^3 UFC/g	Presencia

En la tabla 3, se aprecia mayor Actinomicetos (16×10^3 UFC/g de suelo) seguido de organismos aerobios viables (14×10^3 UFC/g) y la menor cuantificación lactobacillus (3×10^3 UFC/g) a una profundidad de 30 cm.

Estas bacterias aerobias también realizan varias funciones importantes, como controlar los patógenos de las plantas y restaurar las estructuras de la rizosfera, que son aspectos importantes de la producción agrícola. Los géneros bacterianos descritos capaces de solubilizar fosfato incluyen: *Bacillus sp*, *Stenotrophomonas*, *Burkholderia*, *Pseudomonas sp*, *Rhizobium sp*, *Vibrio proteolyticus*, *Enterobacter aerogenes* y *Streptomyces*, entre otros (Fernández, 2005). El medio ambiente afecta la densidad y composición de los microorganismos, y los factores abióticos como la humedad, el oxígeno, la temperatura, los niveles de materia orgánica, el pH, los minerales, el tipo de planta, la estación y la profundidad también afectan a las comunidades microbianas y sus actividades bioquímicas.

La humedad ayuda a controlar la actividad de los microorganismos porque el agua es el principal componente del protoplasma y se utiliza en el proceso de crecimiento vegetativo; si la humedad es demasiado alta, se limita el crecimiento de microorganismos porque se reduce el suministro disponible de O₂. La densidad máxima de bacterias en lugares con alta humedad; el nivel correspondiente de actividad aeróbica es del 50% al 75%, y los cambios periódicos en el tamaño de las colonias están asociados con la humedad, por lo que la inundación estimula las bacterias estrictamente anaeróbicas. Cuando desaparece el O₂, la microbiota cambia de aeróbica a anaeróbica (Hardy, 2001).

La temperatura ayuda a regular las fases biológicas y hay una correlación entre ésta y el tamaño de la comunidad (Franzluebbers, 2000), cada género de bacterias posee una temperatura de crecimiento apropiada que es mayor o menor que su temperatura de crecimiento y le asigna una ubicación apropiada: crecer a 25 a 30 grados después de Celsius y de 15 a 45°. Vive entre grados Celsius, forma la mayor parte de su población en el suelo y es muy resistente hasta los 5°C. (Demetz, 1999)

Los termófilos crecen entre 45 y 65 oC, mientras que las bacterias obligadas no crecen por debajo de los 40 °C, por ejemplo los siguientes géneros: *Thermoleophilum album*, *Thermoleophilum minutum* en la familia, Rubrobacteridae el género Actinobacteria (Yakimov 2003). Dado que la cantidad de MO en el suelo afecta el tamaño de la comunidad bacteriana, su abundancia en el humus corresponde a un aumento en el nitrógeno orgánico puro y el carbono orgánico, lo que ralentiza la rápida mineralización del humus. (Craine, 2001)

Un pH ácido o básico inhibirá la actividad bacteriana, ya que la mayoría de las bacterias crecen en un ambiente neutral, cuanto mayor sea la concentración de iones de

hidrógeno, mayor será la reducción, por lo que el encalado del suelo ácido a pH 3.0 la aumentará. (Kaebelein, 2002).

Los fertilizantes inorgánicos se utilizan para cultivar plantas y bacterias, pero también pueden inhibir ciertos tipos de organismos. Por ejemplo, los fertilizantes a base de amonio se oxidan biológicamente para producir ácido nítrico, que inhibe las especies sensibles que funcionan mejor con niveles de pH neutro. (Kaebelein, 2002).

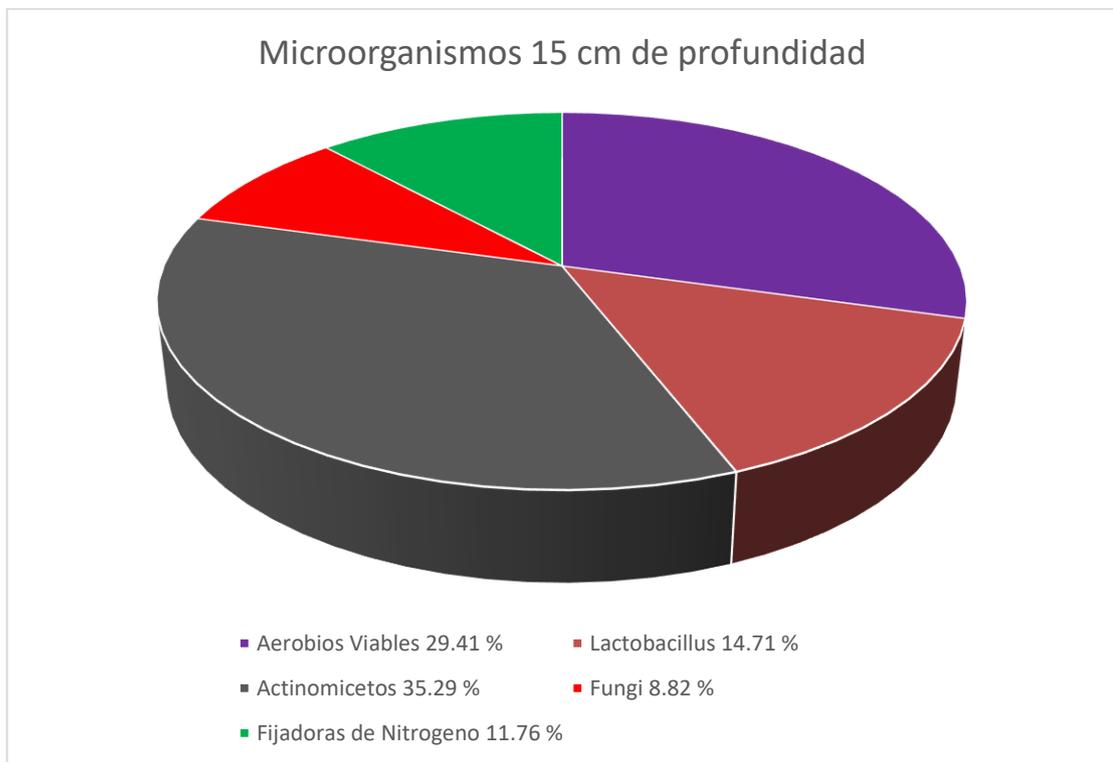


Figura 5. Porcentaje de microorganismos a 15 cm de profundidad del suelo

En la figura 5, el mayor porcentaje corresponde a los actinomicetos (35.29 %) seguido de aerobios viables (29.41 %) y el menor fungí (8.82 %) respectivamente. Los actinomicetos se encuentran en el suelo en casi todas sus formas y, en condiciones extremas, reducen ligeramente la concentración de la población.

Su número cambia, pero son comunes en suelos fértiles con una concentración de 10^6 UFC/g de suelo seco. Generalmente, las cepas de actinomicetos se aíslan en la superficie de la tierra ya a una profundidad de 2 a 15 cm, después de lo cual su número disminuye. La longitud de la colonia depende del tipo de suelo, especialmente de algunas propiedades físicas, contenido de MO y pH ambiental. (Tate, 2000)

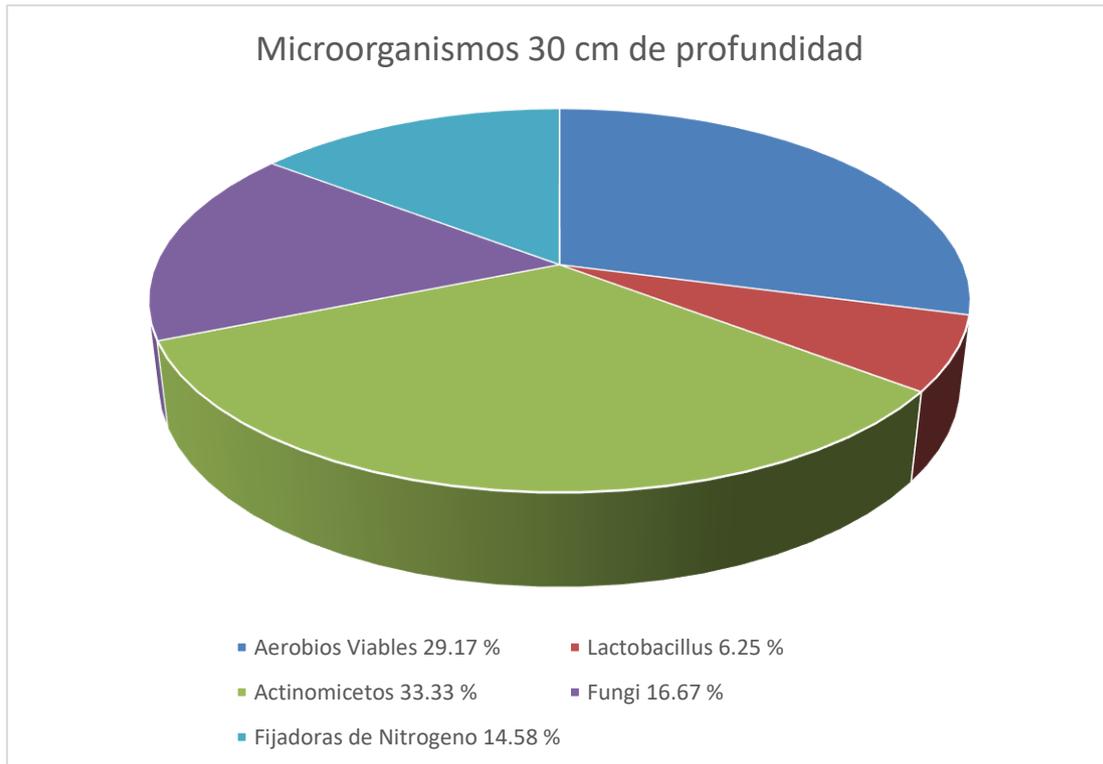


Figura 6. Porcentaje de microorganismos a 30 cm de profundidad del suelo

En la figura 6, el mayor porcentaje corresponde a los actinomicetos (33.33 %) seguido de Aerobios viables (29.17 %) y el menor porcentaje lactobacillus (3.25 %) respectivamente. Por su amplia distribución, los actinomicetos se pueden encontrar en superficies rocosas y en suelos de rizosfera ricos en humus, hojarasca y estiércol, así como en sedimentos marinos. La mayor parte de las especies son heterótrofas, aerobias, mesófilas y aumentan en un rango de temperatura de 25°C a 30°C. Mala tolerancia a la acidez, por lo que se requiere un pH neutro para un crecimiento óptimo, aunque crecen en un rango de pH de 5,0 a 9,0 (El Tarabily & Sivasithamparam, 2006)

4.5. Variabilidad de microorganismos promovedores de crecimiento en los suelos de cacao.

Se realizó esta fase y se utilizó el método: microbiológica examination of foods (APHA, 1976).

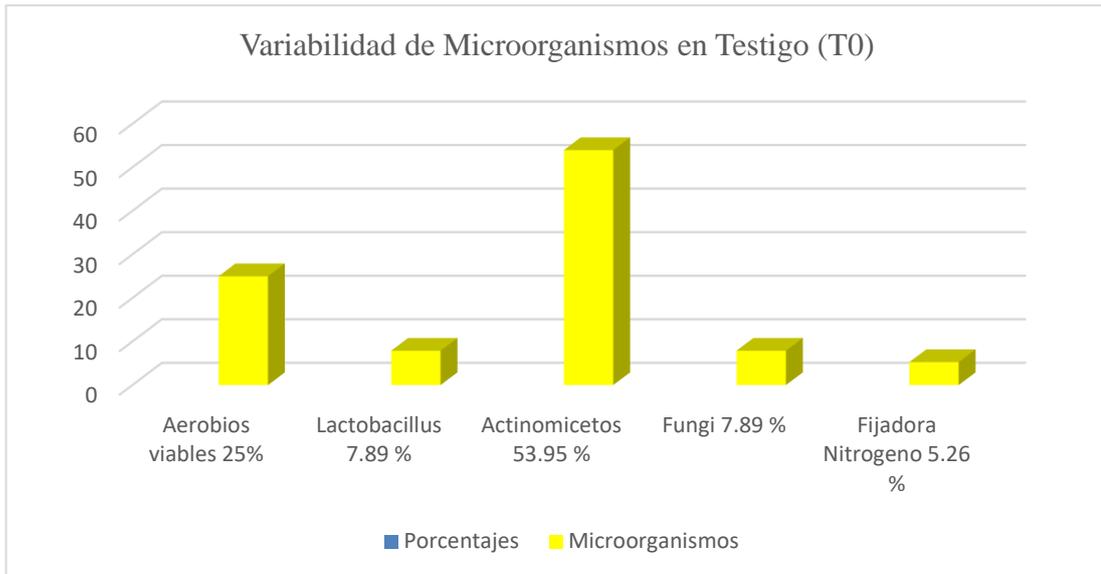


Figura 7. Variabilidad de microorganismos en el testigo (T0)

Se observa en la figura 7 mayor variabilidad de actinomicetos (53,95 %), que sobrepasa el valor referencial, la menor variabilidad lo representa bacterias fijadoras de nitrógeno (5,26 %). Sin embargo, en la tabla 6, se tiene que el T1 mayor variabilidad en actinomicetos (41×10^3 UFC/g), seguido de microorganismos aerobios viables (18×10^3 UFC/g).

En general, como todos, es comprender el conocimiento básico de la gestión y lograr los mayores ahorros, el rendimiento rentable y la riqueza de las funciones de producción del suelo y la protección para los fertilizantes de nitrógeno, especialmente la agricultura agrícola orgánica y sostenible. Aunque *Frankia spp* es un tipo de bacterias (especies forestales, tipos bacterianos causados por la forma creciente de los planes de subunción e incluso la contaminación de las plantas en el suelo.

Bacterias solubilizadoras de fosfato. Utilizado cuando las semillas se siembran en suelos ácidos o alcalinos con un valor de pH de 5 a 8, esto provoca la precipitación de fosfatos y su unión, por lo que las raíces de las plantas están expuestas a un estrés nutricional debido a la falta de fosfatos. (Reis et al., 2000)

Se recomienda la inoculación en la siembra si a la tierra le falta de suficiente fosfato disponible o fosfato móvil. De esta forma, se soluciona la disponibilidad de fosfato soluble en los cultivos de hortalizas y se previene la ineficiencia o bajo rendimiento, como ejemplo de ello son las bacterias. Se trata de micorrizas de los géneros *Bacillus spp*, *Arthrobacter spp*, *Azotobacter spp* y otros, que aparentemente forman el grupo más famoso por resolver el problema de la movilidad de los fosfatos en el suelo como endótrofos.

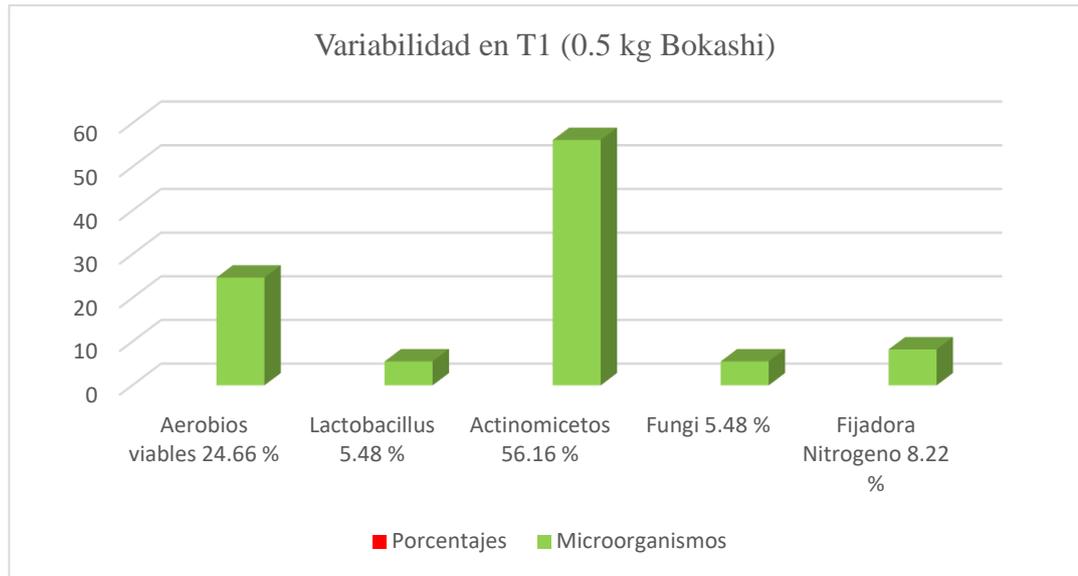


Figura 8. Variabilidad de microorganismos (T1) a 15 cm profundidad del suelo.

Sin embargo, en la figura 8, se tiene que el T1 mayor variabilidad en actinomicetos (56.16 %) con (41×10^3 UFC/g), seguido de microorganismos aerobios viables (24,66 %) con (18×10^3 UFC/g) respectivamente. El segundo análisis de suelo, ligero incremento de materia orgánica (de 1,43 a 1,57%) el nitrógeno vario de (0,07 a 0,08%) el fosforo vario de (6,59 a 15,77ppm) el potasio vario de (98,71 a 138,24 ppm) el pH vario (4,26 a 4,40) a 15 cm de profundidad.

En el suelo varía la presencia de microbios, pero sigue una tendencia que a mayor profundidad, menor número de microorganismos. La razón de esto es que la mayoría de los microorganismos aislados en medios de agar son heterótrofos y aerobios, y el dióxido de carbono y el O₂ disminuyen al aumentar la profundidad. En consecuencia, la densidad de población microbiana disminuye. Además, el tipo de microbios varía de un suelo a otro. Estas diferencias están relacionadas con el pH, el clima, la vegetación, la disponibilidad de nutrientes, la mineralogía y, especialmente, el tipo y la cantidad de materia orgánica. (Osorio-Vega, 2009)

Los actinomicetos son bacterias que realizan diversas actividades en los ecosistemas, como mejorar la propiedad de la tierra y producir compuestos bioactivos con actividad antagónica frente a microorganismos patógenos, y son importantes productores de antibióticos. En particular, se describen actividades que clasifican a los actinomicetos como rizobacterias promotoras del desarrollo de las plantas. (Franco-Correa, 2008)

La evaluación de la diversidad genética de microorganismos como los actinomicetos es de gran interés en la sustentabilidad de los suelos, por lo que en un futuro próximo podrán presentarse como un recurso clave a nivel de la biotecnología agrícola,

pudiendo identificarse también estas diferentes formas de existencia. Los microbios y sus interacciones con los hongos MA y las plantas, lo que permite su uso para monitorear los efectos de los cambios en el entorno vegetal global.

Tres géneros que pueden existir como conidios o hifas vegetativas son *Nocardia*, *Streptomyces* y *Micromonospora*, y son los géneros más significativos para ser aislados del suelo. (Martin 1981)

Por su capacidad de producir enzimas biodegradables como quitinasas, glucanasas, peroxidasas y otras, que están involucradas en el parasitismo fúngico de estos microorganismos, los actinomicetos también han sido denominados como agentes de biocontrol. (Márquez, et al. 2003)

Su morfología fúngica se destaca entre los rasgos generales de los actinomicetos. Investigaciones posteriores revelaron que en realidad eran bacterias filamentosas ramificadas, a pesar de que inicialmente se creía que eran hongos. Los actinomicetos son organismos saprofitos que tienen un impacto ambiental significativo al consumir y transformar una variedad de residuos orgánicos complejos ampliamente distribuido en la naturaleza, donde juega un papel importante en los lodos de lagos, lodos de ríos y suelos. El género *Streptomyces*, que se cree que es la fuente más probable de problemas importantes con el suministro de agua, alberga la mayoría de los actinomicetos para los que se han identificado la geosmina y el 2-metilisoborneol. (Rosh *et al.*, 2002).

Microorganismos aerobios viables, la población media de los distintos grupos microbianos estudiados corresponde a una población viable de bacterias aerobias 104 UFC/g, una población media de actinomicetos 104-105 y una población media de hongos y bacterias fijadoras de nitrógeno 103 UFC/g. (Florida, 2019).

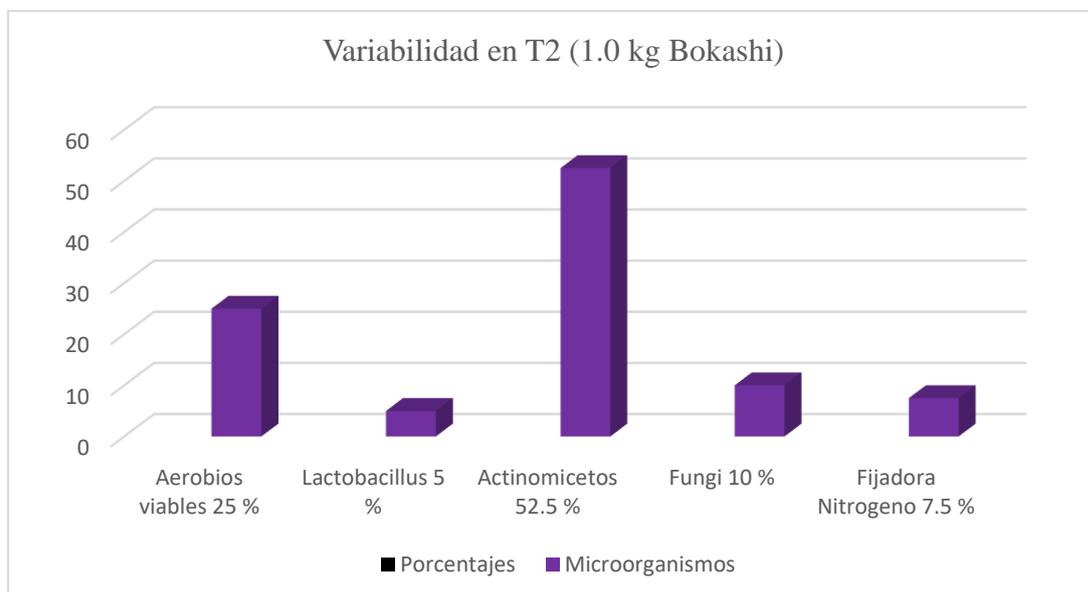


Figura 9. Variabilidad de microorganismos (T2) 30 cm profundidad del suelo.

En la figura 9, se tiene el T2, mayor variabilidad en actinomicetos (52.5 %) con (21×10^3 UFC/g), seguido de microorganismos aerobios viables (24,66 %) con (10×10^3 UFC/g) respectivamente. El segundo análisis de suelo, ligero incremento de materia orgánica (de 1,43 a 1,57%) el nitrógeno vario de (0,07 a 0,08%) el fosforo vario de (6,59 a 15,77ppm) el potasio vario de (98,71 a 138,24 ppm) el pH vario (4,26 a 4,40) a 30 cm de profundidad. El tratamiento T2 (1 kg de Bokashi), mejora la característica del suelo, apreciándose incremento de actinomicetos, aerobias viables, también de fungí (7.89 a 10%) y Fijadores de nitrógeno de (5,26 a 7,5%).

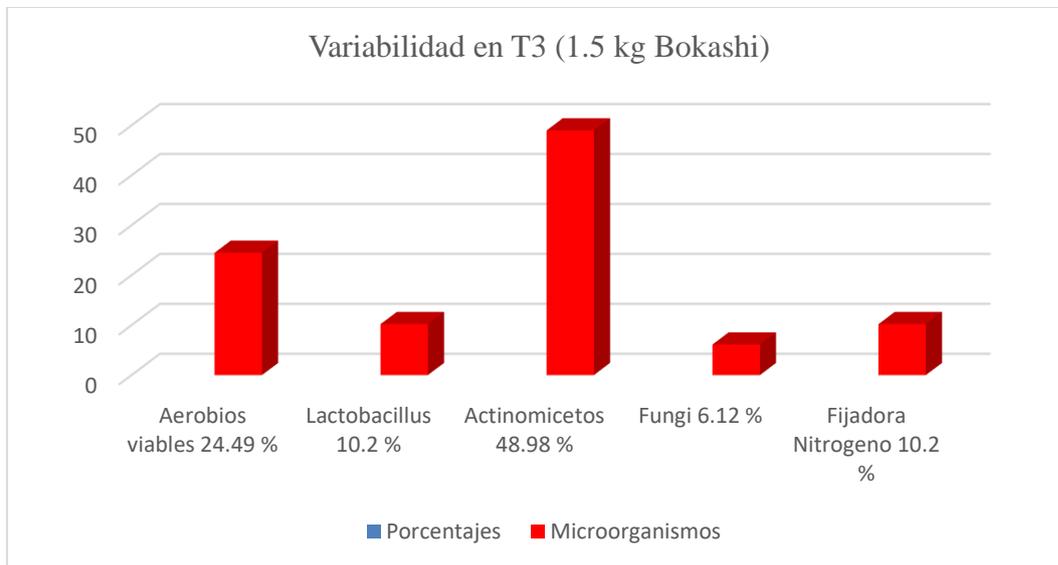


Figura 10. Variabilidad de microorganismos (T3) a 15 cm de profundidad del suelo.

En la figura 10, se tiene el T3, mayor variabilidad en actinomicetos (48,98%) con (24×10^3 UFC/g), seguido de microorganismos aerobios viables (24,49 %) con (12×10^3 UFC/g) respectivamente. El análisis de suelo, observa ligero incremento de materia orgánica (de 1,43 a 1,57%) el nitrógeno vario de (0,07 a 0,08%) el fosforo vario de (6,59 a 15,77ppm) el potasio vario de (98,71 a 138,24 ppm) el pH vario (4,26 a 4,40) a 15 cm de profundidad. El tratamiento T3 (1,5 kg de Bocashi), mejora la característica del suelo, apreciándose incremento de lactobacillus (7,89 a 10,2%), fijadores de nitrógeno de (5,26 a 10,2%) respectivamente. Sin embargo, una ligera disminución de actinomicetos (53,95 a 48.98%) así mismo de aerobias viables (25 a 24,49%).

Los actinomicetos, de los cuales la mayoría de las especies son heterótrofas, aeróbicas, mesófilas, crecen en el rango de 25 a 30 °C, son sensibles a los ácidos y, como

resultado, necesitan valores de pH neutros, aunque en el rango de 5 a 9 °C, para crecimiento óptimo. (Franco-Correa, 2008).

Por lo tanto, la marga es muy adecuada para el crecimiento de estos microorganismos en suelos con un valor de pH inferior a 5,0 en comparación con suelos con poca humedad en condiciones semiáridas (El-Tarabily & Sivasithamparam, 2006).

Dados los requisitos para el crecimiento microbiano, como el pH, la temperatura y la disponibilidad de nutrientes, que interfieren con la formación de metabolitos, también existen diferencias relativas entre especies, aunque *Streptomyces* domina como antagonistas independientemente de las condiciones. (Fermino et al., 2009)

SUELO CACAOTAL	Número de microorganismos aerobias (mo/10g de suelo)	
	Profundidad 15 cm	Valor referencial
Enumeracion aerobios viables	22 x 103 UFC/g	3 - 7 x 103 UFC/g
Enumeración lactobacillus	Ausencia	2 - 3 x 103 UFC/g
Enumeración actinomicetos	11 x 103 UFC/g	2 - 3 x 103 UFC/g
Enumeracion fungi (Mohos y levaduras)	3 x 103 UFC/g	1 - 3 x 103 UFC/g
Bacterias fijadora nitrogeno	6 x 103 UFC/g	Presencia

5. CONCLUSIONES

1. Los microorganismos en los suelos de cacao, en la cuantificación se concluye que observo mayor presencia actinomicetos (28×10^3 UFC/g), seguido de aerobios viables (17×10^3 UFC/g) a 15 cm de profundidad, quiere decir que con el tratamiento ayuda a descomponer la materia orgánica en el suelo, esto les permite a las plantas absorber los nutrimentos, como el calcio, el fósforo y el potasio, que se encuentran en esa materia. Así mismo en a 30 cm de profundidad se concluye que los actinomicetos y Aerobios viables tiene mayor presencia en el suelo, estos microorganismos aerobios requieren oxígeno para llevar a cabo tareas fisiológicas y biológicas como la fijación de nitrógeno y la descomposición de la hojarasca.
2. La variabilidad fue en actinomicetos (56.16 %) con (41×10^3 UFC/g), seguido de microorganismos aerobios viables (24,66 %) con (18×10^3 UFC/g) respectivamente. El segundo análisis de suelo, ligero incremento de materia orgánica (de 1,43 a 1,57%) el nitrógeno vario de (0,07 a 0,08%) el fosforo vario de (6,59 a 15,77ppm) el potasio vario de (98,71 a 138,24 ppm) el pH vario (4,26 a 4,40) a 15 cm de profundidad.
El T2, mayor variabilidad en actinomicetos (52.5 %) con (21×10^3 UFC/g), seguido de microorganismos aerobios viables (24,66 %) con (10×10^3 UFC/g) respectivamente. El tratamiento T2 (1 kg de Bocashi), mejora la característica del suelo, apreciándose incremento de actinomicetos, aerobias viables, también de fungí (7.89 a 10%) y fijadores de nitrógeno de (5,26 a 7,5%).
El T3, mayor variabilidad en actinomicetos (48,98%) con (24×10^3 UFC/g), seguido de microorganismos aerobios viables (24,49 %) con (12×10^3 UFC/g) respectivamente. El análisis de suelo, observa ligero incremento de materia orgánica (de 1,43 a 1,57%) el nitrógeno vario de (0,07 a 0,08%) el fosforo vario de (6,59 a

15,77ppm) el potasio vario de (98,71 a 138,24 ppm) el pH vario (4,26 a 4,40) a 15 cm de profundidad. El tratamiento T3 (1,5 kg de Bocashi), mejora la característica del suelo, apreciándose incremento de lactobacillus (7,89 a 10,2%), fijadores de nitrógeno de (5,26 a 10,2%) respectivamente. Sin embargo, una ligera disminución de actinomicetos (53,95 a 48.98%) así mismo de aerobias viables (25 a 24,49%).

6. PROPUESTA A FUTURO

1. Se propone realizar la identificación de microorganismos, considerando las estaciones del año, los cuales contribuyen con la generación de otros datos, considerando clima humedad, temperatura, y las condiciones del suelo para su estudio.
2. Incrementar la dosificación de 1.5 kg/planta, en los tratamientos, así mismo el tiempo de evaluación en cada tratamiento a 12 meses, estableciendo la dinámica de los organismos en suelos con respecto a la materia orgánica, el secuestro de carbono y las emisiones de gases de efecto invernadero; alterar la composición física del suelo; alterar los horarios de riego; y mejorar la cantidad y eficacia de la absorción de nutrientes por parte de los cultivos.

7. BIBLIOGRAFIA.

- Alexander, M. (1981): "Introducción a la Microbiología del Suelo". 2ª. Ed. Edit. A.G.T. Editor, S.A. México, D.F., México.
- Alexander, M., 1994, Introducción a la microbiología del suelo. Edt. AGT, México, DF., México. 491 p.
- Arguello, A. 2016. Cuantificación de bacterias diazótrofes aisladas de suelos cacaoteros (*Theobroma cacao* L.), por la técnica de Número Más Probable (NMP). Revista Colombiana de Biotecnología (2016),18(2): 40. (<https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v18n2.47678>, documentos, julio 2022)
- ATLAS, R. M. y R., BARTHA. 2002. Ecología Microbiana y Microbiología Ambiental. 2ª. Ed. Edit. Pearson Educación S.A. Madrid. España.
- Brock, T. 1996. Microbiología. 6ª. Ed. Edit. Prentice-Hall Hispanoamericana, S. A., México, D.F., México.
- Burges, A. 1960. Introducción a la Microbiología del Suelo. Edit. La Crivia. Zaragoza. España
- Burges, A. y F., Raw (Eds). 1971. Biología del Suelo. Edit. Ediciones Omega, SA. Barcelona. España.
- Chung, W.-K., and G. M. King. 2001. Isolation, characterization and polyaromatic hydrocarbon degradation potential of aerobic bacteria from marine macrofaunal burrow sediments and description of *Lutibacterium anuloederans* gen. nov. sp. nov. and *Cycloclasticus spirillensus* sp. nov. Appl. Environ. Microbiol. 67:5585-5592. file:///D:/TESIS%20RAUL/bacterias-sueloJMSY%20(1).pdf
- Cortes, S. L. 2015. Sustratos inoculados con microorganismos para el desarrollo de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en etapa de vivero. [En línea]. (<http://ve.scielo.org/pdf/ba/v27n3/art03.pdf>, documento, junio, 2022)
- Craine, J.M., D.A. Wedin, and P.B. Reich. 2001. The response of soil CO₂ flux to changes in atmospheric CO₂, nitrogen supply and plant diversity. Glob. Change Biol. 7:947-953. file:///D:/TESIS%20RAUL/bacterias-sueloJMSY.pdf
- Demetz, M., and H. Insam. 1999. Phosphorus availability in a forest soil determined with a respiratory assay compared to chemical methods. Geoderma 89:259-271. file:///D:/TESIS%20RAUL/bacterias-sueloJMSY.pdf
- El-Tarabily KA & Sivasithamparam K (2006) Non-streptomycete actinomycetes as biocontrol agents of soil-borne fungal plant pathogens and as plant growth promoters.

- Soil Biology and Biochemistry. United Arab Emirates. (38):1505– 1520. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8665/tesis618.pdf;sequence=1>
- El-Tarabily KA, Nassar , A. & Sivasithamparam K.,2008 Promotion of growth of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in a calcareous soil by a phosphate-solubilizing, rhizosphere-competent isolate of *Micromonospora endolithica*. *Applied Soil Ecology*. United Arab Emirates. (3 9): 1 6 1 – 1 7 1. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8665/tesis618.pdf;sequence=1>
- Espinoza, José. 1999. Acidez y encalados de los suelos. Edit. International plant nutrition institute. [En línea] ([Acidez y encalado de suelos, libro por J Espinosa y E Molina.pdf](#) documento, setiembre, 2021)
- Facundo Andreoni, P. 2016. Carbono en biomasa microbiana. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. [En línea]. (http://datamining.dc.uba.ar/datamining/Files_/especializacion/trabajo_pandreoni.pdf, documento. Setiembre, 2021)
- Fermino Soares, A., Sousa, C. & Garrido, M. 2009. Streptomycetes antagonism against *Cladosporium fulvum* Cooke and *Fusarium oxysporium* f.sp. *lycopersici*. *Ciencia Rural*. Brasil. (39):1897-1900. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8665/tesis618.pdf;sequence=1>
- Fernandez, L. 2005. Bacterias solubilizadoras de fosfato inorgánico aisladas de suelos de la región de Sojera. Scielo.
- Ferrera, R., Alarcon, A. 2007. Microbiología agrícola; hongos, bacterias, micro y macrofauna, control biológico y planta-microorganismos. [En línea]. (<http://www.bashanfoundation.org/gmaweb/pdfs/ronaldpgpb8.pdf>, documento, setiembre, 2021)
- Florida Rofner, N., Paucar García, H. J., Jacobo Salinas, S. S., Escobar Mamani, F., & Torres García, J. (2019). Efecto de compost y NPK sobre los niveles de microorganismos y cadmio en suelo y almendra de cacao. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 21(4), 264-273.
- Franco-Correa, M. 2008. Evaluación de caracteres PGPR en actinomicetos e interacciones de estas rizobacterias con hongos formadores de micorrizas. Tesis Doctoral, Director:

- Dr. José Miguel Barea N. Departamento de Fisiología Vegetal. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. pp. 266. <file:///D:/TESIS%20RAUL/a19v16n2.pdf>
- Franzluebbers, A.J., R.L. Haney, C.W. Honeycutt, H.H. Schomberg, and F.M. Hons. 2000. Flush of carbon dioxide following rewetting of dried soil relates to active organic pool. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64:613-623. <file:///D:/TESIS%20RAUL/bacterias-sueloJMSY.pdf>
- Grant, W. D. y Long, P.E. 1989. *Microbiología Ambiental*. Edit. Editorial La Crivia, SA. Zaragoza. España
- Hardy, K., and G.M. King. 2001 Enrichment of a high-affinity CO oxidizer in Maine forest soil. *Appl. Environ. Microbiol.* 67:3671-3676. <file:///D:/TESIS%20RAUL/bacterias-sueloJMSY.pdf>
- Hipolito, E. 2017. Efecto de inoculantes bacterianos edáficos mixtos en el desarrollo temprano de cultivares mejorados de cacao (*Theobroma cacao* L.) en ONU sistema agroforestal tradicional del norte de Oaxaca México. [En línea]. (<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0325754117300585?token=CDCA6B68F9AE8FDE3CA10CA24403F67429B2510BEDFF8C40CF8DFFE711053156B858E19E92ACD486234EB5DCC2F19C34&originRegion=us-east-&originCreation=20220817042727>, documento, julio, 2022)
- INTA, 2015. Análisis microbiológico de suelos. Edit. M&F S.A. [En línea] (<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/Av-1820.PDF>, documento, setiembre, 2021)
- Kaebelein, T., K. Lewis, and S.S. Epstein. 2002. Isolating “uncultivable” microorganisms in pure culture in a simulated natural environment. *Science* 296:1127-1129. [En línea]. (<file:///D:/TESIS%20RAUL/bacterias-sueloJMSY.pdf>. documento. Setiembre 2023)
- King, G.M. and M. Hungria. 2002. Soil-atmosphere CO exchanges and microbial biogeochemistry of CO transformations in a Brazilian agricultural ecosystem. *Appl. Environ. Microbiol.* 66:4480-4485. [En línea]. (<file:///D:/TESIS%20RAUL/bacterias-sueloJMSY.pdf>. documento, setiembre 2022)
- Márquez M., M. Martínez, & M. Franco. 2003. Aislamiento de *Trichoderma* sp. y actinomicetes a partir de suelos de clavel (*Dianthus caryophyllus*) y evaluación de su capacidad antagónica in vitro sobre *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*. *Revista Agronomía Colombiana*. XIX (1-2): 81-88

- Osorio Vega, N. W. (2009). Microorganismos del suelo y su efecto sobre la disponibilidad y absorción de nutrientes por las plantas. En Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelos & Centro Nacional de Investigaciones de Café (Eds.), *Materia orgánica biología del suelo y productividad agrícola: Segundo seminario regional comité regional eje cafetero* (pp. 43–71). Cenicafé. [En línea] (<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/4203/1/cap3.pdf>, documento, setiembre, 2022)
- Osorio-Vega, N. W. (2009). Microorganismos del suelo y su efecto sobre la disponibilidad y absorción de nutrientes por las plantas. En Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelos & Centro Nacional de Investigaciones de Café (Eds.), *Materia orgánica biología del suelo y productividad agrícola: Segundo seminario regional comité regional eje cafetero* (pp. 43–71). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/10791/0003_3
- Parisi, V. 1979. *Biología y Ecología del Suelo*. Edit. Blume. Barcelona. España
- Pritchett, W. 1986. *Suelos forestales*. Edt. Limusa. México, DF., México. 634 p.
- Ramírez Marrache, Karina, Florida Rofner, Nelino, & Escobar Mamani, Fortunato. (2019). Indicadores químicos y microbiológicos del suelo bajo aplicación de microorganismos eficientes en plantación de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 6(2), 21-28. Recuperado en 12 de agosto de 2022, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182019000200004&lng=es&tlng=es. documento, julio, 2022)
- Rosch, C.; Mergel, A.; Bothe, H. 2002. Biodiversity of denitrifying and dinitrogen-fixing bacteria in an acid forest soil. *Appl. Environ. Microbiol.* 68: 3818-3829
- Tate R.L. 2000. *Soil Microbiology* (second ed.), Wiley, New York, pp.47-56. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v16n2/a19v16n2.pdf>
- Yakimov, M. M., H. Lünsdorf, and P.N. Golyshin. 2003. *Thermoleophilum album* and *Thermoleophilum minutum* are culturable representatives of group 2 of the Rubrobacteridae (Actinobacteria). *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 53:377-380. <file:///D:/TESIS%20RAUL/bacterias-sueloJMSY.pdf>
- Reis, V.M., J.I. Baldani, V.L.D. Baldani, and Dobereiner, J. 2000. Biological dinitrogen fixation in gramineae and palm trees. *Crit. Rev. Plant. Soil.* 19: 227-247.

ANEXOS

Anexo 1.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - CELULAR 944407531
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología
analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: RAUL GUERRA BENAVIDES										PROCEDENCIA: SECTOR PICURUYACU BAJO - CASTILLO GRANDE - LEONCIO PRADO - HUANUCO												
N°	DATOS		ANALISIS MECANICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmo(+) / kg						CICe	%	%	%	
	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA	arena	Arcilla	Limo							Textura	1:1	%	%	disponible						Ca
		CULTIVO	%	%	%	ppm	ppm															
1	S01096	CACAO	47	30	23	Franco Arcillo Arenoso	4.26	1.43	0.07	6.59	98.71	6.16	4.49	0.71	0.32	0.04	0.50	0.10	6.16	90	10	8
2	S01097	CACAO	27	26	47	Franco	3.93	1.88	0.09	7.83	67.47	1.96	1.08	0.16	0.10	0.12	0.30	0.20	1.96	74	26	15
3	S01098	CACAO	41	32	27	Franco Arcilloso	3.95	1.16	0.06	5.82	71.80	2.68	1.50	0.23	0.13	0.12	0.60	0.10	2.68	74	26	22
4	S01099	CACAO	51	24	25	Franco Arcillo Arenoso	4.92	3.54	0.18	7.67	74.72	4.67	3.33	0.49	0.33	0.12	0.25	0.15	4.67	91	9	5

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
 RECIBO No. 0637739
 TINGO MARIA, 09 DE DICIEMBRE 2021

[Firma manuscrita]
 Laboratorio de Suelos
 Universidad Nacional Agraria de la Selva

Anexo 2.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:		GUERRA BENAVIDES RAUL									PROCEDENCIA:		SECTOR PICURUYACU BAJO - CASTILLO GRANDE - LEONCIO PRADO - HUANUCO										
N°	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO				pH	CE	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%
	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA	Arena	Arcilla	Limo	Textura	1:1	uS/cm	%	%	disponible			Ca	Mg	K	Na	Al	H		Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
			%	%	%						ppm	ppm											
1	S1299-1	T1 15 cm	49	26	25	Franco Arcillo Arenoso	4.40	128	1.57	0.08	15.77	138.24	----	4.70	0.80	0.359	0.158	0.29	0.05	6.35	95	5	5
2	S1299-2	T1 30 cm	31	26	43	Franco	4.60	69	1.51	0.08	17.40	86.26	----	2.00	0.29	0.161	0.132	0.15	0.02	2.76	94	6	5
3	S1299-3	T2 15 cm	29	40	31	Franco Arcilloso	4.80	82	2.21	0.11	19.30	79.52	----	3.78	0.53	0.367	0.130	0.35	0.08	5.24	92	8	7
4	S1299-4	T2 30 cm	31	40	29	Franco Arcilloso	4.60	175	1.69	0.08	24.90	76.82	----	3.37	0.34	0.139	0.118	0.12	0.04	4.13	96	4	3

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
RECIBO No. 001-06557021
TINGO MARIA, 15 DE AGOSTO 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo Maria

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Anexo 3.

Tabla 4. Variabilidad de microorganismos en (T0)

Variabilidad de microorganismos	Recuento (mo/10g de suelo)	
	Profundidad 15 cm	Valor referencial
Enumeracion Aerobios viables	38 x 10 ³ UFC/g	3 - 7 x 10 ³ UFC/g
Enumeración Lactobacillus	12 x 10 ³ UFC/g	2 - 3 x 10 ³ UFC/g
Enumeración Actinomicetos	82 x 10 ³ UFC/g	2 - 3 x 10 ³ UFC/g
Enumeracion Fungi (Mohos y levaduras)	12 x 10 ³ UFC/g	1 - 3 x 10 ³ UFC/g
Bacterias fijadora Nitrogeno	8 x 10 ³ UFC/g	Presencia

Tabla 4. Tabla 5. Variabilidad de microorganismos en (T1) bocashi 500 g.

SUELO CACAOTAL	Número de microorganismos aerobias (mo/10g de suelo)	
	Profundidad 15 cm	Valor referencial
Enumeracion Aerobios viables	22 x 10 ³ UFC/g	3 - 7 x 10 ³ UFC/g
Enumeración Lactobacillus	Ausencia	2 - 3 x 10 ³ UFC/g
Enumeración Actinomicetos	11 x 10 ³ UFC/g	2 - 3 x 10 ³ UFC/g
Enumeracion Fungi (Mohos y levaduras)	3 x 10 ³ UFC/g	1 - 3 x 10 ³ UFC/g
Bacterias fijadora Nitrogeno	6 x 10 ³ UFC/g	Presencia

Tabla 5. Tabla 6. Variabilidad de microorganismos en (T2) bokashi 1000 g.

SUELO CACAOTAL	Número de microorganismos aerobias (mo/10g de suelo)	
	Profundidad 15 cm	Valor referencial
Enumeracion Aerobios viables	22 x 10 ³ UFC/g	3 - 7 x 10 ³ UFC/g
Enumeración Lactobacillus	Ausencia	2 - 3 x 10 ³ UFC/g
Enumeración Actinomicetos	11 x 10 ³ UFC/g	2 - 3 x 10 ³ UFC/g
Enumeracion Fungi (Mohos y levaduras)	3 x 10 ³ UFC/g	1 - 3 x 10 ³ UFC/g
Bacterias fijadora Nitrogeno	6 x 10 ³ UFC/g	Presencia

Tabla 6. Tabla 7. Variabilidad de microorganismos en (T3) bocashi 1500 g.

SUELO CACAOTAL	Número de microorganismos aerobias (mo/10g de suelo)	
	Profundidad 15 cm	Valor referencial
Enumeracion Aerobios viables	22 x 10 ³ UFC/g	3 - 7 x 10 ³ UFC/g
Enumeración Lactobacillus	Ausencia	2 - 3 x 10 ³ UFC/g
Enumeración Actinomicetos	11 x 10 ³ UFC/g	2 - 3 x 10 ³ UFC/g
Enumeracion Fungi (Mohos y levaduras)	3 x 10 ³ UFC/g	1 - 3 x 10 ³ UFC/g
Bacterias fijadora Nitrogeno	6 x 10 ³ UFC/g	Presencia

Anexo 4.



Figura 11. Muestra de Actinomicetos de suelo del cultivo ce cacao a 15 cm de profundidad.



Figura 12. Muestra de Aerobio viable de suelo del cultivo ce cacao 30 cm de profundidad.

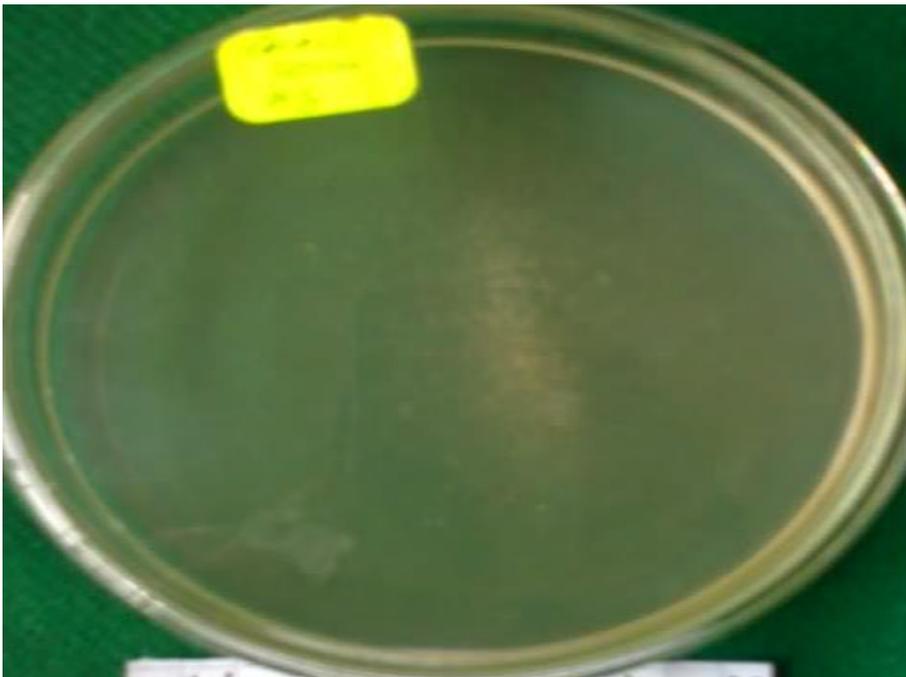


Figura 13. Muestra Fungí de suelo del cultivo de cacao 30 cm de profundidad.

Anexo 5.



Figura 14. Bokashi elaborado in situ para el suelo de cacao



Figura 15. Embolsado del Bokashi para llevar a la balanza.



Figura 16. Pesado de los tratamientos de Bokashi en labalanza.