



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**USO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA
ACCELERAR LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS
VEGETALES DE CACAO (*Theobroma cacao* L),
ECHEANDÍA- BOLÍVAR
TRABAJO EXPERIMENTAL**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de
INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR
NOBOA GAVILANES BYRON ALEXANDER

TUTOR
ING. ARNALDO BARRETO MACIAS M.Sc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2021



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Ing. Arnaldo Barreto Macías**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **USO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA ACELERAR LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS VEGETALES DE CACAO (*Theobroma cacao L*)**, ECHEANDÍA- BOLÍVAR, realizado por el estudiante **NOBOA GAVILANES BYRON ALEXANDER** con cédula de identidad N° **0202304119** de la carrera de **INGENIERÍA AGRONÓMICA**, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Arnaldo Barreto Macías M.Sc.
TUTOR

Guayaquil, 30 de noviembre del 2021



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **USO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA ACELERAR LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS VEGETALES DE CACAO (*Theobroma cacao* L), ECHEANDÍA- BOLÍVAR**, realizado por el estudiante **NOBOA GAVILANES BYRON ALEXANDER** el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Víctor Iler Santos M.Sc.
PRESIDENTE

Ing. Wilmer Baque Bustamante M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Daniel Mancero Castillo, PhD.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Arnaldo Barreto Macías M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 18 de noviembre del 2021

Dedicatoria

El presente trabajo va dedicado a Dios por darnos luz en los momentos difíciles de nuestras vidas, en especial a mis padres Etelvina Clariza Gavilanes Gavilanes y Juan José Noboa Andrade porque gracias a ellos y a su gran esfuerzo, puedo dar este paso tan importante en mi vida. A mí familia amigos y compañeros quienes han estado conmigo y ser de apoyo en esta fase muy importante; a quienes con sus consejos me dan fuerzas para continuar por el camino correcto y seguir cumpliendo mis metas.

Así mismo, quiero dedicar este logro a mis maestros, quienes impartieron sus sabios conocimientos a cada uno de nosotros para enfrentarnos a la vida y demostrar nuestro profesionalismo.

Agradecimiento

Agradezco al Ing. Jacobo Bucaram Ortiz, PhD., y Ec. Martha Bucaram Leverone, PhD., autoridades de la Universidad Agraria del Ecuador, por permitirme terminar mis estudios en esta prestigiosa institución; a los docentes de la facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad, por haber compartido sus conocimientos, experiencias y servir de guía en toda mi carrera universitaria.

Expreso mi agradecimiento a los tutores encargados de orientarme en la ejecución de este proyecto de titulación, a mis amistades más cercanas y familiares.

AUTORIZACIÓN DE AUTORÍA INTELECTUAL

Yo, **NOBOA GAVILANES BYRON ALEXANDER**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **USO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA ACELERAR LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS VEGETALES DE CACAO (*Theobroma cacao L*)**, ECHEANDÍA- BOLÍVAR, para optar el título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 26 de septiembre del 2021

NOBOA GAVILANES BYRON ALEXANDER
C.I. 0202304119

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Índice general	7
Índice tablas.....	11
Índice figuras	12
Resumen	14
Abstract.....	15
1. Introducción	16
1.1 Antecedentes del problema	16
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	17
1.2.1 Planteamiento del problema.....	17
1.2.2 Formulación del problema.....	17
1.3 Justificación.....	17
1.4 Delimitación de la investigación.....	18
1.5 Objetivo general.....	18
1.6 Objetivos específicos	18
1.7 Hipótesis.....	19
2. Marco teórico	20
2.1 Estado del arte	20
2.2 Bases teóricas.....	21

2.2.1	Microorganismos eficientes del bosque (MEB)	21
2.2.1.1.	<i>Azobacter spp</i>	22
2.2.1.1.	<i>Saccharomyces spp</i>	22
2.2.2	Beneficios de los microorganismos en la agricultura	23
2.2.3	Factores de la descomposición de residuos vegetales	24
2.2.4	Efectos de los residuos sólidos orgánicos según su uso o procedencia	24
2.2.5	Descomposición de residuos vegetales en cacao (hojarasca)	26
2.2.6	Relación carbono/nitrógeno	27
2.3	Marco legal	28
3.	Materiales y métodos	29
3.1	Enfoque de la investigación	29
3.1.1	Tipo de investigación	29
3.1.1.1.	<i>Investigación exploratoria</i>	29
3.1.1.2.	<i>Investigación descriptiva</i>	29
3.1.2	Diseño de investigación	29
3.2	Metodología	29
3.2.1	Variables	29
3.2.1.1.	<i>Variable independiente</i>	29
3.2.1.2.	<i>Variable dependiente</i>	29
3.2.2	Tratamientos	30
3.2.3	Diseño experimental	31
3.2.4	Recolección de datos	31
3.2.4.1.	<i>Recursos</i>	31
3.2.4.2.	<i>Métodos y técnicas</i>	33

3.2.5	Análisis estadístico	33
3.2.5.1.	<i>Análisis funcional</i>	33
3.2.5.2.	<i>Esquema de análisis de varianza (Andeva)</i>	33
3.2.5.3.	<i>Hipótesis estadística</i>	34
3.2.5.4.	Delimitación experimental.....	34
3.2.5.5.	<i>Manejo del ensayo</i>	34
4.	Resultados.....	36
4.1	Evaluar el manejo de microorganismos al utilizarlos como acelerantes en la descomposición del material vegetal en el cultivo de cacao	36
4.1.1	Potencial hidrógeno	36
4.1.2	Temperatura.....	43
4.2	Determinar que microorganismo es más eficaz en tiempo y calidad para la descomposición del material vegetal en el cultivo de cacao	51
4.2.1	Humedad	51
4.2.2	Peso seco.....	52
4.2.3	Peso obtenido.....	53
4.2.4	Análisis de laboratorio	54
4.3	Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio mediante la relación beneficio /costo	55
4.3.1	Análisis beneficio/costo.....	55
5.	Discusión.....	57
6.	Conclusiones	60
7.	Recomendaciones	61
8.	Bibliografía	62
9.	Anexos	68

Índice tablas

Tabla 1. Tratamiento y frecuencia de aplicación	30
Tabla 2. Presupuesto tentativo	32
Tabla 3. Esquema de análisis de varianza (Andeva)	33
Tabla 4. Delimitación experimental	34
Tabla 5. Potencial hidrógeno semana 1	36
Tabla 6. Potencial hidrógeno semana 2	37
Tabla 7. Potencial hidrógeno semana 3	38
Tabla 8. Potencial hidrógeno semana 4	39
Tabla 9. Potencial hidrógeno semana 5	40
Tabla 10. Potencial hidrógeno semana 6	41
Tabla 11. Potencial hidrógeno semana 7	42
Tabla 12. Potencial hidrógeno promedio	43
Tabla 13. Temperatura semana 1	44
Tabla 14. Temperatura semana 2	45
Tabla 15. Temperatura semana 3	46
Tabla 16. Temperatura semana 4	47
Tabla 17. Temperatura semana 5	48
Tabla 18. Temperatura semana 6	49
Tabla 19. Temperatura semana 7	50
Tabla 20. Promedio de temperatura	51
Tabla 21. Humedad	52
Tabla 22. Peso seco	53
Tabla 23. Peso húmedo	54
Tabla 24. Relación carbono/nitrógeno	55

Tabla 25. Relación beneficio/costo.....	56
---	----

Índice figuras

Figura 1. Ubicación del área del experimento	68
Figura 2. Croquis de campo	68
Figura 3. Representación gráfica de la medida de hileras del experimento	69
Figura 4. Producto Bacthon.....	69
Figura 5. Producto EM	70
Figura 6. Producto levadura activa seca	70
Figura 7. Identificación de los tratamientos	71
Figura 8. Recolección de hojas	71
Figura 9. Formación de las pilas	72
Figura 10. Medición de alto y ancho de la pila	72
Figura 11. Ubicación de la identificación de tratamientos	73
Figura 12. Visita del tutor al iniciar el trabajo.....	73
Figura 13. Supervisión del tutor.....	74
Figura 14. Toma de dato del peso seco	74
Figura 15. Ubicación de los tratamientos	75
Figura 16. Herramientas usadas	75
Figura 17. pH semana 1	76
Figura 18. pH semana 2	76
Figura 19. pH semana 3	76
Figura 20. pH semana 4	77
Figura 21. pH semana 5	77
Figura 22. pH semana 6	77
Figura 23. pH semana 7	78
Figura 24. Temperatura semana 1	78

Figura 25. Temperatura semana 2	78
Figura 26. Temperatura semana 3	79
Figura 27. Temperatura semana 4	79
Figura 28. Temperatura semana 5	79
Figura 29. Temperatura semana 6	80
Figura 30. Temperatura semana 7	80
Figura 31. Humedad.....	80
Figura 32. Peso seco	81
Figura 33. Peso húmedo	81
Figura 34. Análisis de laboratorio	82

Resumen

El presente trabajo experimental se lo realizó en la finca ubicada en el recinto Orongo del cantón Echeandía, provincia de Bolívar. Se usó microorganismos eficientes para acelerar la descomposición de residuos vegetales de cacao (*Theobroma cacao* L.) con el objetivo de analizar el uso de *Azobacter spp*, *Lactobacillus spp*, *Saccharomyces spp* como estimuladores en la descomposición con el material vegetal del cultivo de cacao, para este estudio se usó un (DBCA) diseño de bloques completos al azar, lo que comprendió de 7 tratamientos y 5 repeticiones, para el análisis comparativo se utilizó el análisis de varianza ANDEVA y el test de Tukey con el 5% de probabilidad. Dentro de este estudio se aplicó microorganismos como *Azobacter spp*, *Lactobacillus spp*, *Saccharomyces spp*. Entre los resultados obtenidos se determinó que el tratamiento T2 (*Azobacter spp*) tuvo un pH de 5.88, en cuanto a la temperatura 40.28 °C, están en el rango que se establece para que haya una descomposición a partir de la séptima semana. Así mismo, para el % de humedad el T4 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 27.46 % llegando a un rango establecido para la descomposición. La relación C/N, el T6 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un porcentaje de 12.3 %, este tratamiento obtuvo una mayor descomposición, mientras que T5 (*Lactobacillus spp*) con porcentaje de 21.8 %, nos indica que no tuvo una descomposición completa. El C/B, el T3 (*Saccharomyces spp*) es quien tuvo de ganancia \$ 0.36 por cada dólar invertido. Esto determinó que existió diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto al uso de microorganismo para descomponer la materia vegetal en cacao.

Palabras claves: Análisis, degradadores, microorganismos, parámetros, *Theobroma cacao* L.

Abstract

The present experimental work was carried out on the farm located in the Orongo area of the Echeandía canton, Bolívar province. Efficient microorganisms were used to accelerate the decomposition of cocoa plant residues (*Theobroma cacao* L.) in order to analyze the use of *Azobacter* spp, *Lactobacillus* spp, *Saccharomyces* spp as a stimulator in the decomposition with the plant material of the cocoa crop, For this study, a randomized complete block design (RCBD) was used, which comprised 7 treatments and 5 repetitions; for the comparative analysis, the ANDEVA analysis of variance and the Tukey test with 5% of probability were used; within this study, microorganisms such as *Azobacter* spp, *Lactobacillus* spp, *Saccharomyces* spp were applied. Among the obtained results, it was determined that the treatment T2 (*Azobacter* spp) had a pH of 5.88, in terms of temperatures 40.28 °C, they are in the range that is set for there to be a decomposition from the seventh week. Likewise, for him % of humidity the T4 (*Saccharomyces* spp) obtained an average of 27.46 % reaching a range established for decomposition. The C/N ratio, the T6 (*Lactobacillus* spp) obtained a percentage of 12.3%, this treatment obtained a greater decomposition, while T5 (*Lactobacillus* spp) with a percentage of 21.8%, indicates that it did not have a complete decomposition. The C / B, the T3 (*Saccharomyces* spp) was the one who had a profit of \$ 0.36 for dollar invested each. This determined that there were significant differences between treatments regarding the use of microorganisms to decompose vegetable matter into cocoa.

Keywords: Analysis, degraders, microorganisms, parameters, *Theobroma cacao* L.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

Los residuos de plantas de cacao (*Theobroma cacao L*) como ramas y desecho de cáscaras, están compuesta de carbohidratos, ligninas y proteínas. Los microorganismos (en su mayoría heterótrofos) descomponen los residuos en materia orgánica como lo es CO₂ y humus; estos elementos son nutrientes para la planta, recuperando en ocasiones el suelo agrícola mejorando su estructura y previniendo la erosión, además de la capacidad de retener nutrientes y agua.

Los microorganismos en los suelos son virus, bacterias (aerobias y anaerobias), hongos, algas y protozoo, donde dependiendo del ambiente estos pueden estar en mayor o menor cantidad descomponiendo, alimentándose o liberando dióxido de carbono, agua y amoníaco.

La descomposición de los residuos orgánicos, es un proceso biológico que ocurre naturalmente, la velocidad es determinada por tres factores principales que son: la composición de los organismos del suelo, el entorno físico (oxígeno, humedad y temperatura), y la calidad de la materia orgánica (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2010.)

La descomposición vegetal es vital para el mantenimiento de los cultivos y el ecosistema ya que, como único proceso permite el reciclaje de nutrientes a la planta contribuyendo a minimizar el impacto ambiental y conservando los suelos agrícolas.

La descomposición de los residuos sólidos orgánicos que deja el cultivo de cacao, es un argumento válido que se busca como alternativa en investigaciones para comprender los procesos biológicos que pasan este tipo de materiales, así también la influencia de la temperatura, pH, microorganismo y tecnología aplicada lo cual muestra varios resultados convenientes para la zona donde este el cultivo.

La calidad del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L*) se refleja a simple vista hasta su ingreso a este por tanto la eliminación o la forma de descomponer los elementos vegetales en una forma adecuada es vital ya que al no hacerlo contribuye a la proliferación de muchos males y más en la época lluviosa donde se desarrolla aún más.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La falta de investigación en búsquedas de alternativas para encontrar una forma de solución a la carencia de práctica al momento de dejar los desechos del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L*) son cada vez nula por lo que el agricultor opta por la quema de estos desechos generando un impacto ambiental por el método usado.

La contaminación ambiental generado por desechos vegetales donde el agricultor solo tiene el recurso de la quema o acumulación en un lugar específico hace que perjudique al cultivo con la influencia y proliferación de patógenos insectos y huésped de algún organismo que perjudique a las plantas cercanas a estas.

1.2.2 Formulación del problema

¿Qué microorganismo aceleran en la descomposición de residuos vegetales de cacao?

1.3 Justificación

El descomponer el material vegetal de cacao (*Theobroma cacao L*) e incorporarlo al suelo, es una visión que radica de las buenas prácticas agrícolas por lo que al reutilizar e integrar nuevamente los desechos vegetales generados (podas o cosecha) al suelo, es una eficaz alternativa ambiental.

La falta de conocimiento y prácticas adecuadas, en el manejo de desechos agrícolas, pueden generar un cambio en el pensar del agricultor cacaotero; así como también dando calidad en su trabajo y obteniendo así difundir una responsabilidad social.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Se realizó en la finca ubicada en el recinto Orongo del cantón Echeandía, provincia de Bolívar; con coordenadas UTM 17 M: X= 693514.824; Y= 9844303.111.
- **Tiempo:** Se llevó a cabo en la época comprendida entre los meses de febrero a julio del 2021, propicia para el desarrollo del trabajo experimental.
- **Población:** Estuvo dirigida a beneficiar a los productores de cacao en la zona de Echeandía.

1.5 Objetivo general

Analizar el uso de *Azobacter spp*, *Lactobacillus spp*, *Saccharomyces spp* como estimulador en la descomposición con el material vegetal del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L*).

1.6 Objetivos específicos

- Evaluar el manejo de microorganismos al utilizarlos como acelerantes en la descomposición del material vegetal en el cultivo de cacao.
- Determinar que microorganismo es más eficaz en tiempo y calidad para la descomposición del material vegetal en el cultivo de cacao.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio mediante la relación beneficio /costo.

1.7 Hipótesis

Al menos uno de los tratamientos en estudio acelerara favorablemente en la descomposición de residuos vegetales de cacao (*Theobroma cacao L*).

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

García, Ríos y Molina (2010) mencionan la descomposición vegetal es acelerada, perdiendo peso hasta en un 50% del original en los primeros 30 días, manteniendo la temperatura y humedad adecuada, como también la alta densidad de microorganismo en el suelo.

Yazán, (2013) los microorganismos eficientes inciden de manera directa en la degradación de la materia orgánica vegetal, acelerando su descomposición. A mayor temperatura, mayor actividad microbiana para la descomposición.

El compost es un proceso de degradación microbiológico aerobio de materiales orgánicos preparados en condiciones controladas su proceso tiene lugar con la presencia del oxígeno, se da una secuencia de condiciones diferentes a causa de la actividad combinada de bacterias y hongos en la oxidación de la materia orgánica (Hernández, 2010).

Los microorganismos son microbios benéficos de origen natural cuando se ponen en contacto con la materia orgánica segrega sustancias útiles, existen tipos de microorganismos que se encuentran presentes en el compostaje como hongos, bacterias foto tróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación (Acuña, 2014).

Escalante (2015) menciona las bacterias poseen la más grande pluralidad morfológica y menor número de distribuciones celulares especializadas, su morfología es bastante fácil como esféricas o elipsoidales, cilíndricas o en forma de varilla, espiral.

Higa (2002) dice que el investigador de los microorganismos, enseñó que, en las dosis idóneas propuestas, en el compostaje ayuda a la descomposición rápida de los restos vegetales.

Mamani (2020) explica que el control de la temperatura juega un papel muy importante en el proceso y la calidad final del compost, se necesita calor para que la materia orgánica se descomponga, y garantizar la eliminación de patógenos y la inhabilitación de semillas, que puedan venir de los materiales empleados, dado que es importante mantener la temperatura en un nivel de 45 a 50 °C (p. 31).

Carrión (2015) indica que las bacterias prefieren valores de pH entre 6 y 7.5, de tal manera que los hongos aguantan un rango más amplio entre 5.5 y 8. Si el pH desciende de 6, la descomposición microbiana se va a detener, valores que se encuentran cercanos o superiores a 9, favorecen la formación de amonio, estos van a afectar negativamente al crecimiento y actividad de los microorganismos (p. 36).

El control de la humedad en las camas establece la calidad final del producto, una excesiva humedad conlleva a un proceso de putrefacción de los residuos y la falta extenderá el proceso, porque perturba directamente en la composición y actividad microbiana ya que está concerniente con la evolución de la temperatura y el grado de descomposición del material orgánico vegetal (Rosero, 2013).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Microorganismos eficientes del bosque (MEB)

Arias (2012) menciona los microorganismos eficientes son una mezcla de diversos microorganismos benéficos, de procedencia natural no son modificados genéticamente fisiológicamente compatibles unos con otros, presentes en ecosistemas naturales dichos microorganismos coexisten en un medio líquido.

García (2013) explica que los microorganismos eficientes del bosque brindan soluciones a diferentes problemas de la agricultura para mejorar las propiedades de los suelos, además ayudan en la nutrición de los cultivos.

En vista que los microorganismos eficientes del bosque son mezcla de especies aeróbicas y anaeróbicas que se ubican habitualmente en todos los ecosistemas, son esenciales para resolver inconvenientes relacionados con la utilización de fertilizantes químicos y pesticidas, su aplicación está extensamente propagada en la agricultura orgánica (Gámez, 2016).

2.2.1.1. *Azobacter spp*

Son fijadores no simbióticos de nitrógeno; en vida libre fijan al menos 10 mg de N_2 por gramo de carbohidrato (glucosa) consumido. Requieren molibdeno para fijar nitrógeno, pero se puede substituir por el vanadio. El rango de pH en el que crecen en presencia de nitrógeno combinado es 4.8 – 8.5. El pH óptimo para crecer cuando fijan nitrógeno es 7.0 – 7.5 (Meza, 2008).

La mayor dificultad en la fijación del nitrógeno por el *Azotobacter* es cómo conseguir grandes cantidades de energía libre necesaria para poder fijar cantidades significativas de nitrógeno. Según Pimentel para obtener fijación industrial de un kilo de nitrógeno se necesita 17 600 Kcal. Según Revelle la misma dosis de energía es necesaria para la fijación simbiótica del nitrógeno para leguminosas (Asociación vida sana, 2020).

2.2.1.1. *Saccharomyces spp*

Las levaduras son un grupo microbiano presente en la preparación de los ME capaces de utilizar diversas fuentes de carbono (glucosa, sacarosa, fructosa, galactosa, maltosa, suero hidrolizado y alcohol) y de energía. Varias especies del género *Saccharomyces* conforman esta comunidad microbiana, aunque prevalece las especies *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida utilis*. Estos microorganismos requieren como fuente de nitrógeno el amoníaco, la urea o sales de amonio y mezcla de aminoácidos. No son capaces de asimilar nitratos ni nitritos (Morocho, 2019).

Las levaduras. Son las encargadas de transformar a partir de aminoácidos y carbohidratos, materia orgánica y raíces sustancias antimicrobiales, que sirven para los demás microorganismos como sustrato para su metabolismo, podemos encontrar a *Saccharomyces cerevisiae* (De La Peña, 2019).

2.2.2 Beneficios de los microorganismos en la agricultura

Rueda (2013) menciona que el impacto en la microbiología del suelo suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo por competencia. Se incrementa la biodiversidad microbiana, genera condiciones primordiales para que los microorganismos benéficos nativos prosperen (p. 345).

Los microorganismos eficientes activos que incorporan nutrientes que son extraídos de la materia orgánica aportan una gran resistencia contra el stress hídrico también proporciona una extensa potencialidad para la mineralización del carbono, optimizan la propiedad del suelo permitiendo una mejor penetración del sistema radicular e incrementa la resistencia al ataque de patologías. Además, cabe recalcar la utilización en gallinas y cerdos como complemento alimenticio también como reductores de los malos olores asociados con los animales. En la actualidad los microorganismos son utilizados en el cultivo de banano orgánico (Chappa, 2014).

Ríos (2017) reitera que los microorganismos en la agricultura, restablece la estabilidad microbiológica del suelo, perfeccionando sus condiciones físico-químicas, aumenta la producción de los cultivos y su custodia, además preserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sustentable.

2.2.3 Factores de la descomposición de residuos vegetales

La función del crecimiento de la actividad microbiana del abono, inicia a continuación de la fase de mezcla de los elementos. La acción microbiológica puede ser afectada por la carencia de oxigenación y el exceso o carencia de humedad (Altamirano, 2014).

Aragonés (2015) señala que la preparación de esta clase de abono necesita que el pH oscile entre un 6.0 y un 7.5 debido a que los valores extremos inhiben la actividad microbiológica a lo largo del proceso de la degradación de los materiales.

Días (2014) afirma que la humedad óptima para lograr la máxima eficiencia del proceso de fermentación del abono, oscila entre el 50 y 60% (en peso) o sea, los materiales están vinculados a una fase de oxigenación.

La presencia del oxígeno y una buena aireación es un elemento fundamental para que no existan restricciones en el proceso aeróbico de la fermentación del abono. Se evalúa que al menos debería existir de 5 a 10% de concentración de oxígeno en los macro poros de la masa (Uyaguari, 2012).

Al reducir el tamaño de las partículas de los componentes muestran un favorable beneficio de incrementar el área para la descomposición microbiana. No obstante, las presencias excesivas de partículas muy pequeñas son capaces de llegar a una compactación, que favorecerán el desarrollo de condiciones anaeróbicas (Paredes, 2013).

2.2.4 Efectos de los residuos sólidos orgánicos según su uso o procedencia

La descomposición de la materia orgánica es un procedimiento que se puede alterar por perturbaciones que se muestran en los diferentes usos del suelo gracias a ocupaciones antropogénicas. Esto perjudica los servicios del medio ambiente, los

ecosistemas tienen la posibilidad de dar la variedad que está presente en todos estos (Gelvez, 2008).

Los hongos alteran la materia orgánica más fuerte, acumulando en el suelo los nutrientes atraídos y la liberación de dióxido de carbono. Las bacterias alteran sustratos de uso simple, como las exudaciones de raíces y residuos frescos de plantas. Las lombrices terrestres inician con la actividad de microorganismos por medio de fragmentaciones de materia orgánica. Los insectos como las termitas, hormigas, roedores, ácaros y cucarachas, mastican las hojas, raíces, tallos y troncos de árboles en trozos pequeños que son de alimento para bacterias y hongos en el área (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2010).

La temperatura es una de las condiciones del medio ambiente fundamental que determinan la velocidad en la metabolización de los residuos orgánicos, un cambio en la temperatura alteraría la estructura de especies y tiempo de predominación directa sobre la forma de la descomposición (Caballero, 2011).

Berg y McClaugherty (2008) reiteran que la descomposición comprende mecanismos físicos (fragmentación), químicos (oxidación) y biológicos (ingesta y digestión) que convierten la materia orgánica en maneras cada vez más estables.

Las levaduras sintetizan sustancias antimicrobiales y otras sustancias útiles para la fermentación de los desechos orgánicos. Las sustancias bioactivas producidas por las levaduras como hormonas y enzimas, promueven la clasificación activa de células y raíces. Esta secreción además forma sustratos útiles para los Microorganismos como las bacterias ácido lácticas y los actinomicetos. Las diferentes especies de Microorganismos (bacterias fotosintéticas y ácidas lácticas y levaduras) tienen sus funciones respectivas. A excepción de las bacterias

fotosintéticas son consideradas el eje central de la actividad de estos microorganismos (Erazo, 2013).

Las levaduras sintetizan sustancias útiles de aminoácidos y azúcar que forma segregados por bacterias fotosintéticas, elaboran hormonas y enzimas que activan la segmentación celular, su secreción forma sustratos útiles para los microorganismos activos como bacterias del ácido láctico y los actinomicetos (Naranjo, 2013).

Al utilizar biofertilizantes beneficiados con microorganismo eficientes en cultivos, disminuye la utilización de los plaguicidas. Estos ayudan a contribuir al consumidor obteniendo productos más sanos y naturales. Son utilizados también como germinador de semillas se obtendrá los mejores resultados (Yáñez, 2014).

Los factores que limitan en el desarrollo de la degradación de materiales de desechos agrícolas convertidos en compost es debido a la aceleración, tiempo, temperatura, humedad, el grado acides que este conteniendo por lo que dependiendo de las bacterias con la que se traten será necesario su control y también lograr mejores resultados (Gómez, 2013).

2.2.5 Descomposición de residuos vegetales en cacao (hojarasca)

La descomposición de la hojarasca se regula por la celeridad de micro y macro fauna del suelo, por factores ambientales la cantidad y calidad del sustrato y por el manejo del sistema. La eficacia de la biomasa obedece a la textura química: como el contenido de C, N, P, lignina, polifenoles y sus interrelacione (Gel, 2014).

Las particularidades de la hojarasca intervienen en cantidad y tiempo que los nutrientes son liberados al suelo durante el proceso de descomposición, estos ritmos de deposición, descomposición y liberación de nutrientes al suelo son sincronizados con las necesidades nutricionales de los cultivos y el sustento de la celeridad y funcionalidad biológica del suelo (Villegas, 2015).

En el lapso de descomposición de la hojarasca, estimula la optimización del ciclaje de nutrientes y ayudan a un sustento apropiado de la acción de la fauna y microorganismos del suelo se podrán optimizar y potencializar los procesos biológicos del suelo que implica mantener la producción y sostenibilidad de los sistemas productivos del cultivo de cacao (Pérez y Soza, 2016).

2.2.6 Relación carbono/nitrógeno

La relación C/N es un factor muy transcendental que interviene en la velocidad del proceso y en la pérdida de amonio durante el compostaje; si la relación C/N es mayor que 40 la actividad biológica disminuye y los microorganismos deben oxidar el exceso de carbono con la consiguiente ralentizando el proceso, debido a la deficiente disponibilidad de N para la síntesis proteica de los microorganismos. Para excluir el exceso de carbono (en forma de anhídrido carbónico) se necesita la aparición sucesiva de diversas especies microbianas (Chiluisa, 2017)

Es muy necesario que la relación (C/N) este por un rango de 25 a 35/1 en la mezcla principal. Si el restante tiene una alta relación C/N, pero la materia orgánica es poco biodegradable, la relación C/N disponible será realmente para los microorganismos, será menor y el proceso evolucionara rápidamente, sin embargo, afectará solo a una proporción de la masa total. Si la relación C/N es muy baja el compostaje es más rápido pero la demasía de nitrógeno se desprende en forma amoniacal, provocando una autorregulación de la relación C/N del proceso (Argoti, 2014 - 2015).

La relación C/N irá disminuyendo hasta obtener un valor entre 12 y 8 en el producto final, valor que también depende del material de partida. Si el valor final de C/N es inferior, nos indicara que la composta se ha mineralizado excesivamente, y si es muy alto, indica que no se ha descompuesto suficientemente (Wong, 2010).

2.3 Marco legal

Constitución de la República del Ecuador

Soberanía alimentaria

Art. 15. Uso de tecnologías limpias y no contaminantes: “El estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientales limpias y energías alternativas no contaminantes de bajo impacto”.

Art. 281. La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente. Para ellos, será responsabilidad del estado:

Numeral 3. “Fortalecer la diversificación y la introducción de tecnología ecológicas y orgánica en la producción agropecuaria.”.

Numeral 8. “Asegurar el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica apropiadas para garantizar la soberanía alimentaria”.

Numeral 13. “Prevenir y proteger a la población del consumo de alimentos contaminados o que pongan en riesgo su salud o que la ciencia tenga incertidumbre sobre sus efectos”.

Art. 385. Finalidades del sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales: el sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales tiene como finalidad:

Numeral 1. “Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos”.

Numeral 3: “Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir”.

Art. 410. El estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los proteja y promueva la soberanía alimentaria (Constitucion del Ecuador, 2008, p. 5-25).

Ley orgánica de tierras rurales y territorios ancestrales

Decreto Ejecutivo 1283

Registro Oficial Suplemento 920 de 11-ene.-2017

Estado: Vigente

AUTORIDAD AGRARIA NACIONAL

Art. 53. Prevención de la contaminación. 2 do párrafo: “Las y los propietarios, arrendatarios poseedores, usufructuarios de tierra rurales o quienes bajo cualquier otra forma contractual accedan a la misma, están obligados con sujeción a las normas de control ambiental a prevenir la degradación de los suelos agrícolas y la contaminación ambiental”.

Art. 103. Causales de expropiación. “Las tierras rurales pertenecientes al dominio privado serán expropiadas de oficio en los siguientes casos”:

Literal b. “Cuando no cumpla la función ambiental por la inobservancia de las normas y parámetros ambientales que genere un daño ambiental grave sancionado como delito, sin que se haya producido la reparación integral del daño” (Constitucion del Ecuador, 2008, p. 50-74).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Este proyecto estuvo orientado para experimentar y contribuir a la comunidad agraria, donde se usó los desechos del cultivo de cacao y así tener una mejor perspectiva en su uso.

3.1.1.1. Investigación exploratoria

Este experimento se realizó explorando las distintas reacciones y efectos que tendrá el tema en estudio.

3.1.1.2. Investigación descriptiva

Por las respuestas que conlleve a obtener respuestas, se detalló en manuscritos para tener más detalles del tema a tratar como evidencia física.

3.1.2 Diseño de investigación

Para poder realizar esta investigación, se realizó un diseño experimental DBCA, mediante los datos que se tomarán en el área asignada, como también la utilización de diseños experimental, permitirá obtener de forma segura la relación causa - efecto.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Aplicación de microorganismos para acelerar la descomposición de residuos vegetales de cacao.

3.2.1.1.1. Variable dependientePotencial de hidrogeno (pH)

Se realizó cada 7 días después de la aplicación en función del tiempo, para conocer el pH del desecho y la reacción que tiene con cada tratamiento. Se lo hará con la ayuda de un pH-metro.

3.2.1.1.2. Temperatura (°C)

Se realizó cada 7 días después de la aplicación en función del tiempo, para conocer la temperatura del desecho y la reacción que tiene con cada tratamiento.

Se lo hizo con la ayuda de un termómetro.

3.2.1.1.3. Humedad (%)

Se determinó la humedad de los residuos descompuesto utilizando la fórmula:

$$\% \text{Humedad} = (\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Seco}) / \text{Peso Húmedo} * 100$$

3.2.1.1.4. Peso (kg)

Se pesó el producto obtenido en la descomposición de los residuos de cacao.

3.2.1.1.5. Análisis de laboratorio

Se realizó un análisis de laboratorio al finalizar el trabajo de campo a cada uno de los tratamientos para determinar la relación (carbono – nitrógeno) y el porcentaje de materia orgánica.

3.2.1.1.6. Análisis económico

Se realizó una comparación entre los costos de cada tratamiento, para así obtener un estudio módico en cuanto al estudio experimental en relación al costo.

3.2.2 Tratamientos

Tabla 1. Tratamiento y frecuencia de aplicación

Tratamiento	Descripción	Dosis/Ha	Dosis/Pa	Frecuencia de aplic. (Días)
T 1	Azobacter spp	1000 cc	100 cc	A los 1 - 8 – 15 - 21
T 2	Azobacter spp	1500 cc	150 cc	A los 1 - 8 – 15 - 21
T 3	Saccharomyces spp	2 kg	30 g	A los 1 - 8 – 15 - 21
T 4	Saccharomyces spp	3 kg	45 g	A los 1 - 8 – 15 - 21
T 5	Lactobacillus spp.	2000 cc	200 cc	A los 1 - 8 – 15 - 21
T 6	Lactobacillus spp.	3000 cc	300 cc	A los 1 - 8 – 15 - 21
T 7	Testigo Absoluto	-----	-----	-----

3.2.3 Diseño experimental

Se utilizó un (DBCA) diseño de bloques completos al azar, lo que comprendió de 7 tratamientos y 5 repeticiones.

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

3.2.4.1.1. Materiales y herramientas de campo

Lápices, borradores, carpetas, cuadernos, mapas, Computadoras, cámara fotográfica, impresoras y proyector.

3.2.4.1.2. Materiales experimentales

- **Cultivo de cacao – CCN-51:** Cultivo ya establecido, con 4 años de producción.
- **Bacthon:** Inoculante biológico, bio-fertilizante. Suspensión concentrada para uso agrícola. Producto biológico, compuesto de *Azospirillum brasilense*, *Azobacter chroococcum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Saccharomyces cerevisiae*. Dosis entre 1 Litro a 1.5 Litro por hectárea. Digiere y bio transforma los residuos de cosecha hasta convertirlos en suelo y en nutrientes mejorando la fertilidad o fracción orgánica. Para restos de poda y residuo de cultivos, aplicar en aspersión sobre los restos de poda y residuos de cultivo bien picados que están sobre el suelo en capacidad de campo o colocarlos bajo la línea de riego, para bio transformarlos, convertirlos en fracción orgánica del suelo y reincorporar los nutrientes (Orius Biotech, 2017).
- **Levadura:** Son hongos del grupo **Ascomycota pertenecientes a las levaduras clásicas *Saccharomyces Cerevisiae***, como parte de la aplicación fitosanitaria, las levaduras ayudan a actuar en el desarrollo de la agricultura, los microorganismos son de gran utilidad para el desarrollo de cultivos sanos y vigorosos, así como en la descomposición; Descomponen los restos orgánicos del suelo, humifican la materia orgánica y liberan los nutrientes haciéndolos

asimilables por la planta. Degradan contaminantes del suelo de diversa naturaleza química (Soriano, 2017).

- **EM – Microorganismos efectivos:** EM es una combinación de varios microorganismos beneficiosos de origen natural. Contiene organismos beneficiosos de 3 géneros principales: **Bacterias ácido Lácticas (*Lactobacillus* sp.) Bacterias fototróficas (*Rhodoseudomonas* sp.) Levaduras (*Saccharomyces* sp.)**. Los efectos antioxidantes promueven la descomposición de materia orgánica y aumenta el contenido de humus. 2 Litros diluidos en 18 Litros de agua. El tiempo estimado de descomposición esta entre 4 a 6 semanas. EM-COMPOST convierte los desechos en abonos orgánicos inofensivos, útiles y de muy buena calidad (Consistencia terrosa, sueltos al tacto e inodora) (Higa y Parr, 2017).

3.2.4.1.3. Recursos humanos

Como talento humano, el autor, el tutor guía y productores en el tema para el área en estudio.

3.2.4.1.4. Recursos económicos

Este trabajo de investigación fue financiado con recursos propios del autor, lo cual tiene como presupuesto lo siguiente:

Tabla 2. Presupuesto tentativo

Material	Unidad	Cantidad	C. unitario (\$)	C. total (\$)
Azospirillum spp.	Lt	2	24	120.00
Lactobacillus spp.	Lt	4	12	48.00
Saccharomyces spp	Kl	3	4	12
Bomba plástica CP3	-	1	30.00	30.00
Machete	-	2	8.35	16.70
Transporte	-	15	3.42	51.30
Jornales	-	15	9.78	146.63
Total				\$394.13

Noboa, 2021

3.2.4.2. Métodos y técnicas

3.2.4.2.1. Método inductivo

Mediante este método permitió pasar los resultados obtenidos de la observación y experimentar con elementos particulares a la formulación de hipótesis, principios y leyes de tipo general.

3.2.4.2.2. Método deductivo

La aplicación de este método permitió ver los principios, teorías y leyes a casos particulares.

3.2.4.2.3. Método analítico

Estudió las partes que conforman un todo, estableciendo sus relaciones de causa, naturaleza y efecto, va de lo concreto a lo abstracto.

3.2.4.2.4. Método sintético

Este método estudió las relaciones que establecen las partes para reconstruir un todo, a partir del reconocimiento y comprensión de dichas relaciones bajo la perspectiva de totalidad, va de lo abstracto a lo concreto.

3.2.5 Análisis estadístico

3.2.5.1. Análisis funcional

La valoración estadística de los datos se realizó mediante el análisis de varianza (ANDEVA), para la comparación de las medias se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

3.2.5.2. Esquema de análisis de varianza (Andeva)

Tabla 3. Esquema de análisis de varianza (Andeva)

Fuente de variación	Formula	Descripción	G. de libertad
Tratamiento	(T-1)	(7-1)	6
Bloques	(R-1)	(5-1)	4
Error experimental	(t-1)(r-1)	(7-1)(5-1)	24
Total	(T*R)-1	(7*5) -1	34

Noboa, 2021

3.2.5.3. Hipótesis estadística

Ho: El uso de microorganismo eficiente no acelera favorablemente en la descomposición de residuos vegetales de cacao (*Theobroma cacao L.*).

Ha: El uso de microorganismo eficiente acelera favorablemente en la descomposición de residuos vegetales de cacao (*Theobroma cacao L.*).

3.2.5.4. Delimitación experimental

Esta práctica se realizó en un área de 9234 m²; para lo cual se realizó en 3 hileras (llamados también “lagartos”) con medidas de 1.5 mt de ancho y largo 9 mt por parcela entre hileras de árboles de cacao.

Tabla 4. Delimitación experimental

Descripción	Cantidad	Unidad
Tipo de diseño: Bloques Completamente Aleatorio		
No. de tratamiento	7	-
No. de repeticiones	5	-
No. total de lagartos	35	-
Distancia entre repeticiones	1	M
Distancia entre tratamientos	2	M
Largo del lagarto	3	M
Ancho del lagarto	1	M
Alto del lagarto	1	M
Área del lagarto	3	m ²
Área total del experimento	351	m ²

Noboa, 2021

3.2.5.5. Manejo del ensayo

3.2.5.5.1. Análisis de suelo

Se realizó análisis de cada uno de los tratamientos cuando los residuos vegetales se hayan descompuesto, las cuales se llevaron a un laboratorio edáfico de la Universidad Agraria del Ecuador, para su respectivo análisis para poder

determinar los componentes nutricionales y microorganismos que presenta el producto.

3.2.5.5.2. Ubicación de los desechos

Los desechos de la poda, rastrojos y demás residuos vegetales proveniente de la plantación de cacao, serán ubicados entre hileras del cultivo de cacao, para lo cual cada lagarto tuvo una medida (3.00 m. largo 1.00 m. ancho y 1.00 m. de alto).

3.2.5.5.3. Aplicación de los productos

La aplicación de los productos utilizados, se realizó de acuerdo a los tratamientos de estudio y sus respectivas dosificaciones para esta investigación.

4. Resultados

4.1 Evaluación del manejo de microorganismos al utilizarlos como acelerantes en la descomposición del material vegetal en el cultivo de cacao.

4.1.1 Potencial hidrógeno

En la tabla 5, se observó los datos promediados del potencial hidrógeno, se determinó que tratamiento se acercaba al neutro y cuál de ellos se acercaba a la muy ácido, estos fueron sometidos a los análisis estadísticos, el cual si se encontraron diferencias estadísticas, tuvo un coeficiente de variación de 11.55%.

Siendo el tratamiento T3 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 4.70 siendo ligeramente ácido, seguido por el T4 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 4.78 ligeramente ácido, seguido por el T7 (Testigo absoluto) este obtuvo un promedio de 4.92 ligeramente ácido, seguido por el T5 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 5.34 ligeramente ácido, seguido por el T1 (*Azobacter spp*) obtuvo un promedio de 5.38 ligeramente ácido, seguido por el T6 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 5.34 ligeramente ácido, y el tratamientos que más cerca a neutro fue el T2 (*Azobacter spp*) obteniendo un promedio de 6.34.

Tabla 5. Potencial hidrógeno semana 1

Tratamiento	Descripción	Media pH	Dosis/pa	Significancia
T3	<i>Saccharomyces spp</i>	4.70	30 g	A
T4	<i>Saccharomyces spp</i>	4.78	45.g	A
T7	Testigo absoluto	4.92	-----	A B
T5	<i>Lactobacillus spp</i>	5.34	200 cc	A B C
T1	<i>Azobacter spp</i>	5.38	100 cc	A B C
T6	<i>Lactobacillus spp.</i>	6.10	300 cc	B C
T2	<i>Azobacter spp</i>	6.34	150 cc	C

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Noboa, 2021

En la tabla 6, se observó los datos promediados del potencial hidrógeno en la semana 23/07/2021, se determinó que tratamiento se acercaba al neutro y cuál de

ellos se acercaba a ser muy ácido, estos datos fueron sometidos a los análisis estadísticos, el cual no se encontraron diferencias estadísticas, obteniendo un coeficiente de variación de 12.51%.

Siendo el tratamiento T4 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 5.22 siendo ligeramente ácido, seguido por el T1 (*Azobacter spp*) obtuvo un promedio de 5.30 siendo ligeramente ácido, seguido por el T7 (Testigo absoluto) este obtuvo un promedio de 5.40 siendo ligeramente ácido, seguido por el T3 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 5.68 siendo ligeramente ácido, seguido por el T5 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 6.12 siendo ligeramente ácido, seguido por el T6 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 6.14 siendo ligeramente ácido y el tratamientos que más cerca estuvo a neutro fue el T2 (*Azobacter spp*) obteniendo un promedio de 6.18.

Tabla 6. Potencial hidrógeno semana 2

Tratamiento	Descripción	Media pH	Dosis/pa	Significancia
T4	<i>Saccharomyces spp</i>	5.22	45 g	A
T1	<i>Azobacter spp</i>	5.30	100	A
T7	Testigo absoluto	5.40	300 cc	A
T3	<i>Saccharomyces spp</i>	5.68	30 g	A
T5	<i>Lactobacillus spp</i>	6.12	200 cc	A
T6	<i>Lactobacillus spp</i>	6.14	300 cc	A
T2	<i>Azobacter spp</i>	6.18	150 cc	A

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Noboa, 2021

En la tabla 7, se observó los datos promediados del potencial hidrógeno en la semana 30/07/2021, se determinó que tratamiento se acercaba al neutro y cuál de ellos se acercaba a ser muy ácido, estos datos fueron sometidos a los análisis

estadísticos, el cual no se encontraron diferencias estadísticas, obteniendo un coeficiente de variación de 11.55%.

Siendo el tratamiento T1 (*Azobacter spp*) obtuvo un promedio de 5.22 siendo ligeramente ácido, seguido por el T7 (Testigo absoluto) obtuvo un promedio de 5.26 siendo ligeramente ácido, seguido por el T4 (*Saccharomyces spp*) este obtuvo un promedio de 5.40 siendo ligeramente ácido, seguido por el T3 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 5.62 siendo ligeramente ácido, seguido por el T5 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 5.82 siendo ligeramente ácido, seguido por el T6 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 6.02 siendo ligeramente ácido y el tratamientos que más cerca estuvo a neutro fue el T2 (*Azobacter spp*) obteniendo un promedio de 6.26.

Tabla 7. Potencial hidrógeno semana 3

Tratamiento	Descripción	Media pH	Dosis/pa	Significancia
T1	<i>Azobacter spp</i>	5.22	100 cc	A
T7	Testigo Absoluto	5.26	---	A
T4	<i>Saccharomyces spp</i>	5.40	45 g	A
T3	<i>Saccharomyces spp</i>	5.62	30 g	A
T5	<i>Lactobacillus spp</i>	5.82	200 cc	A
T6	<i>Lactobacillus spp</i>	6.02	300 cc	A
T2	<i>Azobacter spp</i>	6.26	150 cc	A

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Noboa, 2021

En la tabla 8, se observó los datos promediados del potencial hidrógeno en la semana 07/08/2021, se determinó que tratamiento se acercaba al neutro y cuál de ellos se acercaba a ser muy ácido, estos datos fueron sometidos a los análisis estadísticos, el cual no se encontraron diferencias estadísticas, obteniendo un coeficiente de variación de 11.26%.

Siendo el tratamiento T4 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 5.24 siendo ligeramente ácido, seguido por el T7 (Testigo absoluto) obtuvo un promedio de 5.32 siendo ligeramente ácido, seguido por el T3 (*Saccharomyces spp*) este obtuvo un promedio de 5.34 siendo ligeramente ácido, seguido por el T1 (*Azobacter spp*) obtuvo un promedio de 5.96 siendo ligeramente ácido, seguido por el T5 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 6.04 siendo ligeramente ácido, seguido por el T6 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 6.28 siendo ligeramente ácido y el tratamientos que más cerca estuvo a neutro fue el T2 (*Azobacter spp*) obteniendo un promedio de 6.30.

Tabla 8. Potencial hidrógeno semana 4

Tratamiento	Descripción	Media pH	Dosis/pa	Significancia
T4	<i>Saccharomyces spp</i>	5.24	45 g	A
T7	Testigo Absoluto	5.32	---	A
T3	<i>Saccharomyces spp</i>	5.34	30 g	A
T1	<i>Azobacter spp</i>	5.96	100 cc	A
T5	<i>Lactobacillus spp.</i>	6.04	200 cc	A
T6	<i>Lactobacillus spp.</i>	6.28	300 cc	A
T2	<i>Azobacter spp</i>	6.30	150 cc	A

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Noboa, 2021

En la tabla 9, se observó los datos promediados del potencial hidrógeno en la semana 14/08/2021, se determinó que tratamiento se acercaba al neutro y cuál de ellos se acercaba a ser muy ácido, estos datos fueron sometidos a los análisis estadísticos, el cual no se encontraron diferencias estadísticas, obteniendo un coeficiente de variación de 10.66%.

Siendo el tratamiento T1 (*Azobacter spp*) obtuvo un promedio de 5.34 siendo ligeramente ácido, seguido por el T4 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de

5.44 siendo ligeramente ácido, seguido por el T7 (Testigo absoluto) este obtuvo un promedio de 5.44 siendo ligeramente ácido, seguido por el T6 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 5.78 siendo ligeramente ácido, seguido por el T3 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 5.90 siendo ligeramente ácido, seguido por el T5 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 5.92 siendo ligeramente ácido y el tratamientos que más cerca estuvo a neutro fue el T2 (*Azobacter spp*) obteniendo un promedio de 5.98.

Tabla 9. Potencial hidrógeno semana 5

Tratamiento	Descripción	Media pH	Dosis/pa	Significancia
T1	Azobacter spp	5.34	100cc	A
T4	Saccharomyces spp	5.44	45 g	A
T7	Testigo absoluto	5.44	---	A
T6	Lactobacillus spp	5.78	300 cc	A
T3	Saccharomyces spp	5.90	30 g	A
T5	Lactobacillus spp	5.92	200 cc	A
T2	Azobacter spp	5.98	150 cc	A

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Noboa, 2021

En la tabla 10, se observó los datos promediados del potencial hidrógeno en la semana 21/08/2021, se determinó que tratamiento se acercaba al neutro y cuál de ellos se acercaba a ser muy ácido, estos datos fueron sometidos a los análisis estadísticos, el cual no se encontraron diferencias estadísticas, obteniendo un coeficiente de variación de 11.14%.

Siendo el tratamiento T3 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 5.20 siendo ligeramente ácido, seguido por el T5 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 5.66 siendo ligeramente ácido, seguido por el T1 (*Azobacter spp*) este obtuvo un promedio de 5.78 siendo ligeramente ácido, seguido por el T4 (*Saccharomyces*

spp) obtuvo un promedio de 5.94 siendo ligeramente ácido, seguido por el T2 (*Azobacter spp*) obtuvo un promedio de 5.94 siendo ligeramente ácido, seguido por el T6 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 6.02 siendo ligeramente ácido y el tratamientos que más cerca estuvo a neutro fue el T7 (Testigo absoluto) obteniendo un promedio de 6.06.

Tabla 10. Potencial hidrógeno semana 6

Tratamiento	Descripción	Media pH	Dosis/pa	Significancia
T3	<i>Saccharomyces spp</i>	5.24	30 g	A
T5	<i>Lactobacillus spp</i>	5.32	200 cc	A
T1	<i>Azobacter spp</i>	5.34	100 cc	A
T4	<i>Saccharomyces spp</i>	5.96	45 g	A
T2	<i>Azobacter spp.</i>	6.04	150 cc	A
T6	<i>Lactobacillus spp</i>	6.28	30 cc	A
T7	Testigo Absoluto	6.30	---	A

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Noboa, 2021

En la tabla 11, se observó los datos promediados del potencial hidrógeno en la semana 28/08/2021, se determinó que tratamiento se acercaba al neutro y cuál de ellos se acercaba a ser muy ácido, estos datos fueron sometidos a los análisis estadísticos, el cual no se encontraron diferencias estadísticas, obteniendo un coeficiente de variación de 11.39%.

Siendo el tratamiento T6 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 5.04 siendo ligeramente ácido, seguido por el T4 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 5.04 siendo ligeramente ácido, seguido por el T1 (*Azobacter spp*) este obtuvo un promedio de 5.16 siendo ligeramente ácido, seguido por el T7 (Testigo absoluto) obtuvo un promedio de 5.20 siendo ligeramente ácido, seguido por el T5 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 5.20 siendo ligeramente ácido, seguido

por el T3 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 5.76 siendo ligeramente ácido y el tratamientos que más cerca estuvo a neutro fue el T2 (*Azobacter spp*) obteniendo un promedio de 5.88.

Tabla 11. Potencial hidrógeno semana 7

Tratamiento	Descripción	Media pH	Dosis/pa	Significancia
T6	<i>Lactobacillus spp</i>	5.04	300 cc	A
T4	<i>Saccharomyces spp</i>	5.04	45 g	A
T1	<i>Azobacter spp</i>	5.16	100 cc	A
T7	Testigo Absoluto	5.0	---	A
T5	<i>Lactobacillus spp</i>	5.20	200 cc	A
T3	<i>Saccharomyces spp</i>	5.76	30 g	A
T2	<i>Azobacter spp</i>	5.88	150 cc	A

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Noboa, 2021

En la tabla 12, se observó los datos promediados del potencial hidrógeno en la semana 28/08/2021, se determinó que tratamiento se acercaba al neutro y cuál de ellos se acercaba a ser muy ácido, los datos promediados de todas las muestras semanales fueron sometidos a los análisis estadísticos, el cual si se encontraron diferencias estadísticas, obteniendo un coeficiente de variación de 6.01%.

Siendo el tratamiento T4 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 5.28 siendo ligeramente ácido, seguido por el T7 (Testigo absoluto) obtuvo un promedio de 5.38 siendo ligeramente ácido, seguido por el T3 (*Saccharomyces spp*) este obtuvo un promedio de 5.44 siendo ligeramente ácido, seguido por el T1 (*Azobacter spp*) obtuvo un promedio de 5.46 siendo ligeramente ácido, seguido por el T5 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 5.72 siendo ligeramente ácido, seguido por el T6 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 5.90 siendo ligeramente ácido

y el tratamientos que más cerca estuvo a neutro fue el T2 (*Azobacter spp*) obteniendo un promedio de 6.12.

Tabla 12. Potencial hidrógeno promedio

Tratamiento	Descripción	Media pH	Dosis/pa	Significancia
T6	<i>Lactobacillus spp</i>	5.04	300 cc	A
T4	<i>Saccharomyces spp</i>	5.04	45 g	A
T1	<i>Azobacter spp</i>	5.16	100 cc	A
T7	Testigo Absoluto	5.00	---	A
T5	<i>Lactobacillus spp</i>	5.20	200 cc	A
T3	<i>Saccharomyces spp</i>	5.76	30 g	A
T2	<i>Azobacter spp</i>	5.88	150 cc	A

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Noboa, 2021

4.1.2 Temperatura

En la tabla 13, se observó los datos promediados de la temperatura en la semana 16/07/2021, se determinó que tratamiento obtenían temperaturas elevadas y quienes tenían temperaturas bajas, estos datos fueron sometidos a los análisis estadísticos, el cual no se encontraron diferencias estadísticas, obteniendo un coeficiente de variación de 6.76%.

Siendo el tratamiento T4 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 24.00 °C, seguido por el T7 (Testigo absoluto) obtuvo un promedio de 24.20 °C, seguido por el T1 (*Azobacter spp*) este obtuvo un promedio de 24.60 °C, seguido por el T2 (*Azobacter spp*) obtuvo un promedio de 25.40 °C, seguido por el T6 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 25.40 °C, seguido por el T5 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 26.00 °C, por último, el T3 (*Saccharomyces spp*) obteniendo un promedio de 26.00 °C.

Tabla 13. Temperatura semana 1

Tratamiento	Descripción	Media °C	Dosis/pa	Significancia
T4	Saccharomyces spp	24.00	45 g	A
T7	Testigo Absoluto	24.20	---	A
T1	Azobacter spp	24.60	100 cc	A
T2	Azobacter spp	25.40	150 cc	A
T6	Lactobacillus spp	25.40	300 cc	A
T5	Lactobacillus spp	26.00	200 cc	A
T3	Saccharomyces spp	26.00	30 g	A

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
 Noboa, 2021

En la tabla 14, se observó los datos promediados de la temperatura en la semana 23/07/2021, se determinó que tratamiento obtenían temperaturas elevadas y quienes tenían temperaturas bajas, estos datos fueron sometidos a los análisis estadísticos, el cual si se encontraron diferencias estadísticas, obteniendo un coeficiente de variación de 5.16%.

Siendo el tratamiento T7 (Testigo absoluto) obtuvo un promedio de 24.80 °C, seguido por el T6 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 25.60 °C, seguido por el T5 (*Lactobacillus spp*) este obtuvo un promedio de 25.80 °C, seguido por el T2 (*Azobacter spp*) obtuvo un promedio de 26.20 °C, seguido por el T3 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 26.40 °C, seguido por el T1 (*Azobacter spp*) obtuvo un promedio de 27.40 °C, por último, el T2 (*Azobacter spp*) obteniendo un promedio de 27.80 °C.

Tabla 14. Temperatura semana 2

Tratamiento	Descripción	Media °C	Dosis/pa	Significancia
T7	Testigo Absoluto	24.80	---	A
T6	<i>Lactobacillus spp</i>	25.60	300 cc	A B
T5	<i>Lactobacillus spp</i>	25.80	200 cc	A B
T2	<i>Azobacter spp</i>	26.20	150 cc	A B
T3	<i>Saccharomyces spp</i>	26.40	30 g	A B
T1	<i>Azobacter spp</i>	27.40	100 cc	A B
T4	<i>Saccharomyces spp</i>	27.80	45 g	B

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
 Noboa, 2021

En la tabla 15, se observó los datos promediados de la temperatura en la semana 30/07/2021, se determinó que tratamiento obtenían temperaturas elevadas y quienes tenían temperaturas bajas, estos datos fueron sometidos a los análisis estadísticos, el cual no se encontraron diferencias estadísticas, obteniendo un coeficiente de variación de 6.09%.

Siendo el tratamiento T5 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 30.40 °C, seguido por el T7 (Testigo absoluto) obtuvo un promedio de 31.20 °C, seguido por el T3 (*Saccharomyces spp*) este obtuvo un promedio de 31.60 °C, seguido por el T6 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 31.80 °C, seguido por el T1 (*Azobacter spp*) obtuvo un promedio de 32.00 °C, seguido por el T2 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 32.20 °C, por último, el T4 (*Saccharomyces spp*) obteniendo un promedio de 32.60 °C.

Tabla 15. Temperatura semana 3

Tratamiento	Descripción	Media °C	Dosis/pa	Significancia
T5	Lactobacillus spp	30.40	200 cc	A
T7	Testigo absoluto	31.20	---	A
T3	Saccharomyces spp	31.60	30 g	A
T6	Lactobacillus spp	31.80	300 cc	A
T1	Azobacter spp	32.00	100 cc	A
T2	Azobacter spp	32.20	150 cc	A
T4	Saccharomyces spp	32.60	45 g	A

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
 Noboa, 2021

En la tabla 16, se observó los datos promediados de la temperatura en la semana 07/08/2021, se determinó que tratamiento obtenían temperaturas elevadas y quienes tenían temperaturas bajas, estos datos fueron sometidos a los análisis estadísticos, el cual no se encontraron diferencias estadísticas, obteniendo un coeficiente de variación de 6.07%.

Siendo el tratamiento T2 (*Azobacter spp*) obtuvo un promedio de 45.60 °C, seguido por el T1 (*Azobacter spp*) obtuvo un promedio de 25.80 °C, seguido por el T5 (*Lactobacillus spp*) este obtuvo un promedio de 47.80 °C, seguido por el T6 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 48.00 °C, seguido por el T7 (Testigo absoluto) obtuvo un promedio de 48.20 °C, seguido por el T4 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 49.00 °C, por último, el T3 (*Saccharomyces spp*) obteniendo un promedio de 49.20 °C.

Tabla 16. Temperatura semana 4

Tratamiento	Descripción	Media °C	Dosis/pa	Significancia
T2	<i>Azobacter spp</i>	45.60	150 cc	A
T1	<i>Azobacter spp</i>	45.80	100 cc	A
T5	<i>Lactobacillus spp</i>	47.80	200 cc	A
T6	<i>Lactobacillus spp</i>	48.00	300 cc	A
T7	Testigo Absoluto	48.20	---	A
T4	<i>Saccharomyces spp</i>	49.00	45 g	A
T3	<i>Saccharomyces spp</i>	49.20	30 g	A

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
 Noboa, 2021

En la tabla 17, se observan los datos promediados de la temperatura en la semana 14/08/2021, se determinó que tratamiento obtenían temperaturas elevadas y quienes tenían temperaturas bajas, estos datos fueron sometidos a los análisis estadísticos, el cual no se encontraron diferencias estadísticas, obteniendo un coeficiente de variación de 3.73%.

Siendo el tratamiento T7 (Testigo absoluto) obtuvo un promedio de 48.80 °C, seguido por el T6 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 49.00 °C, seguido por el T2 (*Azobacter spp*) este obtuvo un promedio de 49.20 °C, seguido por el T3 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 49.60 °C, seguido por el T4 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 50.00 °C, seguido por el T5 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 50.80 °C, por último, el T1 (*Azobacter spp*) obteniendo un promedio de 52.40 °C.

Tabla 17. Temperatura semana 5

Tratamiento	Descripción	Media °C	Dosis/pa	Significancia
T7	Testigo Absoluto	48.80	---	A
T6	Lactobacillus spp	49.00	300 cc	A
T2	Azobacter spp	49.20	150 cc	A
T3	Saccharomyces spp	49.60	30 g	A
T4	Saccharomyces spp	50.00	45 g	A
T5	Lactobacillus spp	50.80	200 cc	A
T1	Azobacter spp	52.40	100 cc	A

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
 Noboa, 2021

En la tabla 18, se observó los datos promediados de la temperatura en la semana 21/08/2021, se determinó que tratamiento obtenían temperaturas elevadas y quienes tenían temperaturas bajas, estos datos fueron sometidos a los análisis estadísticos, el cual no se encontraron diferencias estadísticas, obteniendo un coeficiente de variación de 5.07%.

Siendo el tratamiento T3 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 54.60 °C, seguido por el T4 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 55.00 °C, seguido por el T2 (*Azobacter spp*) este obtuvo un promedio de 55.40 °C, seguido por el T7 (Testigo absoluto) obtuvo un promedio de 56.40 °C, seguido por el T6 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 57.00 °C, seguido por el T5 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 57.60 °C, por último, el T1 (*Azobacter spp*) obteniendo un promedio de 58.00 °C.

Tabla 18. Temperatura semana 6

Tratamiento	Descripción	Media °C	Dosis/pa	Significancia
T3	Saccharomyces spp	54.60	30 g	A
T4	Saccharomyces spp	55.00	45 g	A
T2	Azobacter spp	55.40	150 cc	A
T7	Testigo absoluto	56.40	---	A
T6	Lactobacillus spp	57.00	300 cc	A
T5	Lactobacillus spp	57.60	200 cc	A
T1	Azobacter spp	58.00	100 cc	A

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
 Noboa, 2021

En la tabla 19, se observó los datos promediados de la temperatura en la semana 28/08/2021, se determinó que tratamiento obtenían temperaturas elevadas y quienes tenían temperaturas bajas, estos datos fueron sometidos a los análisis estadísticos, el cual no se encontraron diferencias estadísticas, obteniendo un coeficiente de variación de 4.96%.

Siendo el tratamiento T5 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 45.60 °C, seguido por el T6 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 46.00 °C, seguido por el T7 (Testigo absoluto) este obtuvo un promedio de 28.00 °C, seguido por el T1 (*Azobacter spp*) obtuvo un promedio de 28.20 °C, seguido por el T3 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 28.60 °C, seguido por el T4 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 28.60 °C, por último, el T2 (*Azobacter spp*) obteniendo un promedio de 29.00 °C.

Tabla 19. Temperatura semana 7

Tratamiento	Descripción	Media °C	Dosis/pa	Significancia
T5	<i>Lactobacillus spp</i>	45.60	200 cc	A
T6	<i>Lactobacillus spp</i>	46.00	300 cc	A
T7	Testigo absoluto	46.20	---	A
T1	<i>Azobacter spp</i>	46.40	100 cc	A
T3	<i>Saccharomyces spp</i>	46.60	30 g	A
T4	<i>Saccharomyces spp</i>	46.80	45 g	A
T2	<i>Azobacter spp</i>	48.00	150 cc	A

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
 Noboa, 2021

En la tabla 20, se observó los datos promediados de la temperatura en la semana 28/08/2021, se determinó que tratamiento obtenían temperaturas elevadas y quienes tenían temperaturas bajas, los datos promediados de las semanas, fueron sometidos a los análisis estadísticos, el cual no se encontraron diferencias estadísticas, obteniendo un coeficiente de variación de 1.62%.

Siendo el tratamiento T7 (Testigo absoluto) obtuvo un promedio de 39.97 °C, seguido por el T2 (*Azobacter spp*) obtuvo un promedio de 40.28 °C, seguido por el T6 (*Lactobacillus spp*) este obtuvo un promedio de 40.40 °C, seguido por el T5 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 40.57 °C, seguido por el T3 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 40.57 °C, seguido por el T4 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 40.74 °C, por último, el T1 (*Azobacter spp*) obteniendo un promedio de 40.94 °C.

Tabla 20. Promedio de temperatura

Tratamiento	Descripción	Media °C	Dosis/pa	Significancia
T7	Testigo absoluto	39.97	---	A
T2	<i>Azobacter spp</i>	40.28	150 cc	A
T6	<i>Lactobacillus spp</i>	40.40	300 cc	A
T5	<i>Lactobacillus spp</i>	40.57	200 cc	A
T3	<i>Saccharomyces spp</i>	40.57	30 g	A
T4	<i>Saccharomyces spp</i>	40.74	45 g	A
T1	<i>Azobacter spp</i>	40.94	100 cc	A

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
 Noboa, 2021

4.2 Determinación del microorganismo más eficaz en tiempo y calidad para la descomposición del material vegetal en el cultivo de cacao

4.2.1 Humedad

En la tabla 21, se observó los datos promediados de la humedad para esto se tomó los residuos descompuestos al terminar el proceso para obtener los datos de cada tratamiento, estos datos fueron sometidos a los análisis estadísticos, el cual si se encontraron diferencias estadísticas, obteniendo un coeficiente de variación de 11.22 %.

Siendo el tratamiento T4 (*Saccharomyces spp*) obtuvo una humedad muy baja con 27.46%, seguido por el T7 (Testigo absoluto) obtuvo un promedio de 29.43%, seguido por el T6 (*Lactobacillus spp*) este obtuvo un promedio de 30.42%, seguido por el T3 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 32.75%, seguido por T5 (*Lactobacillus spp*) el obtuvo un promedio de 38.04%, seguido por el T2 (*Azobacter spp*) obtuvo un promedio de 40.44 %, por último, el T1 (*Azobacter spp*) obteniendo la húmedas más elevada entre los tratamientos con 40.83 %.

Tabla 21. Humedad Relativa

Tratamiento	Descripción	Media HR	Dosis/pa	Significancia
T4	<i>Saccharomyces spp</i>	27.46	45 g	A
T7	Testigo Absoluto	29.43	---	A
T6	<i>Lactobacillus spp.</i>	30.42	300 cc	A B
T5	<i>Lactobacillus spp.</i>	32.75	200 cc	A B C
T3	<i>Saccharomyces spp</i>	38.04	30 g	B C D
T2	<i>Azobacter spp</i>	40.44	150 cc	C D
T1	<i>Azobacter spp</i>	40.83	100 cc	D

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
 Noboa, 2021

4.2.2 Peso inicial

En la tabla 22, se observó los datos promediados del peso seco para esto se tomó los residuos antes de cumplir el proceso de descomposición para obtener los datos de cada tratamiento, estos datos fueron sometidos a los análisis estadísticos, el cual si se encontraron diferencias estadísticas, obteniendo un coeficiente de variación de 2.09 %.

Siendo el tratamiento T4 (*Saccharomyces spp*) obtuvo una promedio de con 152.32 kg seguido por el T7 (Testigo absoluto) obtuvo un promedio de 154.22 kg, seguido por el T6 (*Lactobacillus spp*) este obtuvo un promedio de 156.31 kg, seguido por el T3 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 157.31 kg, seguido por el T5 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 136.29 kg, seguido por el T2 (*Azobacter spp*) obtuvo un promedio de 166.29 kg, por último, el T1 (*Azobacter spp*) obteniendo un promedio de 169.41 kg.

Tabla 22. Peso inicial

Tratamiento	Descripción	Media kg	Dosis/pa	Significancia
T4	Saccharomyces spp	152.32	45 g	A
T7	Testigo absoluto	154.22	--	A
T6	Lactobacillus spp	156.31	300 cc	A
T3	Saccharomyces spp	157.31	30 g	A B
T5	Lactobacillus spp	163.29	200 cc	B C
T2	Azobacter spp	166.29	150 cc	C
T1	Azobacter spp	169.46	100 cc	C

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
 Noboa, 2021

4.2.3 Peso obtenido

En la tabla 23, se observó los datos promediados del peso para esto se tomó los residuos descompuestos al terminar el proceso para obtener los datos de cada tratamiento para ello se lo resto el peso inicial y el final, estos datos fueron sometidos a los análisis estadísticos, el cual si se encontraron diferencias estadísticas, obteniendo un coeficiente de variación de 10.17%.

Siendo el tratamiento T1 (*Azobacter spp*) obtuvo un promedio de 49.10 kg, seguido por el T2 (*Azobacter spp*) obtuvo un promedio de 47.88 kg, seguido por el T5 (*Lactobacillus spp*) este obtuvo un promedio de 44.92 kg, seguido por el T3 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 38.78 kg, seguido por el T6 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 36.46 kg, seguido por el T7 (Testigo absoluto) obtuvo un promedio de 35.06 kg, por último, el T4 (*Saccharomyces spp*) obteniendo un peso de 32.81 kg.

Tabla 23. Peso obtenido

Tratamiento	Descripción	Media kg	Dosis/pa	Significancia
T4	<i>Saccharomyces spp</i>	32.81	45 g	A
T7	Testigo Absoluto	35.06	--	A
T6	<i>Lactobacillus spp</i>	36.46	300 cc	A
T3	<i>Saccharomyces spp</i>	38.78	30 g	A B
T6	<i>Lactobacillus spp</i>	44.92	200 cc	B C
T2	<i>Azobacter spp</i>	47.88	150 cc	C
T1	<i>Azobacter spp</i>	49.10	100 cc	C

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
 Noboa, 2021

4.2.4 Análisis de laboratorio

En la tabla 24, se observó los datos analizados en el laboratorio para esto se tomó 1 kilo de la muestra de los residuos descompuestos al terminar el proceso para obtener los datos de cada tratamiento, estas muestras fueron sometidas a los análisis de laboratorio, el cual se determinó la relación entre en carbono y nitrógeno.

El tratamiento T1 (*Azobacter spp*) con porcentaje de 14.2%, el cual indica alta disponibilidad de nitrógeno y baja de carbono, T2 (*Azobacter spp*) con porcentaje de 14.7 %, el cual indica alta disponibilidad de nitrógeno y baja de carbono, T3 (*Saccharomyces spp*) con porcentaje de 13.3 %, el cual indica alta disponibilidad de nitrógeno y baja de carbono, T4 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un porcentaje de 16.4 %, el cual indica alta disponibilidad de nitrógeno y baja de carbono, T5 (*Lactobacillus spp*) con porcentaje de 21.8 %, este indica moderada disponibilidad de nitrógeno y carbono, T6 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un porcentaje de 12.3 %, el cual indica alta disponibilidad de nitrógeno y baja de carbono, T7 (Testigo absoluto)

con porcentaje 16.6 %, el cual indica alta disponibilidad de nitrógeno y baja de carbono.

Tabla 24. Relación carbono/nitrógeno

Tratamiento	Descripción	Dosis	Nitrógeno	Carbono	C/N
T1	<i>Azobacter spp</i>	100 cc	1.7	24.4	14.2
T2	<i>Azobacter spp</i>	150 cc	1.7	24.3	14.7
T3	<i>Saccharomyces spp</i>	30 g	1.7	23.1	13.3
T4	<i>Saccharomyces spp</i>	45 g	1.2	20.0	16.4
T5	<i>Lactobacillus spp</i>	200 cc	1.2	25.5	21.8
T6	<i>Lactobacillus spp</i>	300 cc	1.9	23.6	12.3
T7	Testigo absoluto	----	1.5	24.9	16.6

4.3 Análisis económico de los tratamientos en estudio mediante la relación beneficio /costo

4.3.1 Análisis beneficio/costo

En la tabla 25. La aplicación de microorganismos para la descomposición de residuos vegetales es una alternativa para acelerar el proceso una vez obtenido los valores cada uno de los tratamientos, se realizó el respectivo análisis del costo/beneficio donde se demostró que el tratamiento T1 (*Azobacter spp*) obtuvo un C/B de \$ 1.11, el T2 (*Azobacter spp*) obtuvo un C/B de \$ 1.10, el T3 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un C/B de \$ 1.35, el T4 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un C/B de \$ 1.36, el T5 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un C/B de \$ 1.23, el T6 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un C/B de \$ 1.25, el T7 (Testigo absoluto) obtuvo un C/B de \$ 1.09. lo cual indica que el tratamiento T3 es quien mayor relación costo beneficio alcanzo al tener un retorno de \$ 0.36 por cada dólar invertido.

Tabla 25. Relación beneficio/costo

Componentes	T1 Azobacter spp 100 cc	T2 Azobacter spp 150 cc	T3 Saccharomyces spp 30 g	T4 Saccharomyces spp 45 g	T5 Lactobacillus spp 200 cc	T6 Lactobacillus spp 300 cc	T7 Testigo absoluto
Peso por tratamiento	120.36	118.41	118.52	119.50	118.37	119.85	119.16
Materiales	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
Materia prima	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
Labores de mantenimiento	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Microorganismos	42.00	42.00	12.00	12.00	24.00	24.00	0.00
Riego	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Trasporte	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Total egresos	162.00	162.00	132.00	132.00	144.00	144.00	120.00
Precio comercial (\$/kg)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.10
Ingreso bruto (\$)	180.54	177.62	177.78	179.25	177.56	179.78	131.08
Beneficio neto (\$)	18.54	15.62	45.78	47.25	33.56	35.78	11.08
Relación beneficios/costos	1.11	1.10	1.35	1.36	1.23	1.25	1.09

Noboa, 2021

5. Discusión

En el presente ensayo experimental la finalidad fue uso de microorganismos eficientes para acelerar la descomposición de residuos vegetales de cacao.

Siendo el tratamiento T4 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 5.28 siendo ligeramente ácido, seguido por el T7 (Testigo absoluto) obtuvo un promedio de 5.38 siendo ligeramente ácido, seguido por el T3 (*Saccharomyces spp*) este obtuvo un promedio de 5.44 siendo ligeramente ácido, seguido por el T1 (*Azobacter spp*) obtuvo un promedio de 5.46 siendo ligeramente ácido, seguido por el T5 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 5.72 siendo ligeramente ácido, seguido por el T6 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 5.90 siendo ligeramente ácido y el tratamientos que más cerca estuvo a neutro fue el T2 (*Azobacter spp*) obteniendo un promedio de 6.12.

Por lo que se concuerda con Carrión (2015) indica que las bacterias prefieren valores de pH entre 6 y 7.5, de tal manera que los hongos soportan un rango más amplio entre 5.5 y 8. Si el pH desciende de 6, la descomposición microbiana se va a detener, valores que se encuentran cercanos o superiores a 9, favorecen la formación de amonio, estos van a afectar negativamente al crecimiento y actividad de los microorganismos (p. 36).

El presente trabajo se obtuvo promedio de temperaturas siendo el tratamiento T7 (Testigo absoluto) obtuvo un promedio de 39.97 °C, seguido por el T2 (*Azobacter spp*) obtuvo un promedio de 40.28 °C, seguido por el T6 (*Lactobacillus spp*) este obtuvo un promedio de 40.40 °C, seguido por el T5 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un promedio de 40.57 °C, seguido por el T3 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 40.57 °C, seguido por el T4 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 40.74 °C, por último, el T1 (*Azobacter spp*) obteniendo un promedio de 40.94 °C.

Esto hace concordar con lo expuesto por Mamani (2020) explica que el control de la temperatura juega un papel muy importante en el proceso y la calidad final del compost, se necesita calor para que la materia orgánica se descomponga, y garantizar la eliminación de patógenos y la inhabilitación de semillas, que puedan venir de los materiales empleados, dado que es importante mantener la temperatura en un nivel de 45 a 50 °C (p. 31).

La humedad juega un papel fundamental es por esto que se tomó en cuenta los datos de los tratamientos T4 (*Saccharomyces spp*) obtuvo una humedad muy baja con 27.46%, seguido por el T7 (Testigo absoluto) obtuvo un promedio de 29.43%, seguido por el T6 (*Lactobacillus spp*) este obtuvo un promedio de 30.42%, seguido por el T3 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 32.75%, seguido por T5 (*Lactobacillus spp*) el obtuvo un promedio de 38.04%, seguido por el T2 (*Azobacter spp*) obtuvo un promedio de 40.44 %, por último, el T1 (*Azobacter spp*) obteniendo la húmedas más elevada entre los tratamientos con 40.83 %.

Por lo cual se discrepa con lo expuesto de García, Ríos y Molina (2010) mencionan “la descomposición vegetal es acelerada, perdiendo peso hasta en un 50% del original en los primeros 30 días, manteniendo la temperatura y humedad adecuada, como también la alta densidad de microorganismo en el suelo”.

Por lo tanto, se concuerda con Rosero (2013) El control de la humedad en las camas establece la calidad final del producto, una excesiva humedad conlleva a un proceso de putrefacción de los residuos y la falta prolongará el proceso, porque afecta directamente en la composición y actividad microbiana ya que está relacionada con la evolución de la temperatura y el grado de descomposición del material orgánico vegetal

En el estudio realizado se analizaron las muestras en el laboratorio obteniendo datos como el tratamiento T1 (*Azobacter spp*) con porcentaje de 14.2%, el cual indica alta disponibilidad de nitrógeno y baja de carbono, T2 (*Azobacter spp*) con porcentaje de 14.7 %, el cual indica alta disponibilidad de nitrógeno y baja de carbono, T3 (*Saccharomyces spp*) con porcentaje de 13.3 %, el cual indica alta disponibilidad de nitrógeno y baja de carbono, T4 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un porcentaje de 16.4 %, el cual indica alta disponibilidad de nitrógeno y baja de carbono, T5 (*Lactobacillus spp*) con porcentaje de 21.8 %, este indica moderada disponibilidad de nitrógeno y carbono, T6 (*Lactobacillus spp*) obtuvo un porcentaje de 12.3 %, el cual indica alta disponibilidad de nitrógeno y baja de carbono, T7 (Testigo absoluto) con porcentaje 16.6 %, el cual indica alta disponibilidad de nitrógeno y baja de carbono.

Esto no concuerda con lo expuesto por Argoti, (2014 - 2015) este indica los rangos establecidos para una deseable relación carbono nitrógeno (C/N) este en el rango de 25 a 35/1 en la mezcla inicial. Si el residuo tiene una alta relación C/N, pero la materia orgánica es poco biodegradable, la relación C/N disponible realmente para los microorganismos es menor y el proceso evolucionará rápidamente, pero afectara solo a una proporción de la masa total. Si la relación C/N es muy baja el compostaje es más rápido pero el exceso de nitrógeno se desprende en forma amoniacal, produciéndose una autorregulación de la relación C/N del proceso. Por lo que se acepta la hipótesis alterna puesto que un tratamiento si se descompuso con el uso de mis microorganismos.

6. Conclusiones

En esta investigación con el uso de microorganismos para acelerar la descomposición de residuos vegetales se dan las siguientes conclusiones.

En base a los microorganismos usados se monitoreo los parámetros que influyen en el proceso de descomposición de los residuos vegetales, durante el proceso el tratamiento con el pH más cercano a los parámetros establecidos fue el T2 (*Azobacter spp*) con un pH de 5.88, en cuanto a las temperaturas el mismo tratamiento T2 (*Azobacter spp*) alcanzo 40.28 estuvo en el rango que se establece para que haya una descomposición a partir de la séptima semana.

Con el uso de los microorganismos para la descomposición de residuos vegetales se estableció que no existe una diferencia marcada entre los tratamientos puesto que se debió esperar un poco más para que se complemente el proceso de descomposición del material vegetal el tratamiento T6 (*Lactobacillus spp*) fue quien se acercó a una relación C/N de 12.3 esta es la que obtuvo una mayor descomposición mientras que el tratamiento T5 (*Lactobacillus spp*) obtuvo una relación casi ideal obteniendo partes 25.5:1.2

Los contenidos de materia orgánica de los tratamientos en comparación con los parámetros establecidos son bajos debido a que el proceso se debe prolongar mínimo de 3 semanas más para alcanzar la maduración.

El análisis económico se lo realizó en base a la relación beneficio/costo se determinó el microorganismo como una alternativa para acelerar el proceso de descomposición de residuos vegetales que alcanzo mejores promedios, el tratamiento T3 (*Saccharomyces spp*) al obtener una mayor productividad este alcanzo el mejor promedio con un retorno de \$ 0.49 por cada dólar invertido,

7. Recomendaciones

En esta investigación con el uso de microorganismos para acelerar la descomposición de residuos vegetales se dan las siguientes recomendaciones.

El uso de microorganismos para acelerar el proceso de descomposición se debe establecer el lugar que cumpla con los parámetros establecidos con temperaturas que vayan elevando a medida que el material se vaya descomponiendo, tener un pH ligeramente ácido, puesto que las temperaturas bajas y pH alcalino son contraproducentes para este proceso.

Por lo tanto, se establece un promedio aproximado de 8 a 10 semanas para que el proceso de descomposición sea de calidad, este cumplirá con las normativas establecidas en cuanto a la materia orgánica, así mismo el contenido de nitrógeno y carbono estén en los rangos permitidos

Para futuras investigaciones se recomienda mayor dosis de microorganismos, puesto que esto acelera el proceso de descomposición de los residuos vegetales, si cuenta con condiciones de temperatura baja y si es el caso colocar cubiertas que eleven las temperaturas de esta manera los microorganismos cumplirán con sus funciones tanto en las fases mesófila 1 mesófila 2 y maduración.

Utilizar microorganismos eficientes que no sobrepasen el costo de producción de esta manera se obtuvo beneficios netos para el agricultor además de emplear este material para incorporar en los suelos para mejorar la materia orgánica, ya que esto favorece al crecimiento de los microorganismos para mantener un equilibrio.

8. Bibliografía

- Acuña, H. (2014). *Manejo de Desechos Sólidos en Colombia*. Colombia: Manual Agropecuario Editorial Bivlioteca del Campo.
- Altamirano, M. (2014). *Propuesta del Movimiento Orgánico para su Fomento y Desarrollo*. Nicaragua: Tesis de Grado Universidad Nacional Agraria.
- Aragón, C. (2015). *La Gestión Integrada de los Residuos Sólidos Municipales*. México: Artículo Científico Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Archief. (Mayo de 2017). *Foto del cultivo de cacao*. Obtenido de Archivos de fotos - Página web archief:
http://archief.wereldomroep.nl/data/files/imagecache/must_carry/images/lead/plantacionescacaoecuador650.jpg
- Argoti, E. E. (2014 - 2015). *Determinación de carbono y nitrógeno de los residuos orgánicos del sistrato metropolitano de Quito*. Quito - Ecuador: Universidad Internacional SEK.
- Arias, C. (2012). *Estudio de 2 Grupos de Microorganismos como Agentes Aceleradores de Descomposición de los Desechos Sólidos Orgánicos Originados*. Ecuador: Tesis de Grado Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Asociación vida sana. (2020). Microorganismos del suelo y biofertilización . “*Crops for Better Soil*” Life 10 ENV ES 471, 43.
- Berg, B., & McClaugherty, C. (2008). *Plant litter 2da Edic.: Decomposition, humus formation, Carbono sequestration*. Heidelberg, Alemania: Springer-Verlag.
- Caballero, P. (2011). *Descomposición de la materia orgánica*. Obtenido de Universidad de Las Palmas de Gran Canaria:
http://www2.ulpgc.es/descargadirecta.php?codigo_archivo=3984

- Carrión, W. A. (2015). *Elaboración de abonos orgánicos a partir de compostaje de residuos agrícolas en el municipio de fusagasugá*. Fusagasugá - Colombia: Universidad de Cundinamarca.
- Chappa, C. (2014). *Dosis Materia Orgánica con Microorganismo Benéficos con Microorganismos en el Cultivo de Rabanito en la Provincia de Lamas*. Perú: Tesis de Grado Universidad Nacional de San Martín.
- Chiluisa, E. I. (2017). *Efecto de la relación carbono/nitrógeno en el tiempo de descomposición del abono de cuy (Cavia porcellus) enriquecido*. Cevallos - Ecuador: Universidad Técnica De Ambato.
- Constitución del Ecuador. (2008). *Constitución de la Republica del Ecuador 2008*. Quito - Ecuador: Asamblea Nacional.
- De La Peña, N. (2019). *Microorganismos eficientes en la producción de compost con pollinaza en Río Negro*. Satipo - Perú: Universidad Nacional Del Centro Del Perú.
- Días, E. (2014). *Diagnóstico de Desechos Sólidos Domiciliarios y Basureros Ilegales del Distrito VI de Managua*. Nicaragua: Tesis de Grado Universidad Nacional Agraria de Nicaragua.
- Erazo, P. (2013). *Aplicación de microorganismos promotores de la descomposición de los residuos de cosecha y promotores del crecimiento vegetal en caña de azúcar*. Obtenido de Página web: Control biológico:
http://www.controlbiologico.com/propuesta_cana.htm
- Escalante, V. (2015). *Efecto de Abonos Orgánicos en la Obtención de Plantones de Cacao*. Perú: Tesis de Grado Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- FAO. (2010). *Conservación de los recursos naturales para una agricultura sostenible*. Obtenido de FAO:

http://www.fao.org/ag/Ca/Training_Materials/CD27-Spanish/ba/organic_matter.pdf

- Gámez, L. (2016). *Efectos de los Microorganismos Eficientes Autóctonos en la Producción de Vermicompostaje*. Ecuador: Tesis de Grado Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- García, J. (2013). *Los Microorganismos Eficientes en la Agricultura*. Madrid: Artículo Científico CIEMAT.
- García, L., Ríos, A., & Molina, L. (2010). *Estructura, composición vegetal y descomposición de hojarasca en el suelo, en dos sitios de un bosque nublado andino (reforestado y en sucesión espontánea) en Peñas Blancas, Colombia*. Obtenido de Scientific Electronic Library Online: <http://www.scielo.org.co/pdf/acbi/v32n93/v32n93a3.pdf>
- Gel, I. (2014). *Efecto del Uso del Suelo Sobre la Descomposición de Hojarasca y Grupos Funcionales Microbianos*. Colombia: Tesis de Grado Pontificia Universidad Javeriana.
- Gelvez, M. (2008). *Efectos del suelo sobre la descomposición de hojarasca y grupos funcionales microbianos*. Obtenido de Repositorio digital de la Pontificia Universidad Javeriana: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis123.pdf>
- Gómez, R. (2013). *La descomposición de la materia orgánica a un nuevo nutriente agrícola*. Cali, Colombia: Publicol.
- Hernández, H. (2010). *El compost y sus funciones*. Quito, Ecuador: Ediciones Globalsa.
- Higa, T., & Parr, J. (2017). *Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenible*. Obtenido de Fundación de

Asesorías para el Sector Rural - Colombia:

http://www.fundases.com/userfiles/file/MicroorG_Benef_Efect.pdf

Levapan. (2017). *Levadura activa seca*. Obtenido de Levapan:

http://levapan.com.ec/producto/levadura_seca_la_reposterita/

Mamani, K. P. (2020). *Evaluación del proceso de compostaje de residuos orgánicos, aplicando microorganismos eficaces^{oo}*. Puno - Perú: Universidad Nacional Del Altiplano.

Meza, E. D. (2008). *Estudio de la productividad del cultivo de Delphinium, variedad sea waltz con la aplicación de microorganismos benéficos (Trichoderma harzianum, Gliocladium spp, Bacillus subtilis, Abosporillium spp y Azotobacter spp) bajo condiciones de campo*. Quito - Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.

Morocho, M. T. (Junio de 2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Scielo*, 23.

Naranjo, E. (2013). *Aplicación de Microorganismos para Acelear la Transformación de Desechos Orgánicos en Compost*. Ecuador: Tesis de Grado Universidad Técnica de Ambato.

Orius Biotech. (2017). *Producto Bacthon*. Obtenido de Orius Biotech - JW Asociados Ecuador: http://jwasociados.com.ec/portfolio_item/bacthon/

Paredes, A. (2013). *Rehabilitación y Renovación en Cacao*. Perú: Artículo Científico Universidad Nacional Agraria La Molina.

Pérez D & Soza O. (2016). *Producción, Descomposición y Liberación de Nutrientes de la Hojarsca Bajo Cacao a Peno sol en Carazo, Nicaragua*. Nicaragua: Tesis de Grado Universidad Nacional Agraria.

- Ríos, J. (2017). *Dosis Nutricional a Base de Microorganismos Eficaces en la Productividad de Cultivos en la Localidad de Lamas*. Perú: Tesis de Grado Universidad Nacional De San Martín.
- Rosero, D. O. (2013). *Descomposición microbiológica de desechos orgánicos de vegetales originados en la Universidad Central del Ecuador*. Quito - Ecuador: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de Repositorio digital de la Universidad Central del Ecuador:
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2122/1/T-UCE-0017-49.pdf>
- Rueda, P. (2013). *Efectos de Microorganismos Efectivos en el Proceso de Compostaje*. Colombia: Manual Técnico Fundances.
- Soriano, F. (2017). *Uso de microorganismos en la agricultura*. Obtenido de Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes (AEFA): <https://aefa-agronutrientes.org/uso-de-microorganismos-en-la-agricultura>
- Uyaguari, E. (2012). *Manejo de Residuos Vegetales de los Mercados de Cuenca para la Elaboración de Abonos Orgánicos*. Ecuador: Tesis de Grado Universidad de Cuenca.
- Villegas, R. (2015). *Descomposición de las Hojas del Cacao y de Seis Especies Arbóreas, solas y en Mezcla en Alto Beni, Bolivia*. Costa Rica: Tesis Maestría Escuela de Posgrado del CATIE.
- Wong, W. L. (2010). *Estudio del uso de residuos industriales no peligrosos a través del proceso de compostaje y su aplicación para el cultivo de maíz y frijol*. Tlaxcala - Mexico: Instituto Politécnico Nacional .
- Yáñez, W. (Marzo de 2014). *Aprovechamiento de los E.M (microorganismos eficientes) para mejorar la calidad del abono orgánico tipo compost*.

Obtenido de Repositorio digital de la Universidad Técnica de Ambato:

<http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/6797>

9. Anexos



Figura 1. Ubicación del área del experimento
Google maps, 2021

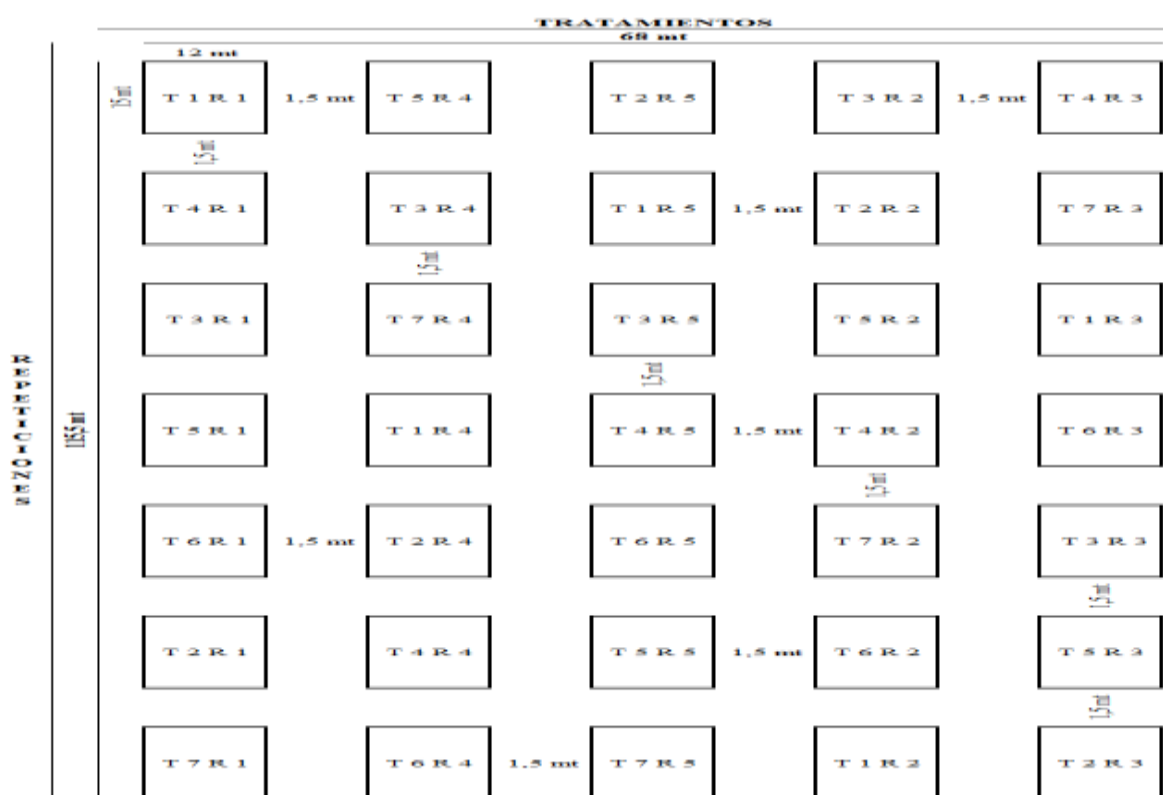


Figura 2. Croquis de campo
Ganzo, 2021



Figura 3. Representación gráfica de la medida de hileras del experimento
 Archief, 2021



Figura 4. Producto Bacthon
 Orius Biotech, 2021



Figura 5. Producto EM

Higa y Parr, 2021



Figura 6. Producto levadura activa seca

Levapan, 2021



Figura 7. Identificación de los tratamientos

Noboa, 2021



Figura 8. Recolección de hojas

Noboa, 2021



Figura 9. Formación de las pilas

Noboa, 2021



Figura 10. Medición de alto y ando de la pila

Noboa, 2021



Figura 11. Ubicación de la identificación de tratamientos
Noboa, 2021



Figura 12. Visita del tutor al iniciar el trabajo
Noboa, 2021



Figura 13. Supervisión del tutor
Noboa, 2021



Figura 14. Toma de dato del peso seco
Noboa, 2021



Figura 15. Ubicación de los tratamientos
Noboa, 2021



Figura 16. Herramientas usadas
Noboa, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ph	35	0,60	0,44	11,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14,01	10	1,40	3,65	0,0045
Tratamiento	12,37	6	2,06	5,37	0,0012
Repetición	1,64	4	0,41	1,07	0,3951
Error	9,21	24	0,38		
Total	23,22	34			

Figura 17. pH semana 1

Noboa, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ph1	35	0,37	0,11	12,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,32	10	0,73	1,43	0,2272
Tratamiento	5,39	6	0,90	1,75	0,1517
Repetición	1,93	4	0,48	0,94	0,4576
Error	12,30	24	0,51		
Total	19,62	34			

Figura 18. pH semana 2

Noboa, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ph2	35	0,36	0,09	11,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,64	10	0,56	1,32	0,2748
Tratamiento	4,69	6	0,78	1,83	0,1353
Repetición	0,95	4	0,24	0,56	0,6958
Error	10,24	24	0,43		
Total	15,89	34			

Figura 19. pH semana 3

Noboa, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ph3	35	0,40	0,15	11,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,85	10	0,69	1,62	0,1618
Tratamiento	6,59	6	1,10	2,59	0,0445
Repeticion	0,27	4	0,07	0,16	0,9578
Error	10,18	24	0,42		
Total	17,03	34			

Figura 20. pH semana 4

Noboa, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ph4	35	0,22	0,00	10,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,54	10	0,25	0,69	0,7221
Tratamiento	2,18	6	0,36	0,99	0,4541
Repeticion	0,36	4	0,09	0,24	0,9099
Error	8,82	24	0,37		
Total	11,36	34			

Figura 21. pH semana 5

Noboa, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ph5	35	0,25	0,00	11,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,43	10	0,34	0,82	0,6135
Tratamiento	2,74	6	0,46	1,09	0,3962
Repeticion	0,69	4	0,17	0,41	0,7969
Error	10,05	24	0,42		
Total	13,48	34			

Figura 22. pH semana 6

Noboa, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ph6	35	0,41	0,17	11,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,26	10	0,63	1,70	0,1384
Tratamiento	3,59	6	0,60	1,63	0,1830
Repeticion	2,67	4	0,67	1,81	0,1594
Error	8,83	24	0,37		
Total	15,09	34			

Figura 23. pH semana 7

Noboa, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Temperatura	35	0,26	0,00	6,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23,66	10	2,37	0,82	0,6118
Tratamiento	20,34	6	3,39	1,18	0,3509
Repeticion	3,31	4	0,83	0,29	0,8830
Error	69,09	24	2,88		
Total	92,74	34			

Figura 24. Temperatura semana 1

Noboa, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Temperatural	35	0,54	0,34	5,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	50,91	10	5,09	2,76	0,0201
Tratamiento	32,34	6	5,39	2,93	0,0276
Repeticion	18,57	4	4,64	2,52	0,0677
Error	44,23	24	1,84		
Total	95,14	34			

Figura 25. Temperatura semana 2

Noboa, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Temperatura2	35	0,20	0,00	6,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	22,23	10	2,22	0,60	0,8004
Tratamiento	15,54	6	2,59	0,70	0,6552
Repeticion	6,69	4	1,67	0,45	0,7720
Error	89,31	24	3,72		
Total	111,54	34			

Figura 26. Temperatura semana 3

Noboa, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Temperatura3	35	0,27	0,00	6,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	73,09	10	7,31	0,87	0,5690
Tratamiento	61,49	6	10,25	1,22	0,3283
Repeticion	11,60	4	2,90	0,35	0,8437
Error	200,80	24	8,37		
Total	273,89	34			

Figura 27. Temperatura semana 4

Noboa, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Temperatura4	35	0,40	0,15	3,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	55,71	10	5,57	1,61	0,1647
Tratamiento	48,17	6	8,03	2,31	0,0663
Repeticion	7,54	4	1,89	0,54	0,7053
Error	83,26	24	3,47		
Total	138,97	34			

Figura 28. Temperatura semana 5

Noboa, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Temperatura5	35	0,42	0,18	5,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	141,49	10	14,15	1,74	0,1299
Tratamiento	52,34	6	8,72	1,07	0,4075
Repeticion	89,14	4	22,29	2,73	0,0526
Error	195,66	24	8,15		
Total	337,14	34			

Figura 29. Temperatura semana 6

Noboa, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Temperatura6	35	0,21	0,00	4,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	34,86	10	3,49	0,65	0,7539
Tratamiento	17,54	6	2,92	0,55	0,7661
Repeticion	17,31	4	4,33	0,81	0,5297
Error	127,89	24	5,33		
Total	162,74	34			

Figura 30. Temperatura semana 7

Noboa, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad	35	0,73	0,62	11,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	978,98	10	97,90	6,65	0,0001
Tratamiento	911,74	6	151,96	10,32	<0,0001
Repeticion	67,24	4	16,81	1,14	0,3610
Error	353,48	24	14,73		
Total	1332,46	34			

Figura 31. Humedad

Noboa, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P1	35	0,84	0,77	2,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1387,71	10	138,77	12,46	<0,0001
Tratamiento	1265,30	6	210,88	18,93	<0,0001
Repetición	122,40	4	30,60	2,75	0,0517
Error	267,30	24	11,14		
Total	1655,01	34			

Figura 32. Peso inicial
Noboa, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso obtenido	35	0,77	0,67	10,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1378,64	10	137,86	8,04	<0,0001
Tratamiento	1277,92	6	212,99	12,42	<0,0001
Repetición	100,73	4	25,18	1,47	0,2427
Error	411,43	24	17,14		
Total	1790,07	34			

Figura 33. Peso obtenido
Noboa, 2021



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km 5 Carretera Quevedo - El Empalme
 Mocache - Ecuador Teléfono: 2783044 Ext. 201

Nombre del Propietario : NOBOA GAVILANES BYRON ALEXANDER		Telf : 0989819735	Reporte N° : 8743
Nombre de la Propiedad : El Orongo		Cultivo: Cacao	Fecha de muestreo : 10-09-2021
Localización : Echeandia		Cantón: Bolívar	Fecha de ingreso: 15-09-2021
		Provincia	Fecha salida resultados: 30/09/2021

RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL DE NT-MO

Número de Laboratorio	Identificación de las Muestras	Concentración %		C/N
		Nitrógeno Total	Carbono	
77170	Alexander Noboa T1 R1	1.7	24.4	14.2
77171	Alexander Noboa T2 R1	1.7	24.3	14.7
77172	Alexander Noboa T3 R1	1.7	23.1	13.3
77173	Alexander Noboa T4 R1	1.2	20.0	16.4
77174	Alexander Noboa T5 R1	1.2	25.5	21.8
77175	Alexander Noboa T6 R1	1.9	23.6	12.3
77176	Alexander Noboa T7 R1	1.5	24.9	16.6

Observaciones: _____


Dr. Manuel Capillio Zenteno
RESPONSABLE DPTO.




RESPONSABLE DE LABORATORIO
La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

Figura 34. Análisis de laboratorio
 INIAP, 2021