

Universidad de Huánuco

Facultad de Ingeniería

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL



TESIS

EFICIENCIA DE Lactobacillus lactis EN LA PRODUCCIÓN DE
COMPOST A PARTIR DE HOJAS DE CACAO (Theobroma cacao L.)
EN LA LOCALIDAD DE PUERTO NUEVO, DISTRITO DE PADRE
FELIPE LUYANDO, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO,
DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO
MARZO - MAYO DE 2018.

Para Optar el Título Profesional de :
INGENIERA AMBIENTAL

TESISTA

Bach. CONDEZO PABLO, Alexandra Simoni

ASESOR

Ing. CALVO TRUJILLO, Heberto.

Huánuco- Perú
2018



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

E.A.P. DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 3:47 horas del día 30 del mes de OCTUBRE del año 2018, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Mg. SIMON EDUARDO, CAJITO UNGAR (Presidente)

Bla. Alexandro Rolando, DUARTE NIEVA (Secretario)

Ing. Marco Antonio, TORRES MARQUIN (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 1026-2018-D-FI-UDU, para evaluar la **Tesis** intitulada:

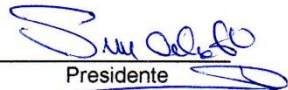
"EFICIENCIA DE LACTOBACILLUS LACTIS EN LA PRODUCCION DE COMPOST A PARTIR DE HOJAS DE CACAO (Theobroma cacao L.) EN LA LOCALIDAD DE PUERTO NUEVO, DISTRITO DE PADRE LUYANDO, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO MARZO-MAYO 2018"

presentada por el (la) Bachiller ALEXANDRA SIMONI CONDEZ PABLO, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental

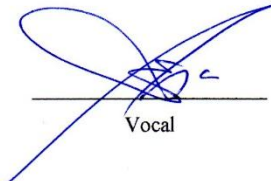
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: precediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) Aprobado por unanimidad con el calificativo cuantitativo de 1.8 y cualitativo de Muy Bueno (Art. 47)

Siendo las 5:29 horas del día 30 del mes de OCTUBRE del año 2018, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Presidente


Secretario


Vocal

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo a mi papito Maximinio y a mi mamita Amanda quien es mi angelito lindo en el cielo; a mis hermanos LUZI, CARINA, TEREZA y BRUNO, que son el regalo más hermoso que me ha dado Dios y que junto a sus hijos (mis sobrinos) me apoyaron mucho durante mi carrera profesional. En especial este trabajo va dedicado a mi hermana LUZI, que gracias a su apoyo pude ejecutar este trabajo de investigación, y todo lo invertido en mi trabajo va ser retribuido de la misma forma. A mis queridos primos, tíos, abuelos, que me ayudaron moralmente y económicamente durante mi vida.

Dedico este trabajo a aquellas amistades, que me han acompañado durante los 5 años y han soportado mi mal carácter; aquellos amigos que creyeron en mí y ahora les estoy demostrando que si pude terminar con mi proyecto. También dedico este proyecto a mis pastores, a mi líder Jessica, que es como una hermana para mí y me apoyado en todo.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios, porque es quien me da la vida y me regala muchas bendiciones, una de esas bendiciones, es mi familia que gracias a ellos pude lograr una de mis metas, salir profesional, sin la ayuda de mi familia y Dios no podría haber terminado la universidad y realizar este trabajo de investigación.
- A Mis padres, que son mi motivo de vida y lucha, al igual que mis hermanos LUZI, CARINA, TEREZA, BRUNO y a mi Padrino; les agradezco por todo el apoyo incondicional, al igual que sus hijos (mis sobrinos), ustedes que me dieron muchos consejos, apoyo económicamente y moralmente.
- A Mis tíos, primos, abuelos, etc.; cada persona que me acompañó durante mis 23 años, cuyas personas me ayudaron en todo para cumplir mis metas.
- A Doy gracias a mis profesores de la universidad que me brindaron sus conocimientos, y me guiaron durante mi formación profesional. En especial a mi asesor ing. Heberto Calvo Trujillo, quien me apoyado en la redacción de mi informe final.
- A Doy gracias a mis jurados, al Biólogo Alejandro Rolando Duran Nieva, un excelente asesor, que me apoyo, durante la elaboración y ejecución de esta tesis, al Ingeniero Simeón Calixto que me aconsejado y me ha guiado durante la elaboración del informe del proyecto de tesis, al ingeniero Marquina, que me brindó apoyo y me ha orientado en la elaboración del informe final.
- A Doy gracias a mis amigos; que me acompañaron más de 5 años en la universidad; verdaderos amigos que no los podré olvidar, gracias por estar a mi lado cuando más los necesitaba
- A Doy gracias a mis pastores, a mi líder Jessica, que a pesar de mi manera de comportarme nunca me han dejado, me siguen demostrando su cariño y aprecio hacia conmigo.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación sobre EFICIENCIA DE Lactobacillus lactis EN LA PRODUCCIÓN DE COMPOST APARTIR DE HOJAS DE CACAO (Theobroma cacao L.) se llevó acabo en la localidad de Puerto Nuevo, distrito de Padre Felipe Luyando, provincia de Leoncio prado, departamento de Huánuco, desde los meses de marzo – mayo del 2018. Sus coordenadas UTM son 8986676.0617 Norte, 389677.6010 Este y 622 msnm de Altitud. Presenta resultados de un trabajo relacionado con el objetivo para determinar la eficiencia del Lactobacillus lactis en el contenido de nutrientes y el menor tiempo en la producción de compost a partir de hojas de cacao (Theobroma cacao L.), como una alternativa de solución factible y viable desde el punto de vista económico, social, técnico y ambiental; así como para determinar la influencia que tiene en los parámetros físicos, y el contenido de nutrientes, en la obtención del compost. Se aplicó la metodología experimental y el diseño utilizado fue completamente aleatorizado, con desigual número de unidades por tratamiento. Muchas veces no es posible tener igual número de repeticiones para todos los tratamientos, hecho que suele ocurrir con relativa frecuencia, cuando el material experimental puede que no alcance por igual para todos los tratamientos (Calzada B 1970). En la investigación se utilizó dos tratamientos, el tratamiento A con lactobacilos y el B sin este microorganismo eficiente; el tratamiento A tuvo 3 repeticiones y el tratamiento B una sola repetición; debido a la poca cantidad de hojas de cacao requeridas que no fue suficiente para cubrir el total de las repeticiones, motivo por el cual el testigo no tiene la cantidad de repeticiones que el tratamiento con Lactobacillus lactis.

Se realizó el análisis de varianza (ANOVA), con resultados no significativos de las pruebas F, en donde el F calculada no supero al F tabulado.

ABSTRACT

The present work of research on EFFICIENCY OF Lactobacillus lactis IN THE PRODUCTION OF COMPOST APPARATUS OF COCOA LEAVES (Theobroma cacao L.) was carried out in the town of Puerto Nuevo, district of Padre Felipe Luyando, province of Leoncio prado, department of Huánuco, from the months of March - May 2018. Its UTM coordinates are 8986676.0617 North, 389677.6010 East and 622 msnm of Altitude. It presents results of a work related to the objective of determining the efficiency of Lactobacillus lactis in the nutrient content and the shorter time in the production of compost from cocoa leaves (Theobroma cacao L.), as a feasible solution alternative and viable from the economic, social, technical and environmental point of view; as well as to determine the influence it has on the physical parameters, and the nutrient content, in obtaining the compost. The experimental methodology was applied and the design used was completely randomized, with an unequal number of units per treatment. Many times it is not possible to have an equal number of repetitions for all treatments, a fact that usually occurs relatively frequently, when the experimental material may not reach equally for all treatments (Calzada B 1970). In the research, two treatments were used, treatment A with lactobacilli and B without this efficient microorganism; treatment A had 3 repetitions and treatment B had only one repetition; due to the small amount of cocoa leaves required, it was not enough to cover the total of the repetitions, which is why the control does not have the same amount of repetitions as the treatment with Lactobacillus lactis.

The analysis of variance (ANOVA) was performed, with no significant results from the F tests, where the calculated F did not exceed the tabulated F.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
RESUMEN.....	IV
ÍNDICE	VI
INTRODUCCIÓN.....	IX
CAPITULO I.....	1
EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION	1
1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS	5
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	8
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
CAPITULO II	10
2. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. Antecedentes de la Investigación	10
2.1.1. Antecedentes internacionales	10
2.1.2. Antecedentes Nacionales	16
2.1.3. Antecedentes Locales	18
2.2. Definiciones Conceptuales	20
2.2.1. Compost y Compostaje	20
2.2.2. Etapas Biológicas del compostaje	23
2.2.3. El Tamaño de la pila o una ruma.....	24
2.2.4. Preparación del compost y materiales.....	25
2.2.5. Las Condiciones para el Compostaje	30
2.2.6. Procedimientos para la construcción de una cama de compostaje	34
2.2.7. Cacao (Theobroma cacao L.).....	35
2.2.7.1. Hábitat.....	36
2.2.7.2. Morfología.....	36
2.2.7.3. Taxonomía:	37
2.2.7.4. Hojas	37
2.2.7.5. Características edafológicas de los suelos aptos para cacao.	38
2.2.8. Lactobacillus lactis	40
2.2.8.1. Caracteres culturales y de las colonias	41

2.2.8.2.	Hábitat.....	42
2.2.9.	Elementos Trazas	42
2.2.10.	Partes por millón.....	44
2.2.11.	Tipos de nutrientes de las plantas.....	44
2.3.	Bases teóricas	49
2.4.	HIPÓTESIS	61
2.5.	VARIABLES	62
CAPITULO III METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION		68
3.	Tipo de Investigación.....	68
3.1	Investigación de acuerdo.....	68
3.1.1	Enfoque.....	68
3.1.2	Alcance o nivel.....	69
3.1.3	Diseño	69
3.2	Población y Muestra.....	72
3.2.1	Población de hojas caídas secas de cacao.	73
3.2.2	Muestra	73
3.2.3	Tamaño de muestra.....	73
3.3	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	74
3.3.1	Recolección de Datos - Trabajo en Campo.....	74
3.3.2	Etapas de la investigación	76
	Obtención de muestras de compost para análisis.....	85
	Análisis de nutrientes y de metales pesados del compost.....	85
3.3.3.	Instrumentos de Recolección de Datos	85
3.4	Técnicas para el Procesamiento y análisis de la información	87
3.4.1.	Procesamiento de la Información	88
3.4.2.	Técnicas de presentación de datos.....	91
3.4.3.	Interpretación de datos y resultados.	91
3.5	Ámbito Geográfico Temporal y Periodo de la Investigación.	92
3.5.1.	Ubicación y descripción del área de estudio.....	92
CAPITULO IV		97
RESULTADOS		97
4.1.	Resultados de los Parámetros que Intervienen en el Proceso de degradación de la materia orgánica. (Temperatura).	97
4.2.	Resultados de los Parámetros que Intervienen en el Proceso de degradación de la materia orgánica. (PH).	107
4.3.	Resultados de Porcentaje de Humedad	113
4.4.	Cantidad de Abono Orgánico Obtenido Tamizado.	119

CAPÍTULO V	128
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	128
CONCLUSIONES.....	132
RECOMENDACIONES	134
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	135
3. ANEXOS	138
Anexo A. Galería de Fotos tomadas en Campo	138
Anexo A.1. Lugar donde se desarrolló el trabajo de investigación:	138
Anexo A.2. Recojo de hojas del suelo del cultivo de cacao	140
Anexo A.3. Preparación de las bacterias	141
Anexo A.4. Picado y humedecimiento de hojas, para armar las camas o rumas.	141
ANEXO A.5. Armado de las rumas o camas.....	143
ANEXO A.6. Tomando nota de los datos de campo para pasar al registro de datos.	146
ANEXO A.7. Diferencia entre los Tres Meses del Tratamiento	147
ANEXO A.8. Inspección de mis jurados en el lugar de trabajo de investigación.....	149
ANEXO B. FORMATOS DE TRABAJO	153
ANEXO B.1. FORMATO PARA TOMAR DATOS DE CAMPO	153
ANEXO B.2. RESULTADO DE LOS PARÁMETROS TOMADOS EN CAMPO....	154
ANEXO B 2.1. DATOS TOMADOS EN CAMPO-TESTIGO 1	154
ANEXO B 2.2. DATOS TOMADOS EN CAMPO-RUMA 1	155
ANEXO B 2.3. DATOS TOMADOS EN CAMPO-RUMA 2	156
ANEXO B 2.4. DATOS TOMADOS EN CAMPO-RUMA 3	157
ANEXO C. CUADROS DE MATRICES	159
ANEXO C.1. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	159
ANEXO D. CUADROS DE MATRICES	161
ANEXO D.1. ANÁLISIS ESPECIAL DEL COMPOST	161
ANEXO D.2. ANÁLISIS ESPECIAL DE LAS HOJAS DE CACAO (Theobroma cacao L.)	

INTRODUCCIÓN

En el Perú, el problema general es el aumento paulatino de residuos sólidos y que no se le da un valor agregado, y la situación se agrava aún más cuando no se aprovecha dichos residuos a través de tratamientos tecnológicos, microbiológicos o manuales.

Uno de los tratamientos que ayuda a disminuir los residuos sólidos es el compostaje; este proceso que consiste en transformar, descomponer y degradar la materia orgánica; en el proceso de compostaje intervienen microorganismos que aceleran su transformación en nutrientes disponibles y aprovechables para las plantas, y que vendría a ser un abono natural de bajo costo que genera un ingreso económico muy alto para los agricultores.

En el Departamento de Huánuco pocos son los que practican el compostaje y pocos son los agricultores que utilizan el abono orgánico debido a la falta de conocimiento para la elaboración y también por la falta de tiempo.

En tal sentido pretendo inculcar a través de este trabajo de investigación, desarrollar el compostaje como una tecnología para disminuir residuos, que puedan ser adoptados fácilmente para los agricultores, donde los costos de producción son altos y el tiempo de descomposición es prolongado, y evitar la dependencia de uso de fertilizantes químicos, que son los causantes de muchos problemas ambientales, así como la degradación de suelos.

La producción de abono orgánico es una alternativa para los productores, en la localidad de Puerto Nuevo, se genera toneladas de residuos vegetales de los cultivos de cacao, el compost se puede elaborar usando los residuos del cacao más Microorganismos Eficientes que ayudan a descomponer en un menor tiempo.

Los agricultores de la provincia de Leoncio Prado, utilizan el proceso de compostaje pero sólo con residuos orgánicos (comida) y no en restos de hojas de plátanos, ni en los residuos del cacao.

Si los agricultores cacaoteros implementan este tipo de tecnología de bajo costo les generaría más ganancias, ya que el compost final se va aplicar en sus cultivos y esto genera una producción de calidad, y se daría la exportación del cacao de forma industrial a otros países, el cacao tendría un valor alto debido a que el cacao orgánico cuesta mucho más que el cacao tratado con remedios químicos.

En este proyecto de tesis pretendo hacer uso de los restos vegetales que vienen a ser las hojas caídas del cacao para producir abono orgánico mediante el tratamiento de compostaje, utilizando un Microorganismo Eficiente llamado (Lactobacillus lactis).que conlleva a una rápida degradación de la materia orgánica, genera un alto contenido de nutrientes y es de muy fácil aprovechamiento para las plantas; para producir compost a grande escala que garantice la rentabilidad y sostenibilidad de los cultivos en el menor tiempo posible.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION

1.1.DESCRIPCION DEL PROBLEMA

En estos años el cacao (Theobroma cacao L.) ha mostrado señales de importancia de producción y exportación para el País. La exportación del cacao crece entre 15% y 20% por año, debido a que es un producto agroalimentario de origen tropical, que tiene mayor presencia en el mercado internacional y sus exportaciones en grano representan más de 33,000 toneladas, de un volumen total producido de 62,973 a nivel nacional, distribuidas en más de 91,00 hectáreas según **El comercio (2014)**, descrita por el tesista **Taboada (2015)**, que desarrolló un proyecto de investigación en el que consistía en descontaminar aguas con cáscara de cacao.

En la actualidad el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) se ha incrementado en la localidad de Puerto Nuevo, debido a que genera puestos de trabajo, mejora situación económica del lugar y del País. Al incrementarse la siembra de cacao, mayoría de las empresas que producen chocolates centran sólo su atención y aprovechamiento en las semillas, más no en el líquido que produce el producto, ni en las hojas (residuos forestales), y tampoco en las cáscaras; generándose una gran cantidad de residuos forestales de cacao (Theobroma cacao L.) que no son aprovechados, por falta de conocimiento por parte de los agricultores, que podría producir compost con estos residuos, para sus terrenos de cultivo.

Los residuos de cacao, afectan en cierta manera el crecimiento de los árboles y los frutos del cacao, ya que para la producción del cacao los arboles deben de estar podadas y el suelo no debe tener exceso de acumulación de residuos forestales en los cultivos de cacao, el área tiene que estar limpio y los árboles podados para un buen crecimiento y tener una buena cosecha, si bien es cierto las hojas se degradan o pudren pero en un periodo de 7 - 8 meses, durante ese periodo de tiempo las hojas al estar en el suelo obstruyen el oxígeno en el suelo, y sólo mantiene la humedad en el suelo.

Ante este problema surge una alternativa de solución que es la **PRODUCCIÓN DE COMPOST A PARTIR DE HOJAS DE CACAO (Theobroma cacao L.) utilizando Lactobacillus lactis**, método eficiente para la reducción de residuos forestales del cacao en la localidad de Puerto nuevo, y aprovecharlos en el proceso del compostaje como abono orgánico, para los agricultores de cacao.

Por ello el trabajo de investigación tiene como objetivo general, **DETERMINAR LA EFICIENCIA DEL Lactobacillus lactis EN EL CONTENIDO DE NUTRIENTES Y EL MENOR TIEMPO DE PRODUCCIÓN DE COMPOST A PARTIR DE HOJAS DE CACAO, (Theobroma cacao L.)**.

Los volúmenes de residuos forestales de cacao (hojas caídas de cacao) son cada vez más, generando problemas en el crecimiento y los frutos del cacao, la cual me incentiva a proponer este proyecto como alternativa de solución para reducir dicho problema, y mejorar el rendimiento de producción de cacao, utilizando este compost.

Pocomucha, Alegre, y Abregú (2016), detallan que el cultivo de cacao en la región Huánuco se considera como uno de los productos agrícolas tradicionales de importancia social y económica, debido a que genera ingresos económicos en las familias, genera empleo así como la mano de obra familiar (5 miembros) que poseen promedio de 6.5 ha de terreno.

Vilcahuaman y Analy (2016), describen que uno de los tratamientos de residuos sólidos urbanos, industriales, agrícolas y ganaderos es el compostaje ya que permite dar valor a los residuos que fácilmente se biodegradan, tales como restos vegetales o de animales (fecales de ganados vacuno, porcinos, etc.), considerándose un método biológico el cual permite la descomposición controlada de los residuos orgánicos, eliminando los microorganismos patógenos presentes en el proceso. El compost se hace más eficiente cuando se aplica Microorganismos Eficaces (EM), que bien empleados reduce la contaminación del microambiente (control de malos olores, moscas), asimismo mejorar la calidad del compost.

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

¿Cuál es la eficiencia de Lactobacillus lactis en el contenido de nutrientes y el tiempo en la producción de compost a partir de hojas de cacao, (Theobroma cacao L.) en la localidad de Puerto nuevo, distrito de Padre Felipe Luyando, provincia de Leoncio prado, departamento de Huánuco, de marzo - mayo de 2018?

1.2.2. Problemas Específicos

¿Cuáles son los valores de los parámetros físicos que intervienen durante el tiempo de producción de compost a partir de hojas de cacao (Theobroma cacao L.) con Lactobacillus lactis en la localidad de Puerto nuevo, distrito de Padre Felipe Luyando, provincia de Leoncio prado, departamento de Huánuco, de marzo - mayo de 2018?

¿Cuáles es el valor de tiempo para la producción del compost con Lactobacillus lactis a partir de hojas caídas de cacao (Theobroma cacao L.) en la localidad de Puerto Nuevo, distrito de Padre Felipe Luyando, provincia de Leoncio prado, departamento de Huánuco, de marzo - mayo de 2018?

¿Cuál es la cantidad de compost obtenido a partir de las hojas de cacao (Theobroma cacao L.) producidas con Lactobacillus lactis en la localidad de Puerto Nuevo, distrito de Padre Felipe Luyando, provincia de Leoncio prado, departamento de Huánuco, de marzo - mayo de 2018?

¿Cuáles son los nutrientes que contiene el abono orgánico a partir de hoja de cacao (Theobroma cacao L.) producidas con Lactobacillus lactis en la localidad de Puerto Nuevo, distrito de Padre Felipe Luyando, provincia de Leoncio prado, departamento de Huánuco, de marzo - mayo de 2018?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Determinar la eficiencia del Lactobacillus lactis en el contenido de nutrientes y el menor tiempo en la producción de compost a partir de hojas caídas de cacao (Theobroma cacao L.) en la localidad de Puerto nuevo, de marzo - mayo de 2018.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar los valores de los parámetros físicos de degradación del compost producidas con Lactobacillus lactis en las hojas caídas de cacao (Theobroma cacao L.) en la localidad de Puerto nuevo, de marzo - mayo de 2018.
- Determinar el valor de tiempo para la producción del compost a partir de hojas caídas de cacao (Theobroma cacao L.) producido con Lactobacillus lactis, en la localidad de Puerto Nuevo, de marzo - mayo de 2018.
- Determinar la cantidad de abono orgánico obtenido por la producción de compost a partir de hojas caídas de cacao (Theobroma cacao L.) producido por Lactobacillus lactis, en la localidad de Puerto Nuevo, de marzo - mayo de 2018.
- Determinar el contenido de nutrientes en la producción de compost a partir de hojas caídas de cacao (Theobroma cacao L.) producido por Lactobacillus lactis, en la localidad de Puerto Nuevo, de marzo - mayo de 2018.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Los residuos del cacao, tanto hojas y cáscaras, son de lenta degradación en forma o en condiciones naturales, más aún las hojas de cacao, debido al exceso contenido de celulosa, macro y micronutrientes, y de otros compuestos carbonadas. Las hojas de cacao tienen un valor alto en contenido de macro y micronutrientes, resultados que arrojaron en el análisis llevado al Laboratorio de Análisis suelos, Aguas y Ecotoxicología, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva- Tingo María. Avenida universitaria s/n. en los resultados obtenidos de las hojas de cacao también hace referencia al contenido de cadmio que existe en las hojas, y que en cantidad normal no es dañino para el suelo.

En la localidad de Puerto nuevo no usan el método de compostaje para transformar los residuos del cacao especialmente de las hojas caídas en compost utilizando bacterias eficientes, ya que se desconoce sobre el valor nutritivo de las hojas. Lo que genera en cierta parte problemas en el crecimiento de los árboles y evita una buena producción y cosecha; por la acumulación de hojas caídas, por ende disminuye la producción y no da un producto de calidad para exportar, afectando la economía de los productores de cacao, debido a la falta de aprovechamiento de los residuos de cacao (Theobroma cacao L.) y conocimientos del tema por parte de las autoridades y los agricultores.

Desde el punto de vista teórico, se determinó nuevos conocimientos que fueron resultados de la investigación científica realizada en campo, así como la relación que existe entre cantidad de restos vegetales de cacao + Lactobacillus lactis = cantidad de compost obtenido.

Desde el punto de vista aplicativo, los resultados obtenidos provenientes de la investigación fueron aplicados en el presente, una

manera de aplicar es el uso de este abono orgánico en los cultivos de cacao que hay en la localidad de Puerto Nuevo.

Desde el punto de vista técnico, económico y social, el proceso de compostaje no requiere de grandes gastos, ni de complicados conocimientos de las cuales los agricultores no puedan aprender, aplicar y usar; al contrario es un proceso fácil pero de mucha dedicación. Una vez que ellos obtengan el producto final que es el compost y aplicarlos a sus cultivos les permitirá obtener un producto de calidad, que se pueda vender y exportar a otros países y así mejorar su calidad de vida y la de su familia en general.

Por esto y otras razones propuse aplicar el método de compostaje utilizando Lactobacillus lactis para reducir los residuos del cacao (Theobroma cacao L.) especialmente de las hojas, evaluando la eficiencia en el contenido de nutrientes del Lactobacillus lactis en el compost y el tiempo de producción de compost, sirviendo el producto final como abono natural para los mismos árboles de cacao (Theobroma cacao L.) y esto ayude a los productores a producir cacao orgánico para ser vendidos a mayor precio y mejore la economía de los agricultores en la localidad de Puerto Nuevo.

Este tratamiento llamado compostaje contribuye en la reducción de los residuos de cacao (Theobroma cacao L.) disminuye la contaminación de suelos y se fomenta la producción de abono natural. Al producirse compostaje aeróbicamente no se forma el gas metano, contribuyendo a la disminución de gases de efecto invernadero, evitando el aumento de la temperatura del planeta.

Hoy en día el compostaje viene siendo una alternativa de solución para los problemas sobre residuos sólidos orgánicos y a la vez es una alternativa económica mediante el aprovechamiento de dichos residuos orgánicos.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

No existen limitaciones ya que se cuenta con terrenos con cultivos de cacao y todos los recursos necesarios para realizar el trabajo sobre la Eficiencia de Lactobacillus lactis en el contenido de nutrientes y el menor tiempo la producción de compost a partir de hojas de cacao (Theobroma cacao L.) en la localidad puerto nuevo.

La tesista contó con la disposición suficiente, cumpliendo responsablemente con todas las acciones y actividades que se generaron en torno al proceso de ejecución y consideró que existe:

- a. Amplia disponibilidad de información sobre el tema.
- b. Recursos económicos disponibles para la investigación.
- c. Recursos humanos de apoyo para la investigación.
- d. Conocimientos del investigador sobre la temática.
- e. Suficiente disponibilidad de tiempo para realizar todas las actividades de la investigación.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. Viabilidad Técnica

La tesis de investigación realizada demuestra una facilidad para la elaboración del compost y medir la eficiencia del Lactobacillus lactis en la reducción de tiempo y la producción de cosecha, a partir de hojas de cacao.

1.6.2. Viabilidad Operativa

El manejo es sencillo, ya que esta puede ser desarrollada por cada agricultor que tenga una zona de cultivo de cacao, demostrando de esta manera la viabilidad operativa para que lo puedan aplicar y aprovecharlo como abono orgánico para la producción de productos orgánicos.

1.6.3. Viabilidad Económica

En las zonas de cultivo se generan más de 1 tonelada de residuos de cacao, la cual esa fracción permite desarrollar la preparación de compost sin generar gastos de alto costo; fuera del microorganismo eficiente que está al alcance de cualquier persona demostrando de esta manera la viabilidad económica.

La aplicación de compost a base de hojas de cacao, en las zonas de cultivos permitirá cosechar un producto sano, cumpliendo los estándares de calidad para un producto orgánico, aceptable para el mercado, permitiendo que el agricultor venda ese producto a un mayor precio, y así generar más ingresos, mejorando su calidad de vida y la de su familia.

1.6.4. Viabilidad Ambiental

El compost no causa efectos negativos en el desarrollo fenológico de los cultivos si no contribuye como métodos de fertilización alternativa de los cultivos ya que mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo debido a sus características químicas y la actividad biológica que propician.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Guerrero y Monsalve, (2006), desarrollaron EL COMPOSTAJE COMO UNA ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LOS CENTROS DE BENEFICIO ANIMAL. Con el fin de desarrollar una propuesta de Producción Más Limpia (PML) que va de acuerdo a las necesidades y situación socioeconómica de los centros de beneficio animal (mataderos) municipales del departamento de Risaralda. Para este trabajo realizaron un diagnóstico ambiental, donde identificaron que la mayor actividad de impacto ambiental es El Inadecuado Manejo de subproductos tales como la sangre, el rumen y el estiércol. Ante esta problemática los ingenieros dieron una alternativa de solución planteada en una tesis que es económicamente viable y técnicamente pertinente para el tratamiento y disposición de estos subproductos.

Utilizaron el proceso de compostaje, como una alternativa de Producción Más Limpia, ofreciendo una solución técnica y socio-económica viable a los impactos ambientales; permite el tratamiento conjunto de los subproductos sin incurrir altos costos, y al mismo tiempo obtener un producto denominado “compost”, que es aprovechado como abono o enmienda, de acuerdo a sus características físicas y químicas que presente.

Realizaron el tratamiento para todos los centros de beneficio animal del departamento de Risaralda. El método utilizado para este tratamiento fue el de La cantidad a compostar = Residuo por animal (Kg) X Número de animales sacrificados. Los resultados que obtuvieron fueron beneficiosos para la población y para los centros de beneficio animal, ya que mediante el compostaje se reaprovecho los subproductos de los mataderos y se disminuyó el cierre de los centros de beneficio animal por parte de las autoridades ambientales.

Echeverri y María, (2004), en Colombia explica sobre la problemática de los residuos sólidos es grande, debido a la mala disposición final que se realiza con poco control en la mayoría de los municipios, provocando contaminación ambiental. Colombia tiene una producción per cápita (Kilogramo/habitante/día) aproximadamente de 0.5 Kg./hab./día, variando de 1 Kg./hab./día en las grandes ciudades hasta 0.2 Kg./hab./día en las poblaciones rurales.

La superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios presento un estudio en el año 2002 sobre la disposición final de los residuos sólidos en los 1086 municipios que tiene el país de Colombia, considerando temas como botaderos y quemas a cielo abierto, etc. Para disminuir estos problemas ambientales, los municipios desarrollaron alternativas de solución tales como la construcción de rellenos sanitarios, compostaje con microorganismos eficientes, entre otros.

El municipio trabajó de la mano con los agricultores quienes comenzaron a utilizar el método de compostaje para aprovechar los residuos vegetales, como un desarrollo a nivel industrial para poder solucionar todos los problemas de disposición final de origen orgánico. Su utilidad como proceso de degradación fue vista como una alternativa de biorremediación. Iniciaron estudios sobre el tratamiento aerobio de los desechos sólidos y la determinación de la temperatura, el pH, la humedad y aireación como variables macroscópicas determinantes de la eficiencia. Desde que se inició dicha alternativa de solución, una buena cantidad de plantas de copostación fueron desarrolladas en el continente Europeo y sub continente de América del Norte.

Bejarano y Sandra (2007) desarrollaron un trabajo de investigación que consistía en **“Evaluar un tratamiento para la producción de compost a partir de residuos orgánicos provenientes del rancho de comidas del Establecimiento Carcelario de Bogotá “La Modelo” por medio de la utilización de Microorganismos Eficientes (EM)”**. En el proceso de investigación determinaron la cantidad de residuos orgánicos generados en el rancho de comidas para realizar la caracterización de dichos residuos que van a ir a disposición final, con el fin de establecer su posterior tratamiento en compostaje con microorganismos eficientes.

Durante la caracterización clasificaron la producción de comida, con la finalidad de: determinar la densidad de los residuos orgánicos generados y determinar la generación de estos residuos en el Establecimiento Carcelario en Bogotá. Se implementaron dos tratamientos para producción de compost, en los cuales se variaron la composición de los materiales utilizados para la conformación de las composteras. En el primer tratamiento, se utilizaron aserrín, residuos de comida y pasto; para el segundo tratamiento se utilizaron papel, cartón, residuos de comida y pasto.

El método consistió en construir cuatro composteras para cada uno de los tratamientos, dos de las cuales se inocularon con Microorganismos

Eficientes (EM). Determinaron los valores de temperatura, pH y humedad y sus interrelaciones presentadas en el proceso, y compararon con los datos ya establecidos en anteriores investigaciones.

Realizaron un análisis del compost durante y al finalizar el proceso, este seguimiento se hizo mediante pruebas in situ y ex situ para cada uno de los tratamientos. Implementaron dos tratamientos para producción de compost, variando la composición de los materiales utilizados para la conformación de las composteras. Al terminar el proceso de compostaje realizaron la comparación a cada compostera y cuyo mejor resultado fue alternativa para la producción de compost en el Establecimiento Carcelario en Bogotá, fue la de del primer tratamiento con Microorganismos Eficientes (EM).

Pineda, Prieto y Quiñones (2015) trabajaron en una investigación en Venezuela, este trabajo fue sobre un **“ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICO ECONÓMICO PARA EL PROCESAMIENTO Y COMERCIALIZACIÓN DE ABONO ORGÁNICO COMPOST A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS”**. Esta investigación se encuentra enmarcada en un estudio de campo descriptivo transeccional, con enfoque cuantitativo, ya que permite orientar los lineamientos para la construcción de un plan de mercadeo para promover la comercialización de abono orgánico compost a partir de residuos sólidos urbanos.

Para el análisis de diagnóstico de la situación actual utilizaron un instrumento de recolección de datos, así como encuestas, la cual fue aplicada a todos los productores agrícolas de los municipios Carabobo y Cojedes considerados posibles consumidores del producto. Los resultados arrojados en el estudio financiero indicaron que la rentabilidad del negocio es alta dada que la recuperación de la inversión se logra antes de la mitad del tiempo. El estudio demostró que aplicando estrategias de comercialización en el producto abono orgánico compost se puede lograr una buena aceptación en el mercado, además de explotar el potencial que ofrece el producto ya que es una oferta que genera su propia demanda.

Jácome (2013) desarrollo un trabajo de investigación de **“Elaboración de compost utilizando cabello humano y aplicando dos fuentes de microorganismos: Microorganismos Eficientes (EMs) y Trichoderma spp, como agentes aceleradores de compostaje.”** En la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC), Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario, de Tulcán en Ecuador. Este trabajo surgió a causa de evitar la contaminación de amplias superficies a causa de una mala disposición de la basura por parte de los salones de belleza, que eliminan el cabello humano y aprovecharlo como materia prima para la obtención de compost, inoculando microorganismos para acelerar este proceso.

Inió con el proceso tecnológico de la recolección de la materia prima (cabello humano), que fue sometida al proceso de compostaje, por un espacio de 16 semanas. El diseño completamente al azar con 9 tratamientos y 3 repeticiones, cada unidad experimental estuvo conformada con 50kg de materia orgánica a compostar. La dosis utilizada de cabello humano es de 5 y 10%, con 2 grupos diferentes de microorganismos (EM- Microorganismos Eficientes y Trichoderma Spp), junto con estiércol y pasto.

Los resultados finales arrojaron que el tratamiento T2 que contiene 2% Microorganismos Eficientes + 10% Cabello Humano + 24 de estiércol de cuy + 64% Poda de pasto) fue la más adecuada para obtener una

concentración óptima de macronutrientes, elementos secundarios y micronutrientes con valores de: 0,12% de Nitrógeno, 0,028% de Fósforo, 0,60% de Potasio, 0,56% de Calcio, 0,085% de Azufre, 0,059% de Magnesio, 6,01 ppm de Boro, 4,11 ppm de Cobre, 127,13 ppm de Hierro, 56 ppm de Manganeso y 22,29 ppm de Zinc.

El compost alcanzó un PH ligeramente ácido de 6,27, y una conductividad eléctrica de 12,91 ms/cm, traduciendo que el compost final con una concentración salina fuerte, tiene un rendimiento del 65% y el costo de producción por kilogramo de compost tiene un valor de 0,07 USD (Dólar Americano).

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Vilcahuaman y Analy (2016), desarrollaron una tesis en Huancayo sobre: **TIEMPO Y CALIDAD DEL COMPOST CON APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE “MICROORGANISMOS EFICACES”- CONCEPCIÓN**, dicha trabajo tuvo como objetivo determinar el tiempo y la calidad del compost, aplicando tres dosis de microorganismos eficaces en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos ubicada en la provincia de Concepción. El método que utilizaron fue el de un Diseño Completamente al Azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones, instalaron pilas composteras de 100 x100 x 30 cm, realizaron 3 tratamientos con 1 testigo, las muestras obtenidas lo llevaron al laboratorio de ecología microbiana y biotecnología “Mariano Tabusso” de la Universidad Agraria la Molina. Utilizaron el modelo de análisis de varianza ANOVA; y evaluaron las diferencias entre los tratamientos efectuaron la prueba de Tukey al 95% de confianza, los datos recopilados se procesaron en el software SPSS 20. Su trabajo de investigación duro 43 días, tiempo que obtuvieron el compost final. Compararon sus resultados con la norma y el resultado fue que los tratamientos cumplen con los rangos establecidos en la norma 503 Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), norma técnica Colombiana 5167 y la Organización Mundial de la Salud.

Flores (2014) Investigó sobre el “**EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA ELABORACIÓN DEL COMPOST, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTÍN – PERÚ**”, el proyecto consistió en acelerar la producción de compost en forma eficiente utilizando microorganismos eficientes concentrados de 20 cc para 200 Kg de residuos, con la finalidad de producir compost a escala que garantice la rentabilidad y sostenibilidad para los cultivos.

El tratamiento que realizaron fue espaciar los materiales, acomodando los mismos sin comprimirlo, formando una pila agregando los materiales por capas. Realizaron 5 tipos de tratamientos: T5 (Rastrojo), T4 (Gallinaza + Rastrojo), T3 (Vacaza + Rastrojos), T2 (Gallinaza + Rastrojo + Microorganismos Eficientes), T1 (Vacaza + Rastrojo + Microorganismos Eficientes). Como resultado obtuvieron que el mayor tiempo de descomposición ocurrió en el tratamiento T5 con 167 días, mientras que en los otros cuatro fueron cosechados a los 141 días. El T2 tuvo alto contenido de nutrientes, el de mayor producción fueron en el T2 y T4.

Ramos (2015) realizó un proyecto sobre la “**EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS DE MATERIAS ORGÁNICAS Y CON MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA PREPARACIÓN DE COMPOST, EN LA ZONA DE PANGOA - PERÚ**”. El trabajo de investigación consistió en determinar la mejor combinación para preparar compost en beneficio y tiempo para los productores del sector agrario. Evaluaron la descomposición de diferentes sustratos orgánicos: pulpa de café, aserrín descompuesto, gallinaza, abono de ovino y residuos vegetales (pseudotallo de plátanos) con aplicación de microorganismos eficientes.

Compararon la calidad nutricional de los compost obtenidos con las mezclas orgánicas; realizaron el proceso de compostaje de 18 mezclas de materias orgánicas. La producción de compost en los excrementos, los restos orgánicos de la cocina, los restos de poda y hojas del jardín, al ser mezclados con Microorganismos Eficientes resultaron con una producción de un compost muy rico y fértil en tan solo 30-40 días, al compostar gallinaza y pulpa de café se obtiene compost a los 75 días.

Este tratamiento muestra diferencia estadística con los sustratos que contienen aserrín que se descomponen de 83 a 88 días. El uso de aserrín descompuesto y estiércol de ovino, disminuyen la salinidad del compost; al

compostar gallinaza y residuos de pseudotallo de plátano (480 kg -480 kg) se obtuvo 28,80 $mS.cm^{-1}$. La tesis tuvo como resultado que el uso de microorganismos eficientes y sustratos no influyen en contenido de potasio del compost.

Fernández (2014) Evaluó y desarrolló en su investigación la **“PRODUCCIÓN DE COMPOST UTILIZANDO RESIDUOS ORGÁNICOS PRODUCIDOS EN EL CAMAL MUNICIPAL Y VIVIENDAS URBANAS APLICANDO LOS MÉTODOS TAKAKURA Y EM-COMPOST EN EL DISTRITO DE CHACHAPOYAS, REGIÓN AMAZONAS**; dicho trabajo consistió en recolectar los residuos sólidos urbanos de los hogares de la provincia de Chachapoyas, Región Amazonas, y residuos provenientes del centro de beneficio municipal (camal municipal), por lo que instalaron camas composteras de 1.3 x 0.8 m, y agregaron dichos residuos y se aplicaron esos métodos juntamente con una muestra testigo, con 3 repeticiones, para determinar el tiempo de maduración y el rendimiento para conocer cuál es el método más efectivo al momento de realizar un compostaje. El mejor tiempo de maduración lo obtuvo un compostaje aplicando el método Takakura con un tiempo promedio de 57.67 días, sin diferencia significativa; el compost se obtuvo un tiempo promedio de 62 días. Un buen rendimiento obtuvieron del compost con un 19.90 %, siendo la más efectivo. El resultado fue un Compost obtuvo cuyas características fisicoquímicas de materia orgánica fue 23.93%, carbono 13.29%, nitrógeno 1.31 %, fósforo 0.54%, relación C/N 10.12, pH 7.5, conductividad eléctrica 5.02 dS/m, humedad 53,77%, densidad aparente 468.37 kg/m³, porosidad 87.98%, espacio de aire libre (FAS) 62.59%, olor a tierra húmeda y color negrizo.

2.1.3. Antecedentes Locales

Alvarado (2015) realizaron un proyecto de tesis en Naranjillo, sobre el **EFFECTO EN LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS PARA LA TRANSFORMACIÓN DE DESECHOS ORGÁNICOS EN COMPOST EN EL DISTRITO DE NARANJILLO-MAPRESA**, El proyecto tuvo un Diseño

experimental de bloques completamente al Azar (DBCA), con tres repeticiones, con 7 tratamientos aplicando microorganismos eficaces.

Usaron dos fuentes de microorganismos: Una obtenido en el bosque y otra de microorganismos eficientes obtenidos en un cultivo de café inoculado en diferentes niveles de concentración para comparar su accionar sobre los restos orgánicos. Para mejorar aplicaron los microorganismos eficientes (bacterias foto tróficas, bacterias lácticas, actinomicetos, hongos, levaduras) y también para acelerar la descomposición de los restos orgánicos para la elaboración de compost. Los resultados que obtuvo en el trabajo de investigación fueron satisfactorios y al comparar cuál de los microorganismos utilizados aceleraron el proceso y fue el de los microorganismos obtenidos en el bosque que los microorganismos de cultivo de café.

Sanchez (2015) desarrollo un proyecto de investigación sobre la **EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE COMPOST CON MICROORGANISMOS EFICIENTES EN EL DISTRITO DE RUPA RUPA**. Cuya finalidad de su proyecto fue, el de determinar los parámetros físicos, químicos y biológicos, y a la vez también cuantificar y correlacionar los microorganismos presentes en el compost con los parámetros físicos. Construyó 4 composteras utilizando como insumos el estiércol de vacuno y dolomita de las cuales dos se inoculaban con (3 y 2 Litros de microorganismos eficientes) el proceso de compostaje duró (46 días).

La construcción de las camas o rumas de compostaje tuvo medidas de 0.90 x 2.00 x 1.10 m de alto aproximadamente y su manejo fue manual. Para la interpretación de los análisis, los análisis fueron remitidos por el Laboratorio de Análisis de Suelos y el Laboratorio de Microbiología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Los resultados comparados, arrojaron que el tratamiento 2 fue el mejor, ya que temperatura alcanzó la mayor temperatura a los 15 días con 61.4° C, mientras que los otros

tratamientos tuvieron moderadas temperaturas, de igual manera en porcentaje de humedad, y tuvo el mayor contenido de nutrientes.

En tingo María, la MPLP (Municipalidad Provincial de Leoncio Prado), viene desarrollando el proceso de compostaje, se encuentra ubicada la Planta de compostaje en el sector de Santa Rosa de Shapajilla. En base al “Estudio de caracterización de residuos sólidos Municipales”, del año 2015 en la cual se calculó que para el distrito de Rupa Rupa los residuos orgánicos representan 67.19% del total de residuos sólidos domiciliarios y de los cuales pueden ser convertidos en COMPOST y así disminuir la contaminación del Río Huallaga del Sector de la Mayuna – Mapresa. Para la descomposición y aceleración de los residuos sólidos domiciliarios, utilizan los microorganismos eficientes que son preparados en un balde de 20 litros con los insumos de leche en polvo, melaza en caña, levadura, 1 saco y raicillas. Con un reposado de 8 días. Su elaboración del compost tiene 9 etapas e inicia con la recolección de residuos de casa por casa (segregación en la fuente), para luego llevarlos a la Planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Leoncio Prado. Pesado de los residuos en la misma planta de compostaje. Apertura de las bolsas de residuos sólidos, picado, armado de las camas, previo residuos clasificados. Aplicación de los microorganismos, volteo de rumas, oreado, zarandeo y el encostalo del producto final. **(Municipalidad Provincial de Leoncio Prado-Tingo María, (2017).**

2.2. Definiciones Conceptuales

2.2.1. Compost y Compostaje

Mejía y Palencia (2002). Mencionan y describen que el compost es un abono orgánico, que se produce cuando los materiales de origen vegetal o animal se degradan o se descomponen por la acción de millones de

bacterias, hongos y otros microorganismos. Estos materiales se llaman orgánicos.

Se obtiene por la degradación o desechos de plantas y animales que son transformados en una masa homogénea de estructura grumosa, rica en humus y en microorganismos.

Soliva, López y Huerta (2008) explican que el compostaje viene a ser un tratamiento biológico aerobio que desde la antigüedad se considera una arte o ciencia que convierte un residuo en un recurso beneficioso para la conservación de la fertilidad de los suelos: compost. Compostar (transformación biológica de los residuos en condiciones controladas) es gestionar los residuos orgánicos clasificando de acuerdo a su entorno, involucrando y responsabilizando a la sociedad que los produce y dando al compost el destino adecuado.



Ilustración 1: Compost; abono orgánico, elaborado con residuos orgánicos. **Fuente:** DISA-soluciones Ecoeficientes; citado por DISA, Marzo 22, 2017.

(MPLP-Tingo María, 2017) La Municipalidad Provincial de Leoncio Prado, en el área de Medio Ambiente tiene una revista sobre compostaje, que se lleva a cabo por múltiples organismos descomponedores que comen, trituran y degradan las células y las moléculas que componen la materia orgánica. Los principales “operarios” de estas labores son las bacterias y hongos microscópicos que son utilizados en la preparación de los Microorganismos Eficientes (ME) para la producción del compost, los cuales son obtenidos de ecosistemas naturales y seleccionados por sus efectos positivos en los cultivos, estos **SECRETAN SUSTANCIAS BENÉFICAS TALES COMO VITAMINAS**, ácidos orgánicos minerales y antioxidantes que al entrar en contacto con la materia orgánica incrementan la eficiencia como fertilizante que favorece a la resistencia de las plantas a plagas y enfermedades, mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y suprimen patógenos y plagas del suelo.

Se puede hacer en 2 formas la producción de compost:

1. Con microorganismos que necesitan oxígeno. El proceso se llama aeróbico.
2. Con microorganismos que necesitan que no haya oxígeno. El proceso se llama anaeróbico.

Navarro (2009) describe que el proceso aeróbico, por ser más rápido, más fácil de hacer, produce compost de mejor calidad y no tiene olores desagradables.

En los materiales orgánicos hay unos que elementos o materiales que fácil se compostan y otros que tardan un poco más, inclusive hay materiales orgánicos sintéticos como los plásticos que necesitan muchas décadas para compostarse.

Entre los insumos que fácilmente se compostan están los vegetales, granos, huevos, excremento de animales y humanos, hojas de árboles,

papel, periódicos, cartón; entre los insumos que cuesta un poco más compostar están los huesos, carne, cadáveres y algunas maderas.

2.2.2. Etapas Biológicas del compostaje

Navarro (2009) detalla que en una pila de compostaje hay 3 grupos principales de organismos:

- 1) Consumidores primarios
- 2) Consumidores secundarios
- 3) Consumidores terciarios

En un gramo de compost hay más de 10 millones de consumidores primarios o microorganismos, siendo la mayor parte, bacterias que generan calor como producto de su trabajo y se clasifican de acuerdo al rango de temperatura en el que operan:

1. Psicrófilas: Entre -18°C y 18°C . (0 y 64°F)
2. Mesófilas: Entre 5°C y 43°C (41 y 109°F)
3. Termófilas: Entre 40 y 93°C (104 y 200°F)

Lo ideal es alcanzar condiciones termófilas (arriba de los 40°C) en las rumas, porque estas bacterias son las que trabajan más rápido y hay otros microorganismos que solo trabajan a bajas temperaturas, además se destruyen microbios patógenos y malezas.

Entre los consumidores primarios, los actinomicetos son bacterias que dan al compost un agradable olor a tierra; mientras que los hongos y los gusanos son los que agregan material valioso al compost y la porosidad, contribuida también por la aereación del mismo. Cuando hay poco aire y mucha humedad se genera otro tipo de bacterias, las anaeróbicas, que son las causantes de los malos olores.

Los consumidores secundarios se alimentan de otros organismos, manteniendo controlado a dichas poblaciones, tal es el caso de los nemátodos.

Los consumidores terciarios se alimentan principalmente de consumidores secundarios, por ejemplo unas arañas que solo se dedican a comer artrópodos sin tejer telarañas; o como los ciempiés que comen invertebrados aún más grandes que ellos y escarabajos que se alimentan de semillas y otro material vegetal.

2.2.3. El Tamaño de la Pila o Ruma

Navarro (2009). Para una pila casera el tamaño debe ser entre 1m x 1m x 1m y 1.75m x 1.75m x 1.75m, para garantizar autocalentamiento y aereación general. Si se aíslan los lados de la pila se pueden mantener pilas más pequeñas, si se hacen pilas más grandes hay que voltearlas frecuentemente o usar chimeneas de aire.

2.2.4. Preparación del compost y materiales

2.2.4.1. Materiales para el compostaje

Los tipos de materiales a compostar son:

- a) **Domésticos.** Esta categoría se encuentran materiales de restos de preparación de comidas (partes de fruta, verduras, y cáscara de huevo, entre otros) y desechos de origen animal (carne, piel, sangre, huesos y otros).
- b) **De jardín.** En esta categoría están los restos de cultivos de las huertas, flores muertas, tallos, pastos y hojarascas.
- c) **Subproductos agrícolas.** Se encuentran los residuos de cosecha prácticamente todo cultivo (por ejemplo arroz, trigo, cebada, maíz, caña de azúcar, frijol, girasol, etc.) así como cascarillas y salvado de la trilla o molienda.
- d) **Desechos del ganado.** Los estiércoles, orina y deyecciones de todo tipo de animal, ya que son excelentes para el compostaje debido a que contienen un alto porcentaje de nutrimentos.
- e) **Forestales.** Restos de los árboles, hojas y ramas caídas siendo importantes materiales para la elaboración del compostaje. Estos materiales contienen grandes cantidades de celulosa y lignina que se descomponen parcialmente en la ruma o cama de compostaje y continúan mineralizándose en el suelo después de aplicados.

- f) **Desechos urbanos y agroindustriales.** Constituidos de materiales biodegradables de la basura, como cartón, papel, residuos finos de comida y fibras naturales y de los residuos que proceden de la industrialización de productos tales como hortalizas, cacao, café, arroz, maíz, trigo, sorgo, maderas y semillas, entre otros. **Torres (2005)**

2.2.4.2. Preparación para el compostaje

Mejía y Palencia (2002). El compostaje se debe de hacer en un sitio cercano a las zonas de cultivo y también al lugar donde van a obtener los productos o materiales de fácil acceso. Para descomponer definiendo su tamaño de acuerdo con la cantidad de compost que se va obtener, se tiene que tener en cuenta que un bulto de compost seco pesa aproximadamente 37 kilogramos.

Una vez definido el sitio donde se va hacer el compost, se procede a limpiar y en caso de haber **lixiviado** construir drenajes o canales.

Se procede a clasificar los materiales orgánicos que se va a utilizar, previamente picados para que la degradación sea más rápida. Para construir las rumas o camas, se coloca la primera capa de hojas o los materiales a utilizar de aproximadamente de 1^o centímetros de espesor; se humedece con agua mezclado con microorganismos eficientes en caso se va utilizar, y si no se va utilizar sólo se humedece con agua (por cada capa de material agregar agua), si se va utilizar estiércol de algún animal colocar una capa de 20 centímetros y si desea empolverar con cal o la ceniza y finalmente humedecer en forma de lluvia. Repetir los pasos anteriores hasta formar una cama o ruma de la forma de un trapecio con una altura de 1 a 1.2 metros y cubrir con un plástico.

Voltear la ruma cada 7 días para evitar que la temperatura disminuya o no suba y evitar el daño que va provocar al abono. El proceso de compostaje dura 3 meses en caso de no utilizar microorganismos eficientes pero si se utiliza el proceso dura 2 meses.

Una vez listo el abono orgánico se tamiza con tres tipos de filtros desde el más grueso hasta el más fino y luego ya puede utilizar como abono para las plantas.

2.2.4.3. Fases del Proceso de Compostaje

2.2.4.3.1. Mesófila

Es la primera fase, que se caracteriza por la presencia de bacterias y hongos, siendo las primeras quienes inician al proceso por su gran tamaño; ellas se multiplican y consumen los carbohidratos de fácil degradación. La temperatura de la ruma sube rápidamente desde la temperatura ambiente hasta los 40° C. Los microorganismos mesófilos se alimentan y consumen rápidamente proteínas y azúcares; predominan bacterias. Y el PH es bajo a causa de producción de ácidos orgánicos, llegando a tener PH de 5.0 a 5.5.

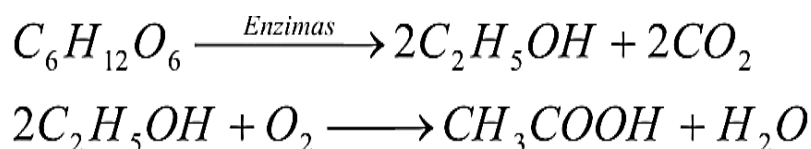


Ilustración 2: Ecuación de la Fase Mesófila. **Fuente:** Evaluación de la producción con microorganismos; citado por Franklin S.G, 2015.

2.2.4.3.2. Termófila

Sanchez (2015). En ésta fase la temperatura sube de 40° C a 60° C grados centígrados, desaparecen los organismos mesòfilos, mueren las malas hierbas, e inician la degradación de la materia orgánica los organismos termófilos. En los seis primeros días temperatura llega y se mantiene a más de 40° C grados centígrados a efecto de reducción o supresión de patógenos al hombre y a las plantas de cultivo. A temperaturas por encima de los 65° C, las bacterias que forman esporas preponderan y los hongos se mueren. En esta segunda fase, la celulosa y la hemicelulosas son transformadas.

PNUD INIFAT (2002). El PH de la ruma sube debido al consumo de los ácidos orgánicos (son ácidos que se concentran en el fruto de numerosas plantas), por los microorganismo y por la transformación a potasio, magnesio y calcio.

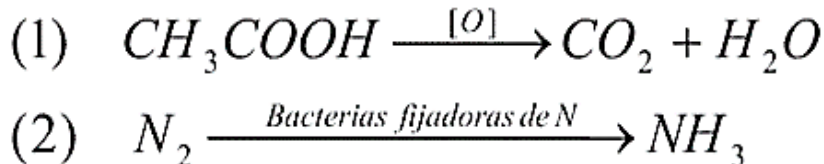


Ilustración 4: Ecuación de la Fase Termófila. **Fuente:**
Evaluación de la producción con microorganismos;
citado por Franklin S.G, 2015.

2.2.4.3.3. Enfriamiento

Sanchez (2015). En esta tercera etapa se da un descenso paulatino de la temperatura a 40° C y los microorganismos mesòfilos se reactivan.

Las bacterias y los hongos transforman otra parte de la celulosa, como la lignina y la lignoproteína y la presencia de microorganismos e invertebrados. El PH vuelve a descender. **(PNUD INIFAT, 2002).**

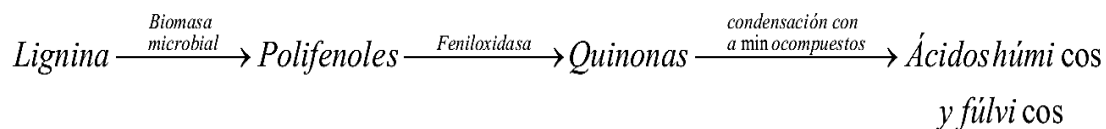


Ilustración 3: Ecuación de la Fase Mesófila. **Fuente:** Evaluación de la producción con microorganismos; citado por Franklin S.G, 2015.

2.2.4.3.4. Maduración

Jaramillo y Zapata (2008). La maduración se considera como complemento final de las fases que ocurren durante el proceso de fermentación disminuyendo la actividad metabólica. El producto permanece más o menos 20 días en ésta fase.

Sanchez (2015). En esta etapa la temperatura de la ruma o pila del compost disminuye continuamente hasta asemejarse a la del ambiente. Y el PH del compost terminado puede oscilar entre 7 y 8. **(PNUD INIFAT, 2002).**

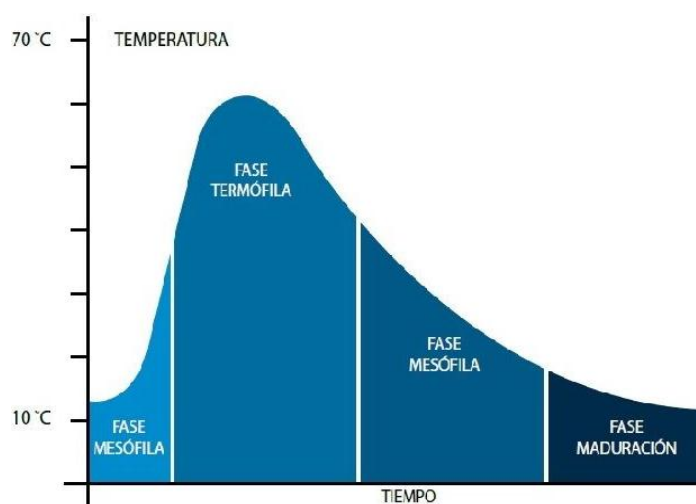


Ilustración 4: Cuadro de oscilamiento de PH en el compost. Oscilamiento de PH en las 3 fases del compostaje. **Fuente:** Sanchez Gonzales Franklin, 2015.

2.2.5. Las Condiciones para el Compostaje

2.2.5.1. Humedad

Navarro (2009). El agua es necesaria para facilitar la disponibilidad de nutrientes a los microbios y para que estos puedan realizar sus procesos reproductivos, metabólicos y asimilativos. La humedad ideal para una pila de compostaje es de 40% y 60% por peso, al tacto el material debe sentirse húmedo pero no debe escurrir agua. Si la pila de compost se encuentra seca y los materiales no se mantienen unidos sino que se desintegran, hay que agregar agua o materiales húmedos; si la ruma está demasiado húmeda, hay que agregarle materiales secos o darle vuelta con frecuencia para que se seque.

Torres (2005). La deficiencia de humedad en las rumas, provoca una sensible disminución de la actividad microbiana, lo que produce que la fermentación se detenga y descienda la temperatura; un exceso de humedad, dificulta la circulación de oxígeno y provoca fermentaciones anaerobias. Mayor nivel de humedad se requiere durante la fase inicial del proceso de descomposición.

HARPER et al. (1992), La humedad óptima del compostaje se puede situar alrededor del 30 a 55% aunque varía dependiendo del estado físico y tamaño de las partículas, así como del sistema empleado para realizar el compostaje. Debe considerar una adecuada humedad para las necesidades fisiológicas de los microorganismos y un adecuado flujo de oxígeno para mantener las condiciones aeróbicas.

2.2.5.2. Temperatura

Torres (2005). Por la actividad microbiana se produce por un incremento de temperatura atribuido a las oxidaciones biológicas exotérmicas; esta fase se llama termofílicas y es donde ocurre la descomposición más rápida de la materia orgánica. La temperatura de la fase termofílicas es de 50° a 60° C considerando la producción de CO₂; en algunas ocasiones la temperatura llega hasta los 76° C, no es deseable, porque a 64° C la pérdida de nitrógeno en forma de amoníaco es muy alta. Durante los primeros días, la temperatura se eleva a 60° C, posteriormente se estabiliza a 40° O 50° C; si la temperatura no se eleva, indica que hay un defecto en la aireación; existe una baja relación C/N o un bajo nivel de humedad.

Temperaturas elevadas, mayores de 65° C, prolongadas, ocasiona la muerte de las bacterias benéficas, provocando que continúe la fermentación y provoca pérdidas de nitrógeno. Cuando existen deficiencias en el proceso de aireación y mezclas no equilibradas; generalmente se debe a una baja temperatura en la ruma.

ALEXANDER, M. 1977 (2005). La temperatura es uno de los factores que mejor indica el desarrollo del proceso de descomposición de la materia orgánica. El incremento en la temperatura de las rumas tiene 2 efectos importantes: acelerar la descomposición y eliminar o disminuir las poblaciones de los microorganismos patogénicos existentes.

2.2.5.3. Nutrientes

Navarro (2009), Para el crecimiento microbiano en la ruma de compost, debe existir un balance entre carbono y nitrógeno, que son los Macronutrientes más importantes; los materiales ricos en carbono son de color café y seco y los materiales ricos en nitrógeno son verdes y húmedos.

Los Micronutrientes son el manganeso, cobre, magnesio y cobalto y hay una categoría intermedia entre micro y macro nutrientes donde están el fósforo, potasio y calcio.

Los microbios usan el carbono para su oxidación metabólica, parte lo convierten en bióxido de carbono y parte lo mezclan con nitrógeno para sus células; cuando el carbono está en lignina o celulosa cuesta mucho biodegradarlo y se debe de reciclar varias veces en una ruma de compost.

Los porcentajes de potasio obtenidos se encuentran dentro del rango que brinda la FAO (1991), que van desde 0.4 a 1.6 %.

Fernández y Novo (1998). Se encuentran la fitina, nucleoproteínas, ácidos nucleicos, azúcares fosforilados, fosfolípidos y otras mezclas poco móviles, difíciles de ser hidrolizadas por ácidos y de lenta degradación por los microorganismos. Los contenidos encontrados se corresponden con los de la FAO (1991) que están entre 0.1 y 1.6 %; por otra parte **Mayea (1995), Kolmans y Vázquez (1996)** y la **FAO (1997)** obtuvieron 0.9, 0.5 y 0.20 % respectivamente.

2.2.5.4. PH

Jaramillo y Zapata (2008). El compostaje permite un amplio intervalo de PH (3.0 – 7.0), sin embargo los valores óptimos oscilan entre 5.5 y 7.0, El valor de PH cae ligeramente durante la fase de enfriamiento llegando a un rango de 6 a 7 en el compost maduro.

Durante el proceso de compostaje se producen distintos fenómenos o procesos que desequilibran este parámetro al comienzo y como consecuencia del metabolismo fundamentalmente bacteriano, los complejos carbonados fácilmente degradables, se transforman en ácidos orgánicos, provocando que el PH sea ácido.

GUERRA (2001). Explica que los niveles de PH se elevan como consecuencia de la formación de amoníaco, alcanzando valores más altos (alrededor de 8,5), lo cual coincide con el máximo de actividad de la fase termófila, y finalmente, el PH disminuye en la fase final o de maduración (PH entre 7 y 8) debido a las propiedades naturales de amortiguador o tampón de la materia orgánica según **GRAVES (2000).**

2.2.5.5. Oxígeno

Jaramillo y Zapata (2008). Los microorganismos requieren de oxígeno suficiente para que se dé el proceso aerobio, esto se logra mediante la aireación. Garantizando el oxígeno necesario para continuar el proceso, se puede producir un compost rápido y de buena calidad, evitándose problemas de malos olores.

El consumo de oxígeno es directamente proporcional a la actividad microbiana; por este motivo existe una relación directamente proporcional entre oxígeno consumido y la temperatura. La mayor cantidad de oxígeno se requiere durante la fase inicial de la degradación; debido al crecimiento de la población microbiana, el incremento de temperatura y la gran actividad bioquímica que se produce durante la fase de estabilización, la demanda de oxígeno decrece.

2.2.5.6. Aireación

El oxígeno se requiere para el metabolismo aeróbico, se encuentra relacionado a la oxidación de moléculas orgánicas presentes en el material a descomponer.

Generalmente se incrementa la aireación a través de volteos periódicos a las rumas, con la aireación, además de suministrarse oxígeno, se disipa el calor producido en exceso dentro de la ruma.

Para determinar algunos intervalos en días óptimos para realizar los volteos se consideran factores como la temperatura y la humedad; así han surgido algunas recomendaciones como realizar el primer volteo a los 22 días y posteriormente cada 7 días o cada 15 días, esto va depende de la temperatura si es cercana a los 70° C o a la humedad cuando sea mayor de 60° C.

2.2.6. Procedimientos para la Construcción de la Ruma

- 1) Ubicación de la compostera.-** De acuerdo con las condiciones del terreno, se recomienda que estén ubicadas en un lugar protegido del sol y del viento, por ejemplo bajo la sombra de un árbol, cerca de una fuente de agua; debe estar ubicada paralela a la dirección del viento.
- 2) Formas de construcción.-** Se pueden construir sobre la superficie del suelo, en pequeños hoyos excavados en el terreno, y pequeños depósitos contruidos de cementos, plásticos, acero inoxidable y alambre.

Torres (2005). Los criterios de construcción de las composteras dependen mayormente de las condiciones climáticas de la zona donde se va elaborar el compost, lugares donde la precipitación sea mayor de 600 mm, se recomienda que las composteras estén contruidas sobre la superficie del suelo y cuando es menor a esta cantidad, se sugiere construir fosas u hoyos con sistemas de drenaje para recolectar los percolados.

2.2.7. Cacao (Theobroma cacao L.)

Cuatrecasas (1964). (Theobroma cacao L.) es una especie característica dentro del género Theobroma y es la única especie de la sección Theobroma, una de las seis secciones del género.

Dostert, Roque, Cano, La Torre y Weigend (2011). Las hojas coriáceas con nerviación pinnada regular, con un nervio medio prominente y 9-12 nervios secundarios en ambos lados; el pericarpo grueso ya carnoso, las flores frecuentemente blancas, los verticilos pentámeros de las ramas laterales (horqueta, todas las otras especies del género poseen verticilos trímeros) y los estambres bianteríferos (trianteríferos en las otras especies de cacao). Además, sólo Theobroma cacao posee altas cantidades de teobromina y cafeína en las semillas maduras.



Ilustración 5: Árbol de cacao, **Fuente:** Cultivos de cacao en Perú; citado por Daniel Cañar, 2011.

2.2.7.1. Hábitat

Dostert, Roque, Cano, La Torre y Weigend (2011). El hábitat natural del cacao es en el interior de bosques lluviosos subtropicales sudamericanos. Su hábitat comprende zonas subtropicales secas a húmedas así como zonas tropicales muy secas a húmedas. El cacao se cultiva normalmente a elevaciones bajo los 300 msnm, y en ambientes boscosos especialmente abrigados de Colombia puede alcanzar elevaciones de hasta 900 msnm. La temperatura y precipitación son los factores más importantes para el desarrollo óptimo de las plantas de cacao. Las plantas reaccionan en forma muy sensible a la cantidad de agua en el suelo y son susceptibles a la sequedad. El cultivo requiere lluvias uniformemente repartidas a lo largo del año de un total de 1500-2000-2800mm. Las temperaturas mínimas medias son de 18-21 °C, las máximas de 30-32 °C.

2.2.7.2. Morfología

Dostert, Roque, Cano, La Torre y Weigend (2011). Las hojas son coriáceas (o cartáceas) simples, enteras (o ligera), angostamente ovadas a obovado-elípticas, ligeramente asimétricas, 17-48- 60 cm de largo y 7-10-14 cm de ancho, alternas y glabras o laxamente pubescentes en ambas caras. La base de las hojas es redondeada a ligeramente cordada, ápice largamente apiculado. El pecíolo es de 14-27 mm de largo.

Las hojas de cacao caen o brotan cada 8 semanas, y algunas persisten a 2 brotaciones, cayendo a la tercera brotación. Son llamados caduciformes ya que al llegar a la etapa de maduración caen. También el brote va estar influenciado a la velocidad y a los días de vientos que se presente en los terrenos de cacao.

2.2.7.3. Taxonomía:

Moreno (1965). El cacao pertenece a la familia de las Esterculiáceas, género *Theobroma* L., en el que hay muchas especies, de las que son comerciales principalmente *T. cacao* L., y en menor escala *T. pentágona* (Hall, 13; Abeele, 1).

Mientras que las plantas provenientes de semilla crecen como un solo tallo hasta alcanzar una altura de 1 a 1.50 metros (m) a la edad de unos 14 meses, tiempo en el que se detiene el crecimiento de la yema apical y emergen las ramas laterales en número de 3 a 5. En ambos casos se producen ramas dimórficas, en donde algunas crecen verticalmente hacia arriba (tallo y chupones) y las otras oblicuamente hacia afuera. En general, el árbol de cacao alcanza una altura de 4 a 8 m. existe variedades que llegan hasta los 12 m.

Moreno (1965). Con todo, la altura del árbol depende en mucho de los factores ambientales que influyen en el crecimiento. Los árboles de semilla se comportan de forma distinta, unos de otros ante la fertilización, debido a la segregación genética.

2.2.7.4. Hojas

Moreno (1965). El color varía de verde claro o diversas tonalidades de rojo cuando joven, a verde oscuro cuando viejas, son de limbo simple y entero, lanceoladas a ovaladas, con estípulas conspicuas que se desprenden tempranamente y un pecíolo colgante con un pulvino en la base y otro en la parte superior, que permiten el movimiento de la hoja para regular su actividad fotosintética, de acuerdo con las variaciones de la luz y de la temperatura.

Las brotaciones periódicas de nuevas hojas ocurren a intervalos aproximados de 8 semanas entre uno y otro, generalmente persisten durante dos brotaciones y caen a partir del tercer brote, de manera que normalmente hay hojas de tres edades distintas en cada una de las ramas.



Ilustración 6: Hojas de cacao. **Fuente:** Cultivos de cacao en Perú; citado por Daniel Cañar, 2011.

2.2.7.5. Características edafológicas de los suelos aptos para cacao.

a. Textura, estructura. Profundidad y color del suelo

Este cultivo es exigente en cuanto se refiere a la estructura física del suelo, un volumen de porosidad debe de estar aproximadamente 66 %. Son particularmente propicios para cacao, los suelos aluviales, francos y profundos o bien los suelos meteorizados de roca madre básica.

Los suelos de cacao que bajo el horizonte húmico son de color rojo o rojizo-pardo, son generalmente mejores que los de color pálido, gris o blanco, por cuanto evidentemente están menos lixiviados y por lo tanto deben tener más nutrientes, aun cuando esto no es regla invariable. En cuanto a textura y estructura, requiere de suelos buenos que comprenden desde suelos arcillosos agregados, hasta franco arenosos; que la presencia de grava o arena gruesa en el subsuelo, es un carácter indeseable, a menos que la capa freática esté bastante alta.

Moreno (1965). Afirma también que los suelos arenosos (partículas de 0.2 0.5 mm. de diámetro) son poco recomendables y que los suelos arcillosos son generalmente los mejores, con tal de que sean de estructura agregada (Terrenos pequeños) y estables en condiciones alternantes de humedad y sequía.

El cacao contiene cerca de 300 compuestos volátiles incluyendo esterres, hidrocarbó lactonas, monocarbonilos, piroles, y otros más. Se ha dicho que los importantes componentes de sabor son esterres alifáticos, polifenoles, carbonilos aromáticos insaturados, diketopiperazinas, pirazinas y teobromina. El cacao también contiene cerca de 18% de proteínas (8% digestibles); grasas (manteca de cacao); aminas y alcaloides incluyendo theobromina (0,5 a 2,7%), cafeína (0,25 a 1,43%), tiramina, dopamina, salsolinol, trigonelina, ácido nicotínico y aminoácidos libres; taninos, fosfolípidos, etc.

Fondo Nacional del Cacao (FONCACA O) (1998). En el Theobroma cacao, el componente más importante es el componente graso, el cual es ampliamente usado en la industria chocolatera, farmacéutica y de cosméticos.

2.2.8. Lactobacillus lactis

Parra (2010). El género Lactobacillus (lactis-leche) y bacillus (pequeños bacilos) se caracteriza por presentar células en forma de bacilos largos y extendidos, aunque con frecuencia pueden observarse bacilos cortos o coco-bacilos coryneformes. **Kandler y Weiss, citados por Bergey (1992).**

Parra (2010). Estos bacilos se presentan formados principalmente de cadenas y son no móviles, pero cuando tienen movilidad se debe a la presencia de flagelación peritrica. Son Gram positivos y sólo las células muertas pueden dar resultados variables a la tinción de Gram. Además, no esporulan y algunas cepas presentan cuerpos bipolares que probablemente contengan polifosfato. Los grandes bacilos homofermentativos presentan gránulos internos revelados por tinción de Gram o por tinción con azul de metileno.

FUNDASES (2005). El empleo de microorganismos eficientes o de bacterias eficientes, viene a ser una opción para mejorar la calidad del suelo y evitar el deterioro de los ecosistemas agrícolas

(HIGA, 1997). La aplicación de Microorganismos Eficientes bien utilizados, reduce no sólo la contaminación del microambiente (control de malos olores, moscas, etc.), sino también mejorar la calidad del producto, pues los Microorganismos Eficientes se encuentra constituido por la mezcla de varios microorganismos benéficos (levaduras, actinomicetos, bacterias ácido lácticas y fotosintéticas) que son mutuamente compatibles entre sí y coexisten en un cultivo líquido.

2.2.8.1. Caracteres culturales y de las colonias

Law y Kolstad (1983); citados por Bergey (1992). Las colonias de *Lactobacillus* en medios sólidos son pequeñas (2-5 mm), convexas, suaves, con márgenes enteros, opacas y sin pigmentos. Sólo en algunos casos presentan coloración amarillenta o rojiza. Algunas especies forman colonias rugosas. A diferencia del *Lactobacillus*, son las presentan colonias viscosas. Generalmente no presentan actividad proteolítica ni lipolítica que pueda expresarse mediante halos claros formados en medios sólidos que contengan proteínas o grasas.

Sin embargo, muchas cepas presentan ligera actividad proteolítica debido a proteasas y peptidasas relacionadas a la pared celular o liberadas por ésta, así como una débil actividad lipolítica debido a la acción de lipasas intracelulares.

Parra (2010) Los lactobacilos no desarrollan olores típicos al crecer en medios comunes, pero modifican el sabor de alimentos fermentados, produciendo compuestos volátiles como diacetilo y sus derivados y hasta sulfuro de hidrógeno (H₂S) y aminas en el queso.

Parra (2010). Los lactobacilos son sensibles ante la mayoría de los antibióticos que se encuentran activos contra las bacterias Gram-positivas. Se ha podido estudiar la sensibilidad de los lactobacilos intestinales ante antibióticos empleados como aditivos alimenticios.

2.2.8.2. Hábitat

Venema, Huis y Hugenholtz (1996), Los lactobacilos pueden encontrarse en productos lácteos, quesos, granos, productos cárnicos o de pescado, agua, aguas cloacales, cervezas, vinos, frutas y jugos de frutas, col y otros vegetales fermentados, ensilajes, masas agrias y pulpas aunque también forman parte de la flora normal de la boca, el tracto gastrointestinal y la vagina de muchos animales de temperatura estable, incluyendo al hombre.

Parra (2010). También pueden encontrarse en hábitats secundarios como en los fertilizantes de origen orgánico. Algunas especies individuales se han adaptado a determinados nichos ecológicos, que son de hecho sus hábitats naturales, siendo muy difícil encontrarlos fuera de éstos.

2.2.9. Elementos Trazas

Peierzynski y Bowen (2013). Son elementos que se encuentran normalmente presentes en bajas concentraciones en suelos o plantas. Pueden ser o no esenciales para el crecimiento y desarrollo de plantas.

Cuando se habla de micronutrientes y metales pesados son dos términos que a veces se usan para describir categorías de elementos traza, y no se deben usar porque los micronutrientes implican siempre que los elementos son necesarios para el organismo y muchos elementos traza no son micronutrientes, y respecto a los metales pesados, sólo se consideran aquellos con peso atómico mayor que el hierro (55.8 g/mol), o con una densidad mayor que 5.0 g/cm³ y esto excluiría a muchos elementos traza.

Bowen (1979), explica que en los suelos, los elementos traza más abundantes son el Cr, Zn, Ni y Pb (1-1.500 mg/kg). En menores

concentraciones se encuentran el Co, Cu y As (0,1-250 mg/kg) y con mínimos porcentajes el Cd y Hg (0,01-2 mg/kg), y normalmente se encuentran en solución como cationes Cd^{2+} , Co^{2+} , Cr^{3+} , Cu^{2+} , Hg^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} y Zn^{2+} , o como oxidaciones AsO_4^{3-} , CrO_4^{2-} , MoO_4^{2-} , HSeO_3^- y SeO_4^{2-} .

Los elementos traza se divide en dos grupos según su actividad biológica:

a) Oligoelementos o micronutrientes

Peierzynski y Bowen (2013). Describe que los oligoelementos o micronutrientes son requeridos por plantas o animales en pequeñas cantidades, o cantidades traza, y son necesarios para que los organismos completen su ciclo vital. En general, pasado el rango aceptable, se vuelven tóxicos. Dentro de este grupo están: As, B, Co, Cr, Cu, Mo, Mn, Ni, Se y Zn.

b) Elementos sin función biológica conocida

Peierzynski y Bowen (2013), describen que cuya presencia en determinadas cantidades en seres vivos lleva aparejadas disfunciones en el funcionamiento de sus organismos. Resultan altamente tóxicos y presentan la propiedad de acumularse en los organismos vivos. Son, principalmente: Ba, Bi, Cd, Hg, Pb, Sb y Tl.

2.2.10. Partes por millón

Unidad de medida de concentración. Se refiere a la cantidad de unidades de la sustancia (agente, etc.) que hay por cada millón de unidades del conjunto.

Ppm significa partes por millón, es decir, los mg (miligramos) que hay en un kg de disolución; como la densidad del agua es 1, 1 kg de solución tiene un volumen de aproximadamente 1 litro, los ppm son también los mg de una sustancia en un litro. De hecho, se podría tomar la siguiente equivalencia:

$$10.000 \text{ ppm} = 1 \%$$

2.2.11. Tipos de Nutrientes de las Plantas

Las plantas necesitan la combinación correcta de nutrientes para vivir, crecer y reproducirse. Cuando sufren de malnutrición, muestran síntomas de falta de salud. Tanto el exceso como la carencia de nutrientes pueden causar problemas.

2.2.11.1. Los Macronutrientes

Son esenciales para las plantas y los animales, elementos que se necesitan en grandes cantidades pero no en exceso. Entre ellos se encuentran el nitrógeno, potasio, azufre, calcio, magnesio y fósforo.

Los macronutrientes se caracterizan por sus concentraciones superiores al 0.1% de la materia seca. Los elementos que se encuentran en mayor concentración son el carbono, el hidrógeno y el oxígeno; los cuales se toman del agua y de la atmósfera. El nitrógeno, el fósforo y el potasio son llamados macronutrientes primarios y es muy frecuente fertilizar con esos nutrientes. Los macronutrientes secundarios son el calcio, el magnesio y el azufre.

CONAMA la **Norma Chilena 2880 (2004)**. Un compost de calidad razonablemente bueno contiene los siguientes valores igual o mayor de N (1 %), P (0.6%) y K (0.8%).

Cuadro 01

Cuadro de Macronutrientes esenciales para la mayoría de las plantas vasculares y concentraciones internas consideradas como adecuadas

Elemento	Símbolo químico	Forma disponible para las plantas	Concentración adecuada en tejido seco, en mg/kg.	Funciones
Hidrógeno	H	H ₂ O	60000	El hidrógeno, necesario para la construcción de los azúcares y para el crecimiento. Procede del aire y del agua.
Carbono	C	CO ₂	450000	El carbono, constituyente principal de las plantas. Se encuentra en el esqueleto de numerosas biomoléculas como el almidón o la celulosa. Se fija por la fotosíntesis, a partir del dióxido de carbono procedente del aire, para formar hidratos de carbono que sirven de almacenamiento de energía para la planta.
Oxígeno	O	O ₂ H ₂ O, CO ₂	450000	El oxígeno, necesario para la respiración celular y son mecanismos de producción de energía de las células. Se encuentra en numerosos componentes celulares. Procede del aire.
Nitrógeno	N	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺	15000	El nitrógeno, componente de los aminoácidos, de los ácidos nucleicos, de los nucleótidos, de la clorofila, y de las coenzimas.
Potasio	K	K ⁺	10000	El potasio se requiere en la ósmosis y el equilibrio iónico, así como en la apertura y el cierre de los estomas; activa numerosas enzimas.
Calcio	Ca	Ca ²⁺	5000	El calcio, componente de la pared celular; cofactor de enzimas; interviene en la permeabilidad de las membranas celulares; componiendo la calmodulina, regulador de actividades enzimáticas y también de las membranas.
Magnesio	Mg	Mg ²⁺	2000	El magnesio es el componente central de la molécula de clorofila; es activador de numerosas enzimas.
Fósforo	P	H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ²⁻	2000	El fósforo se encuentra en los compuestos fosfatados que transportan energía (ATP, ADP), los ácidos nucleicos varias coenzimas y los fosfolípidos.
Azufre	S	SO ₄ ²⁻	1000	El azufre forma parte de algunos aminoácidos (cisteína, metionina), así como de la coenzima A

Fuente: (Peierzynski, Bowen, 2013).

2.2.11.2. Los Micronutrientes

Son aquellos elementos que las plantas necesitan en pequeñas cantidades (en ocasiones cantidades traza), como hierro, boro, manganeso, zinc, cobre, cloro y molibdeno. Tanto macronutrientes como micronutrientes son obtenidos de manera natural del suelo.

Las raíces de las plantas requieren ciertas condiciones para obtener estos nutrientes del suelo.

1. **En primer lugar**, el suelo debe estar suficientemente húmedo para permitir que las raíces absorban y transporten los nutrientes. En ocasiones, corregir una estrategia de riego incorrecta, elimina los síntomas de deficiencia de nutrientes.
2. **En segundo lugar**, el pH del suelo debe estar entre cierto rango para que los nutrientes sean liberables a partir de las partículas del suelo.
3. **En Tercer lugar**, la temperatura del suelo debe encontrarse en un cierto rango para que ocurra la ingesta de nutrientes. **Peierzynski y Bowen (2013).**

Los micronutrientes llamados también oligoelementos no sobrepasan el 0.01% de la materia seca. Son el cloro, el hierro, el boro, el manganeso, el zinc, el cobre, el níquel y el molibdeno. Todos los mencionados cumplen en todas las especies vegetales con los criterios de esencialidad mencionados anteriormente. Existen otros elementos benéficos que pueden ser esenciales para algunos cultivos; tales como el sodio, el silicio o el cobalto.

Cuadro 02

Cuadro de Micronutrientes esenciales para la mayoría de las plantas vasculares y concentraciones internas consideradas como adecuada

Elemento	Símbolo químico	Forma disponible para las plantas	Concentración adecuada en tejido seco, en mg/kg	Funciones
Cloro	Cl	CL ⁻	100	El cloro se produce en la ósmosis y el equilibrio iónico; probablemente indispensable para las reacciones fotosintéticas que producen el oxígeno. El hierro, necesario para la síntesis de la clorofila; componente de los citocromos y de la nitrogenasa. El boro interviene en la utilización del Calcio, la síntesis de los ácidos nucleicos, la polinización y la integridad de las membranas. El manganeso es activador de algunas enzimas; necesario para la integridad de la membrana cloroplástica y para la liberación de oxígeno en la fotosíntesis. El zinc es el activador o componente de numerosos enzimas. El cobre, activador o componente de algunas enzimas que se producen en las oxidaciones y las reducciones. El níquel forma la parte esencial de una enzima ureasa que funciona en el metabolismo. El molibdeno es necesario para la fijación del nitrógeno y en la reducción de los nitratos.
Hierro	Fe	Fe ³⁺ , Fe ²⁺	100	
Boro	B	H ₃ BO ₃	20	
Manganeso	Mn	Mn ²⁺	50	
Zinc	Zn	Zn ²⁺	20	
Cobre	Cu	Cu ⁺ , Cu ²⁺	6	
Níquel	Ni	Ni ²⁺	-	
Molibdeno	Mo	MoO ₄ ²⁻	0,1	

Fuente: Peierzynski y Bowen (2013).

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Sistemas de compostaje

a) Sistemas abiertos

Sistemas tradicionales, donde los sustratos a compostar se disponen en las rumas para que pueden estar al aire libre o cubiertas. Entre ellos están:

- **Apilamiento Estático.**

1. Con aireación por succión. Sin volteos; es el que necesita mayor tiempo de fermentación suficiente para proveer de una concentración de oxígeno de 15 % a un compost compuesto de lodo de depuradora y de virutas de madera.
2. Con aire espirado en conjunción con el control de la temperatura.
3. Ventilación alterna y control de temperatura.

- **Apilamiento con volteo.**

- 1) Volteos en función de la temperatura y la humedad el cual permite diseñar rumas de mayor altura. Apilamiento con ventilación forzada. Sistema mecánico de ventilación por tuberías o canales.

b) Sistemas cerrados

Son aquellos sistemas utilizados continuamente para el tratamiento de desechos sólidos Municipales de tamaño medio o grande, diseñados para reducir el área y tiempo de compostaje y hacer un mejor control de los

parámetros del proceso. Sin embargo sus costos son elevados. Entre ellos están:

- **Reactores verticales**

- A. Continuos.-** Con alturas de 4 a 10 m donde el material compostable se encuentra en masa única. Este sistema controla temperatura, aireación y características de los gases. El tiempo de compostaje viene a ser corto (dos semanas).

- B. Discontinuos.-** Reactores divididos en varios niveles, de 2 a 3 m de altura, donde la masa se voltea en la parte superior descendiendo al siguiente nivel según su madurez. El tiempo de fermentación es de una semana.

- **Reactores horizontales.**

- A. Estáticos.-** Tiempo de compostaje de 15 a 30 días. El producto requiere un compostaje posterior.

- B. Dinámico.-** Cilindro de 2 a 3 m de diámetro y con giros de 2 a 3 rpm., donde los residuos permanecen en el reactor de 24 a 36 horas.

El material es compostado posteriormente en pilas o reactores. **(Vargas y Isabel, 2015).**

2.3.2. Análisis proximal

Osborne y Voogt (1978). Detallan que dentro de este análisis se aplica en primer lugar materiales únicamente para formular una dieta como fuente de proteína o de energía y a los alimentos terminados; siendo como un control para verificar el cumplimiento con las especificaciones o requerimientos establecidos durante la formulación. El análisis proximal

indica el contenido de humedad, proteína cruda (nitrógeno total), fibra cruda, lípidos crudos, ceniza y extracto libre de nitrógeno en la muestra.

a. Humedad

Cockerell et al., (1971). Recomendán que durante el balanceo de la ración, lo ideal es conocer el contenido de agua en cada uno de los elementos que la compondrán; así mismo, es importante vigilar el contenido de humedad en el alimento preparado, ya que niveles superiores al 8% favorecen la presencia de insectos y arriba del 14%, existe el riesgo de contaminación por hongos y bacterias. El método se basa en el secado de una muestra en un horno y su determinación por diferencia de peso entre el material seco y húmedo.

Aparatos:

- Horno de secado.
- Desecadores.

Procedimiento:

Pesar alrededor de 5–10 g de la muestra previamente molida.

Colocar la muestra en un horno a 105°C por un mínimo de 12 h.

Dejar enfriar la muestra en un desecador.

Pesar nuevamente cuidando de que el material no este expuesto al medio ambiente.

Cálculos:

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = 100(((B-A) - (C-A))/(B-A))$$

Donde:

A = Peso de la charolilla seca y limpia (g)

B = Peso de la charolilla + muestra húmeda (g)

C = Peso de la charolilla + muestra seca (g)

b. Ceniza

Se emplea para determinar el contenido de ceniza en los alimentos o sus ingredientes mediante la calcinación. Se considera como el contenido de minerales totales o material inorgánico en la muestra. Producto de la combustión de algún material, formado por sustancias inorgánicas no combustibles, como sales minerales. Parte queda como residuo en forma de polvo depositado en el lugar donde se ha quemado el combustible (madera, basura, etc.) y parte puede ser expulsada al aire como parte del humo.

Materiales y equipo:

- Crisoles de porcelana.
- Mufla.
- Desecador.

Procedimiento:

1. En un crisol de porcelana que previamente se calcinó y se llevó a peso constante, coloque de 2.5 a 5g de muestra seca.
2. Coloque el crisol en una mufla y calcínelo a 550°C por 12 horas, deje enfriar y páselo a un desecador.
3. Cuidadosamente pesar nuevamente el crisol con el contenido de la ceniza.

Cálculos:

$$\text{Contenido de ceniza (\%)} = 100((A - B)/C)$$

A = Peso del crisol con muestra (g)

B = Peso del crisol con ceniza (g)

C = Peso de la muestra (g)

2.3.3. Factores que condicionan el proceso de compostaje

Alvarado y Angela (2015). Los factores que interviene en el proceso de compostaje, según **Climent et al.,(1996)**, están ligadas a los parámetros como la naturaleza de los desechos orgánicos y/o con sus condiciones de desarrollo de la población microbiana. La población microbiana afecta el proceso porque durante la transformación de la materia orgánica los microorganismos requieren condiciones ambientales óptimas en cada una de sus fases.

Cuadro 03.

Cuadro de Condiciones ideales para el compostaje

CONDICIÓN	RANGO ACEPTABLE	CONDICIÓN OPTIMA
Relación C:N	20:1 – 40:1	25:1 – 30:1
Humedad	40 -65%	50 – 60 %
oxigeno	> 5%	8%
PH	5.5 -9.0	6.5 – 8.0
Temperatura °C	55 - 75	65 - 70
Tamaño de partícula	0.5 – 1.0	variable

Fuente: Rynk, 1992; citado por Soto, 2003

a) Naturaleza del sustrato

(Alvarado y Angela, 2015). Los principales residuos biodegradables que se incluyen en el proceso de compostaje son de origen agrícola, de naturaleza animal como vegetal. Incluyen los desechos líquidos también, tales como residuos sólidos urbanos (RSU) y desechos del tratamiento de aguas residuales, industriales como los desechos de madera, agroindustriales como los residuos azucareros, vinícolas, cafeteros etc.

b) Tamaño de las partículas

Alvarado y Angela (2015). La mayoría de los residuos son de forma irregular y con poca superficie específica por lo cual es importante reducir el tamaño de estos, esto incrementa la velocidad de las reacciones bioquímicas, favoreciendo a la actividad microbiana. Se aconseja un tamaño adecuado de partículas de 1 - 5 cm., de diámetro. El exceso de partículas pequeñas puede llevar fácilmente a favorecer la putrefacción, siendo no ideal para la producción de compost.

c) Acción de los metales pesados

Corbitt (2003). La existencia de metales pesados en el compost puede aumentar su concentración en las cosechas y ser tóxicos para los seres humanos.

Los elementos de alta preocupación para la salud de los seres humanos son el cadmio, plomo, arsénico, selenio y mercurio. En general un compost de buena calidad y apto para su aplicación en la agricultura presenta los siguiente límites máximos admitidos en relación con los elementos pesados **(Labrador, 2001):** Cadmio 10 ppm (mg/kg), Cobre 450

ppm (mg/kg), Níquel 120 ppm (mg/kg), Plomo 300 ppm (mg/kg), Zinc 1.100 ppm (mg/kg), Mercurio 7 ppm (mg/kg) y Cromo 400 ppm (mg/kg).

d) Contenido de humedad

Henao (1996). El agua es uno de los factores más importantes en el proceso de compostaje. Si su contenido es muy bajo, se detiene la actividad microbiológica del proceso; y si es muy alto se dan condiciones anóxicas porque el agua desplaza al aire de los espacios libres existentes.

Soto (2003) menciona que altos niveles de humedad pueden provocar una pérdida de nitrógeno en exceso, favoreciendo a la desnitrificación. El contenido de humedad óptimo del proceso de compostaje deberá estar entre el 50 y 60% en peso.

e) Relación Carbono 1 Nitrógeno (C/N)

Avendaño; Sztern y Pravia (1999). La relación C/N, expresa las unidades de Carbono por unidades de Nitrógeno que contiene un material.

El Carbono es una fuente de energía para los microorganismos y el Nitrógeno es un elemento necesario para la síntesis proteica.

Una relación adecuada entre estos dos nutrientes, favorece un buen crecimiento y reproducción. La proporción C/N es considerada crítica en la determinación del grado de descomposición y debe ser establecida con base al carbono disponible.

En general, una relación de 30:1 es considerada ideal, pues altas proporciones tienden a retardar el proceso de descomposición, mientras que proporciones menores a 25:1 pueden provocar problemas de olores.

Sanchez (2015). Cuando el nitrógeno se encuentra en exceso, este se pierde como amoníaco gaseoso causando indeseables olores en el mismo compost, esto se debe a la producción de cadaverina y putrescina causantes de este fenómeno por desaminación, en caso de haber poco nitrógeno se reduce la población microbiana y al mismo tiempo la velocidad de compostaje. La ruma de compost debe poseer suficiente espacio vacío para el adecuado movimiento libre del aire; el ingreso del oxígeno que viene de la atmósfera y la liberación del dióxido de carbono y otros gases. En algunas operaciones de compost, el aire puede ser inyectado mecánicamente o empujado hacia las pilas para mantener adecuados niveles de oxígeno.

2.3.4. Residuos orgánicos

Son restos de materiales resultantes de la elaboración de comidas, así como sus restos vegetales y animales (huesos, verduras, frutas, cáscaras). Se descomponen rápidamente, con fuertes olores, y son fuente de proliferación bacteriana. Atraen a roedores, insectos y también a los animales domésticos (gatos, perros, etc.) que, además de romper las bolsas contenedoras, son vectores de enfermedades.



Ilustración 7: Hojas de Cacao. **Fuente:** Cultivos de cacao en Perú; citado por Daniel Cañar, 2011.

2.3.5. Materia Orgánica

Es aquella que se encuentra formada por moléculas orgánicas resultantes de los seres vivos y la podemos hallar en las raíces, en los animales, en los organismos muertos y en los restos de alimentos.



Ilustración 8: Materia Orgánica. **Fuente:** Materia Orgánica - DISA-soluciones Ecoeficientes; citado por DISA, Marzo 22, 2017.

2.3.6. Humus

Sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos por organismos y microorganismos benéficos (hongos y bacterias). Se caracteriza por su color negruzco debido a la gran cantidad de carbono que contiene.

Se encuentra principalmente en las partes altas de los suelos con actividad orgánica. Los elementos orgánicos que componen el humus son muy estables, es decir, su grado de descomposición es tan elevado que ya no se descomponen más y no sufren transformaciones considerables.



Ilustración 9: Humus. *Fuente: Humus- DISA-soluciones Ecoeficientes; citado por DISA, Marzo 22, 2017.*

BUENO Y DIAZ (2008). El compost en materia orgánica es fundamental, pues se considera como el principal factor para determinar su calidad agronómica.

Durante el compostaje la materia orgánica tiende a descender debido a su mineralización y a la consiguiente pérdida de carbono en forma de anhídrido carbónico; estas pérdidas pueden llegar a representar casi el

20% en peso de la masa compostada. Este descenso en materia orgánica transcurre en dos etapas fundamentalmente. En la primera etapa se produce una disminución de los carbohidratos, transformándose las cadenas carbonadas largas en otras más cortas con la producción de compuestos simples; algunos de los cuales se reagrupan para integrar moléculas complejas formando a los compuestos húmicos. En la segunda etapa, una vez consumidos los compuestos lábiles, otros materiales más resistentes como las ligninas se van degradando lentamente y/o transformando en compuestos húmicos.

2.3.7. Microorganismo Eficaces (EM)

(Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú, Capacítate Perú (APROLAB). EM, es una abreviación de Effective Microorganisms (Microorganismos Eficaces), EM es una combinación de varios microorganismos benéficos. La tecnología EM, fue desarrollada por Teruo Higa, profesor de horticultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón. A comienzos de los años sesenta, el profesor Higa comenzó la búsqueda de una solución que reemplazara los fertilizantes y pesticidas sintéticos. Los EM fueron popularizados después de la segunda guerra mundial para la producción de alimentos en el mundo entero. También el EM es utilizado como un acondicionador de suelos.

Hoy en día los Microorganismos Eficientes son utilizados no solo para producir alimentos de altísima calidad, libres de agroquímicos; sino también para el manejo y tratamiento de desechos sólidos y líquidos generados por la producción agropecuaria, la industria de procesamiento de alimentos, fábricas de papel, mataderos y municipalidades entre otros. Los Microorganismos Eficientes son usados en los 5 continentes, cubre más de 120 países.

2.3.8. Principales Microorganismos Eficientes y su acción

A. Bacterias fotosintéticas (*Rhodopseudomonas* spp)

(Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú et al., 2007). Las bacterias fotosintéticas o fototrópicas son un grupo de microorganismos independientes y autosuficientes. Estas bacterias sintetizan sustancias útiles a partir de las secreciones de las raíces, materia orgánica y/o gases nocivos (sulfuro de hidrógeno), usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía.

B. Bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus* spp)

(Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú et al., 2007). Las bacterias ácido lácticas producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos desarrollados por bacterias fotosintéticas y levaduras. Desde tiempos antiguos, muchos alimentos y bebidas como el yogurt y los pepinillos son producidos usando bacterias ácidos lácticos.

Las bacterias ácido lácticas tienen la habilidad de suprimir microorganismos causantes de enfermedades como *Fusarium*, microorganismos que aparecen en sistemas de producción continua. Bajo circunstancias normales, las especies como *Fusarium* debilita a las plantas cultivadas, exponiéndolas a enfermedades y a poblaciones crecientes de plagas como los nemátodos. El uso de bacterias ácido lácticas reduce las poblaciones de nemátodos y controla la propagación y diseminación de *Fusarium*, mejorando así el medio ambiente para el crecimiento de cultivos.

C. Levaduras (*Saccharomyces* spp)

Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú et al., (2007). Las levaduras sintetizan sustancias antimicrobiales y otras sustancias útiles para el crecimiento de las plantas, a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fotosintéticas, la materia orgánica y las raíces de las plantas.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. Hipótesis General.

- El Lactobacillus lactis influye en el contenido de nutrientes y el menor tiempo para la producción de compost a partir de la hoja de cacao.
- El Lactobacillus lactis no influye en el contenido de nutrientes y el menor tiempo para la producción de compost a partir de la hoja de cacao.

2.4.2. Hipótesis Específico

- Los valores de los parámetro Físicos intervienen, durante el tiempo de producción de compost a partir de hojas de cacao (Theobroma cacao L.) con Lactobacillus lactis.
- El Lactobacillus lactis influye en el valor de tiempo para la producción del compost a partir de hojas caídas de cacao (Theobroma cacao L.)

- *Lactobacillus lactis* influye en la cantidad de compost obtenido a partir de las hojas de cacao (Theobroma cacao L.).
- El Lactobacillus lactis influye en el contenido de nutrientes para el compost a partir de hoja de cacao (Theobroma cacao L.)

2.5. VARIABLES

2.5.1. Variable dependiente

- Producción de compost

2.5.2. Variable independiente

- Eficiencia de Lactobacillus lactis

2.6. Operacionalización de Variables (Dimensiones e Indicadores)

TITULO: EFICIENCIA DE Lactobacillus lactis EN LA PRODUCCIÓN DE COMPOST APARTIR DE HOJAS DE CACAO (Theobroma cacao L.) EN LA LOCALIDAD DE PUERTO NUEVO, DISTRITO DE PADRE FELIPE LUYANDO, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO. MARZO-MAYO DE 2018.

Cuadro 04: Cuadro de Operacionalización de variables

VARIABLE		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INTRUMENTOS ITEMS
IN DE PE ND IE NT E	Eficiencia de <u>Lactobacillus Lactis</u>	<u>Lactobacillus lactis</u> : del género lactis que significa leche y bacillus que significa pequeños bacilos. Se caracteriza por presentar células en forma de bacilos largos y extendidos, aunque con frecuencia pueden observarse bacilos cortos o coco-bacilos coryneformes. Los lactobacilos pueden encontrarse en productos lácteos, quesos, granos, productos cárnicos o de pescado, agua, aguas cloacales, cervezas, vinos, frutas y jugos de frutas, col y otros vegetales fermentados, ensilajes, masas agrias y pulpas. Parra, (2010).	Contribuyen de manera sustancial a la descomposición de los residuos. Cuando aumenta la temperatura de las rumas o pilas, hace que el <u>Lactobacillus Lactis</u> . Como inoculante microbiano, reestablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementando la producción de los cultivos y su protección; además conserva los recursos naturales, generando una agricultura sostenible. Las bacterias ácido lácticas tienen la habilidad de suprimir microorganismos causantes de enfermedades como Fusarium. Bajo circunstancias normales, las especies como Fusarium debilitan las plantas cultivadas, exponiéndolas a enfermedades y a poblaciones crecientes de plagas como los nemátodos. El uso de bacterias ácido lácticas reduce las poblaciones de nemátodos y controla la propagación y diseminación de Fusarium, mejorando así el medio ambiente para el crecimiento de cultivos. Parra, (2010).	Parámetros físicos de degradación	Nivel de Temperatura	%	Termómetro
					Nivel de PH	Acidez y alcalinidad	PH-metro
					Nivel de Humedad	%	Termómetro impermeable para compost
				Parámetros de tiempo	Tiempo de degradación de la materia orgánica	días	días
DE PE ND IE NT E	Producción de Compost	El compost: es un abono orgánico, que se produce cuando los materiales de origen vegetal o animal se biodegradan o pudren por la acción de millones de bacterias, hongos y otros microorganismos. Estos materiales se llaman orgánicos. Se obtiene por la descomposición o desechos de plantas y animales que son transformados en una masa homogénea de estructura grumosa, rica en humus y en microorganismos. Mejía y Palencia (2002)	El compost con <u>Lactobacillus lactis</u> mejora las propiedades físicas y químicas del suelo. Aumenta el contenido en macronutrientes N, P,K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos. Mejora la actividad biológica del suelo. Mejora su fertilidad del suelo. Mejía y Palencia (2002)	Abono obtenido	kg de peso tamizado	Kg	Balanza romana
				Parámetros inorgánicos	% de cenizas en base seca	%	Laboratorio
					% de materia orgánica en base seca	%	Laboratorio
					% de materia seca	%	Laboratorio
				Incremento de Macronutrientes y Micronutrientes	% N	%	Laboratorio
					%P2P5	%	Laboratorio
					% Ca	%	Laboratorio
					% Mg	%	Laboratorio
					% K	%	Laboratorio
					% Na	%	Laboratorio
					Cu	ppm	Laboratorio
					Fe	ppm	Laboratorio
					Zn	ppm	Laboratorio
					Mn	ppm	Laboratorio
					Cd	ppm	Laboratorio
					Pb	ppm	Laboratorio

CAPITULO III METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3. Tipo de Investigación

3.1 Investigación de acuerdo:

- a. **A la orientación:** viene a ser Aplicada, porque se recopiló información básica de otras investigaciones y a la vez para convertirse en información para futuras investigaciones, el trabajo de investigación aporta alternativas de solución a los problemas prácticos en el tratamiento de residuos vegetales que se generan en los cultivos de cacao.
- b. **A la orientación:** es Explicativa, todos los datos obtenidos a través de los fenómenos condicionados durante el tiempo de experimentación, son interpretados en los resultados con gráficos, cuadros y otros elaborados.

3.1.1 Enfoque

El enfoque es Mixto, debido a que combina componentes cualitativos y cuantitativos en el proyecto de investigación. Este enfoque se desarrolla a partir de dos variables correlacionados, complementándose en la práctica. Mezcla trabajo en equipo de datos, teorías, disciplinas, diseños, métodos, etc. La recolección y análisis de información se realizan mediante datos cuantitativos y cualitativos. **Hernández (2016)**. En el presente trabajo se aplicó un enfoque cuantitativo porque se va midió la cantidad de nutrientes a través de un análisis de compost en un laboratorio certificado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Y es cualitativo porque se evaluó las características físicas y químicas del compost producidas en menor tiempo por el Lactobacillus lactis en las hojas de cacao (Theobroma cacao L.). Se utilizó la recolección de datos, basados en la medición numérica y cálculos estadísticos para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

3.1.2 Alcance o nivel

El trabajo de investigación es de alcance explicativo debido a que se analizó la variable independiente, analizando si es eficiente o no utilizar el Lactobacillus lactis, en la producción de compost a partir de hojas de cacao (Theobroma cacao L.) en la localidad de Puerto nuevo, distrito de Padre Felipe Luyando, provincia de Leoncio prado, departamento de Huánuco, marzo - mayo 2018.

3.1.3 Diseño

El diseño estadístico utilizado fue ANOVA, completamente aleatorizado, con desigual número de unidades por tratamiento. Esto se debe a que Muchas veces no es posible tener igual número de repeticiones para todos los tratamientos, hecho que suele ocurrir con relativa frecuencia, cuando el material experimental puede que no alcance por igual para todos los tratamientos. **Calzada B (1970).**

En nuestro caso la cantidad de hojas de cacao requeridas no fue suficiente para cubrir el total de las repeticiones, motivo por el cual el testigo no tiene la cantidad de repeticiones que el tratamiento con Lactobacillus lactis.

A. Esquema del diseño del Análisis de Variancia con Desigual Número de Unidades.

Cuadro 05**Cuadro de Número y Tamaño de Muestras.**

Fuente de variedad	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios CM
Entre Muestras (*)	(t-1)	$\sum \frac{C_i^2}{K_i} - \frac{(\sum X)^2}{n}$ SC de Trats	(SC de trts)/(t-1)=CM de Trats
Dentro De La Muestra	(ri -1)+(rj -1)	$\sum X^2 - \sum \frac{C_i^2}{K_i}$ =SC de Error	(SC de Error)/ (r-1)= CM de Error
Total	(ri-1)+(rj)	$\sum X_{ij}^2 - \frac{x^2}{\sum K_i} = SC$ Total	

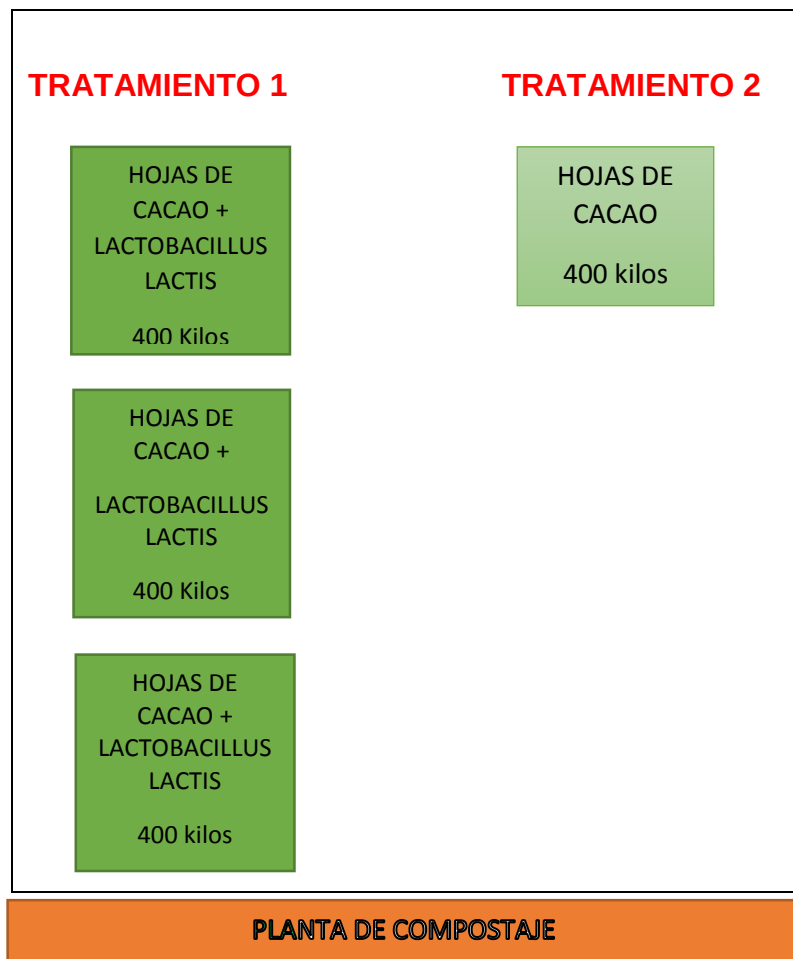
Fuente: Análisis de Varianza (ANOVA).

<u>FUENTES DE VARIACION</u>	<u>G. L</u>		
Entre muestras	(m – 1)	(2-1)	(1)
Dentro de muestras	(ri -1) + (rj -1)	(2 + 0)	(2)

TOTAL	(ri - 2) + (rj +1)	(2 + 1)	(3)

B. Croquis del Campo Experimental con Desigual Número de Unidades.

Distribución de todos los tratamientos de las rumas o camas:



3.2 Población y Muestra

La investigación no consideró la población de personas, motivo por el cual no se considera fórmulas para cálculo de población. Pero si con la cantidad de residuos de hojas de cacao.

El cual se encuentra ubicado en la localidad de Puerto Nuevo, cuya Coordenadas UTM en el sistema WGS-84 son:

Norte : 8986676.0617
Este: : 389677.6010
Altitud : 622 msnm

Cuadro 06

Cuadro de Coordenadas del lugar de ejecución del proyecto.

VERTICE	NORTE	ESTE	ALTITUD
A	8986676.062	389677.601	622
1	8986682.441	389677.406	622
2	8986675.925	389683.9147	622
3	8986670.487	389678.6363	622
4	8986675.885	389670.7781	622

Fuente: datos tomados en campo con el GPS.

3.2.1 Población de hojas caídas secas de cacao.

Residuos forestales de cacao utilizados fueron de 1600 kilogramos aproximadamente, residuos generados en el cultivo de cacao de una plantación con 10 años de establecimiento en la localidad de Puerto Nuevo.

3.2.2 Muestra

Conformado por 400 kilogramos de residuos de cacao para cada ruma incluyendo al testigo, obtenidos dentro de la zona de cultivo cacao en el localidad de Puerto Nuevo.

3.2.3 Tamaño de muestra

El tamaño de las muestras utilizadas fue 3 muestras; en mismas cantidades incluyendo 1 testigos como se muestra en el cuadro que adjunto.

Cuadro 07

Cuadro de Número y Tamaño de Muestras.

TRATAMIENTO	CLAVE	NUMERO DE MUESTRAS	TAMAÑO DE MUESTRA (KG)
1	T1	3	1200
2	T2	1	400
TOTAL		4	1600 kilos

Fuente: datos tomados en campo.

Cuadro 08

Cuadro de Número y Tamaño y Distribución de Muestras.

TRATAMIENTO	PESO DE MUESTRAS		
	T 1	T2	T3
T1			
Hojas de cacao			
+	400	400	400
Lactobacillus			
lactis			
T2			
Hojas de cacao	400		

Fuente: datos tomados en campo.

3.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.3.1 Recolección de Datos - Trabajo en Campo

La recolección de datos fue en cada aireación (volteo) de las rumas para garantizar la homogeneidad en los parámetros físicos del compost. Lo que se monitoreó durante el compostaje fueron los parámetros: pH, temperatura y la humedad para medir la eficiencia de la bacteria en producto final (compost), y obtener resultados graficados.

A. Medición de temperatura

Para medir la temperatura del compost se utilizó un termo higrómetro digital, que se colocó en el medio de la planta de compostaje.



FOTOGRAFÍA 01: Medición de la Temperatura de cada Ruma o Cama.

B. Medición de PH

Para medir la PH el compost se utilizó cintas de PH-metro, que se colocó en el medio o parte central de cada ruma.



FOTOGRAFÍA 02: Medición de la Temperatura de cada Ruma o Cama.

C. Días de obtención del compost

Para medir la eficiencia de Lactobacillus lactis en la producción de compost, se determinó el número de días que han transcurrido desde su

instalación de la planta compostera hasta la fase de maduración para la obtención del producto final (compost).

D. Peso del compost

Al finalizar el trabajo de investigación, se cuantificó el peso final tamizado del compost obtenido con la bacteria eficiente.

E. Humedad

La humedad se midió con un termómetro-higrómetro, junto con los otros parámetros.

F. Contenido nutricional

Se determinó el contenido nutricional del compost, al momento de concluir el proceso de compostaje (en la fase de maduración), es decir cuando se obtuvo el producto final tamizado; para esto se tomó una muestra de 1 kilo y se envió al laboratorio de análisis de suelos de la facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para la determinación del contenido de los elementos N total (%), p (ppm), k (%), materia orgánica (%), y los metales pesados como cadmio y plomo.

3.3.2 Etapas de la investigación

— Selección de material para el compost

El material a compostar para cada ruma fue de 400 kilos de hojas de cacao caídas, incluyendo al testigo.

— Construcción de las rumas

Para la construcción de las rumas se siguió los siguientes pasos o etapas:

a. Primera etapa: Recojo y Recepción

Los residuos del cacao (Theobroma cacao L.) especialmente las hojas fueron recogidos y recolectados de los terrenos de cultivo de cacao (recolección en la fuente), luego fueron llevados a la planta de compostaje construido en el mismo terreno de la localidad de puerto nuevo, cuya propiedad es de mi papá.



FOTOGRAFÍA 03: Recojo y Recepción de Hojas Secas Caídas de Cacao.



FOTOGRAFÍA 04: Recojo y Recepción de Hojas Secas Caídas de Cacao.

b. Segunda etapa: Pesado

Los residuos del cacao (Theobroma cacao L.) especialmente las hojas fueron pesados en la planta de compostaje con costales y una balanza romana.



FOTOGRAFÍA 05: Pesado y Mojado de Hojas Secas Caídas de Cacao.



FOTOGRAFÍA 06: *Pesado y Mojado de Hojas Secas Caídas de Cacao.*

c. Tercera etapa: Apertura de los costales

Luego de pesar los sacos de hojas secas de cacao (Theobroma cacao L.). Se procedió a vaciar las hojas secas al centro de acopio, para iniciar con el armado de las rumas.

d. Cuarta etapa: Picado y armado de las camas

Las hojas caídas fueron picados en el centro de acopio; este picado se realizó para acelerar aún más la descomposición de los residuos orgánicos, posterior al picado se realiza el armado de las camas.

Se colocó 15 centímetros de hojas húmedas de cacao, luego se humedeció con agua mezclada de Lactobacillus lactis en forma de riego o aspersión; seguido unos 15 centímetros de hojas de cacao, se humedeció con la mezcla realizada de 9 litros de agua + 1 litro Lactobacillus lactis; este procedimiento se repitió hasta formar una ruma en forma de trapecio con la altura de 1 metro. Y posteriormente cubrir con un plástico para que la temperatura aumente.



FOTOGRAFÍA 07: *Picado de Hojas Secas Caídas de Cacao.*

e. Quinta etapa: Aplicación de los microorganismos eficientes

Una vez lista las hojas picadas del cacao se le aplicó Lactobacillus lactis 1 litro en 9 litros de agua, para acelerar a la descomposición y también para incrementar la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante. La forma para aplicar las bacterias es con la técnica de aspersión o riego.



FOTOGRAFÍA 08: *Aplicación de Lactobacillus Lactis a las hojas húmedas de Cacao.*

f. Sexta etapa: Volteo de las rumas

Las rumas fueron volteadas (el volteo se realizó dos veces por semana) para seguir descomponiendo los residuos orgánicos con mayor eficiencia y así poder acelerar su degradación. Este volteo se realizó teniendo en consideración la temperatura del lugar, hubo días lluviosos (el volteo fue 1 vez por semana para mantener su temperatura) y días muy calurosos (estos días los volteos fueron interdiarios debido a que la temperatura llegaba a los 50° C en la ruma 2 y 3) y de acuerdo a la humedad, esto con la finalidad de eliminar los dípteros y todas posibles semillas de malas hierbas.



FOTOGRAFÍA 09: Volteo de las Rumas o Camas, el Volteo Dependió de la Temperatura que Tuvieron las Rumas.

g. Séptima etapa: Operado

Luego de la aplicación de Lactobacillus lactis, las rumas o camas quedan para el secado, esto se realiza para en la etapa de maduración, en esta etapa los microorganismos continúan con la descomposición de la materia orgánica, esta fase es de maduración del compost y la humedad llegó entre el 40 y el 60%.



FOTOGRAFÍA 10: Tapado de las Rumas con Plásticos para el aumento de las temperaturas de las rumas



FOTOGRAFÍA 11: Tapado de las Rumas con Plásticos y Hojas de Plátanos, para el aumento de las temperaturas de las rumas

h. Octava etapa: Tamizado

Posterior al secado, en la última semana del tercer mes, el compost ya obtenido se procedió a tamizar cada ruma, con la finalidad de cernir y obtener el compost en partículas finas. Las mallas utilizadas fueron 8 milímetro 6 milímetro y 4 milímetro.



FOTOGRAFÍA 12: *Tamizado de cada Ruma y Pesado Final.*



FOTOGRAFÍA 13: *Tamizado de cada Ruma y Pesado Final.*

i. Novena etapa: Encostalado

Posterior al tamizado se procede al encostalado del compost, con rotulaciones. Esta etapa se realiza en caso de vender el compost.

j. Décima etapa: Almacenado

Los costales quedan listos para ser utilizados como abono orgánico en los terrenos de cultivos de cacao (Theobroma cacao L.). esta etapa se da, en caso de vender el compost.



FOTOGRAFÍA 14: Almacenamiento.

— **Obtención de muestras de compost para análisis**

Para mandar a analizar la muestra se recolectaron submuestras tamizadas de cada ruma, incluyendo al testigo, las muestras fueron de aproximadamente 1 kilogramo, estas muestras fueron enviadas al laboratorio de suelos, agua y ecotoxicología de la **Universidad Nacional Agraria de la Selva** para ser analizar la cantidad de nutrientes.

— **Análisis de nutrientes y de metales pesados del compost**

Se realizó el análisis del contenido de nutrientes y metales pesados de las muestras de compost.

3.3.3. Instrumentos de Recolección de Datos

Para fundamentar los antecedentes y el marco teórico, se utilizó información secundaria, como libros, revistas, boletines técnicos, tesis de grado, el sistema informático (internet), otros materiales documentales, estudios, diagnósticos y proyectos de investigación como tesis, propuestos para ser ejecutados en la zona.

La información primaria fue tomada en el campo experimental mediante observaciones diarias registrando las Temperatura, Humedad y PH como se muestra en el cuadro 09, 10 y 11, de la página 86.

Cuadro 09

Cuadro de Datos de Monitoreo de las Rumas o Camas por mes.

MES DE MARZO							
CAMA O RUMA N° 1							
DIA	HORA	T° AMBIENTE		T° DE LA RUMA	HUMEDAD %	PESO PESO INICIAL	PH
		MÁXIMA	MÍNIMA				
03/03/2018	08:00 a.m.	18.1°C	18.1° C	28 °C	21%	400 KG	4
08/03/2018	10:00 a.m.	25.6°C	25.0° C	30 °C	21%	400 KG	4
13/03/2018	09:00 a.m.	25.2°C	24.0° C	35 °C	25%	400 KG	4
19/03/2018	12:00 p.m.	28.6°C	28.1° C	38 °C	28%	400 KG	5
26/03/2018	11:00 a.m.	28.3°C	28.3° C	45 °C	30%	400 KG	5
31/03/2018	03:00 p.m.	30.5°C	30.3° C	45 °C	33%	400 KG	5

Fuente: datos tomados en campo.

Cuadro 10

MES DE MARZO							
CAMA O RUMA N° 2							
DIA	HORA	T° AMBIENTE		T° DE LA RUMA	HUMEDAD %	PESO PESO INICIAL	PH
		MÁXIMA	MÍNIMA				
03/03/2018	08:00 a.m.	18.1°C	18.1° C	22°C	21%	400 KG	4
08/03/2018	10:00 a.m.	25.6°C	25.0° C	24 °C	21%	400 KG	4
13/03/2018	09:00 a.m.	25.2°C	24.0° C	27 °C	25%	400 KG	4
19/03/2018	12:00 p.m.	28.6°C	28.1° C	30 °C	28%	400 KG	5
26/03/2018	11:00 a.m.	28.3°C	28.3° C	33 °C	30%	400 KG	5
31/03/2018	03:00 p.m.	30.5°C	30.3° C	38 °C	33%	400 KG	5

Fuente: datos tomados en campo.

Cuadro 11

MES DE MARZO							
CAMA O RUMA N° 3							
DIA	HORA	T° AMBIENTE		T° DE LA RUMA	HUMEDAD %	PESO PESO INICIAL	PH
		MÁXIMA	MÍNIMA				
03/03/2018	08:00 a.m.	18.1°C	18.1° C	18 °C	21%	400 KG	4
08/03/2018	10:00 a.m.	25.6°C	25.0° C	20 °C	21%	400 KG	4
13/03/2018	09:00 a.m.	25.2°C	24.0° C	25 °C	25%	400 KG	4
19/03/2018	12:00 p.m.	28.6°C	28.1° C	27°C	28%	400 KG	5
26/03/2018	11:00 a.m.	28.3°C	28.3° C	30°C	30%	400 KG	5
31/03/2018	03:00 p.m.	30.5°C	30.3° C	32 °C	33%	400 KG	5

Fuente: datos tomados en campo.

Estos datos fueron procesados y colocados en matrices de registro de las observaciones para su respectivo procesamiento.

3.4 Técnicas para el Procesamiento y análisis de la información

Los datos fueron tomados durante 90 días, los análisis de laboratorio duraron 25 días, estos análisis de laboratorio fueron realizados por el laboratorio de la universidad Nacional Agraria de la Selva en Tingo María.

Una vez obtenido todos los datos y realizado los análisis, estos datos fueron organizados y procesados en forma manual y digital construyendo tablas, cuadros y gráficos estadísticos. Todos los resultados se encuentran en los resultados y anexos del presente trabajo de investigación.

La información numérica de las muestras obtenida, fueron procesadas estadísticamente, siguiendo el esquema del diseño estadístico del ANOVA; determinar la significancia con el método F, del compost producido con Hojas de cacao + Lactobacillus lactis y el testigo.

3.4.1. Procesamiento de la Información

La información numérica de las muestras obtenidas fue procesada estadísticamente, siguiendo el esquema del diseño estadístico del ANOVA; y determinar la significancia del compost con Lactobacillus lactis y el testigo.

Cuadro 12

Cuadro de Distribución de cada Ruma.

N° Camas	Insumos Materiales	Tratamiento	N° Capas	Combinaciones por capa
1	Hojas de cacao + Lactobacillus Lactis	T1	1	Hojas Húmedas de cacao + Lactobacillus Lactis
			1	Hojas Húmedas de cacao + Lactobacillus Lactis
			1	Hojas Húmedas de cacao + Lactobacillus Lactis
			1	Hojas Húmedas de cacao + Lactobacillus Lactis
			1	Hojas Húmedas de cacao + Lactobacillus Lactis
			1	Hojas Húmedas de cacao + Lactobacillus Lactis
2	Hojas de cacao + Lactobacillus Lactis	T2	1	Hojas Húmedas de cacao + Lactobacillus Lactis
			1	Hojas Húmedas de cacao + Lactobacillus Lactis
			1	Hojas Húmedas de cacao + Lactobacillus Lactis
			1	Hojas Húmedas de cacao + Lactobacillus Lactis
			1	Hojas Húmedas de cacao + Lactobacillus Lactis
			1	Hojas Húmedas de cacao + Lactobacillus Lactis
3	Hojas de cacao + Lactobacillus Lactis	T3	1	Hojas Húmedas de cacao + Lactobacillus Lactis
			1	Hojas Húmedas de cacao + Lactobacillus Lactis
			1	Hojas Húmedas de cacao + Lactobacillus Lactis
			1	Hojas Húmedas de cacao + Lactobacillus Lactis

				+ Lactobacillus Lactis
4	Hojas de cacao	T4	1	Hojas Húmedas de cacao
			1	Hojas Húmedas de cacao
			1	Hojas Húmedas de cacao
			1	Hojas Húmedas de cacao
			1	Hojas Húmedas de cacao

Fuente: datos tomados en campo.

El lugar donde se diseñó la planta de tratamiento, tiene el piso cementado y dentro del área se construyeron las rumas y equidistante una de otra, y encima de cada ruma se colocó el número de tratamiento.

3.4.2. Técnicas de presentación de datos

Los datos que se presentan en la tesis en forma cualitativa y cuantitativa.

Los datos cualitativos para refrendar el marco metodológico fueron seleccionados y extraídos de la revisión de literatura, se presentó en forma resumida y sintetizada, tal como se realizó la parte experimental mediante procedimientos que se registran en la información descriptiva acerca de lugares, etc.

Los datos cuantitativos fueron presentados en el Excel, para ser tabulados en cuadros y matrices, debidamente procesadas para facilitar los análisis estadísticos. También estos datos se presentarán en forma gráfica utilizando el histograma de barras.

3.4.3. Interpretación de datos y resultados.

Los datos numéricos fueron obtenidos en el campo fueron registrados en orden y en forma clara, para la construcción de cuadros estadísticos, promedios generales, y todos los datos que pide ANOVA y sean ilustrados en gráficos.

3.5 Ámbito Geográfico Temporal y Periodo de la Investigación.

3.5.1. Ubicación y Descripción del área de estudio

3.5.1.1 Lugar de ejecución

El presente trabajo se ejecutó en la planta de tratamiento creado por la tesista en la localidad de Puerto Nuevo, ubicado en el distrito Padre Felipe Luyando.

3.5.1.2. Ubicación Política

El proyecto se ejecutó en la localidad de Puerto Nuevo dentro del distrito de Padre Felipe Luyando ubicado al margen derecho del río Huallaga, a 6 Km de la ciudad de Tingo María, por la carretera en la entrada del kilómetro 51. La zona del lugar de estudio limita por:

- **Sector** : Puerto Nuevo
- **Distrito** : Padre Felipe Luyando
- **Provincia** : Leoncio Prado
- **Departamento** : Huánuco

El periodo de trabajo de investigación fue de 3 meses, desde el mes de marzo al mes de mayo del 2018.

3.5.2. Ubicación Geográfica

El lugar donde se realizó el trabajo de tesis posee un área de largo 9 m y de ancho de 5 m aproximadamente, dicha zona de estudio tiene como coordenadas UTM:

Norte: 8986676.0617

Este: 389677.6010

Altitud: 622 msnm

A. Vías de acceso:

Para acceder a la zona es por la carretera Kilómetro 51, el tiempo aproximado es de 30 minutos, normalmente se conoce como la carretera antigua. Y también por el sector llamado Cadenas.



Ilustración 10: Salida y entrada a Kilómetro 51. Lugar por donde se va a Puerto Nuevo. Fuente: Google earth

B. Condiciones climáticas

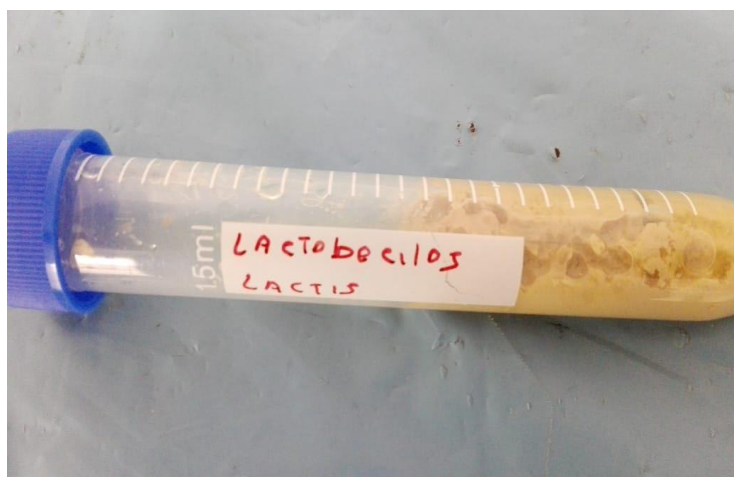
Esta zona se caracteriza por presentar un clima tropical (selva alta), con una temperatura media anual oscilante entre 22 y 26°C alcanzando una temperatura máxima de 35°C y disminuyendo a un mínimo de 17°C.

Presenta una humedad relativa máxima del 88% y una mínima del 74% con una precipitación media anual de 3300 mm.

3.5.3. Materiales utilizados en la investigación

3.5.3.1. Insumos:

- 1600 kilogramos de residuo vegetal de cacao.
- 2 galones de microorganismo eficiente (Lactobacillus lactis) que equivale a 16 litros.



FOTOGRAFÍA 13: *Lactobacillus Lactis*.

3.5.3.2. Materiales de campo:

- 8 costales de 50 kilos
- 2 rastrillos
- 1 par de Guantes por persona
- 2 carretillas
- 3 baldes de 15 litros
- Termómetros
- Cintas de PH
- Balanza romana de 100 kilogramos
- 3 palas

3.5.4. Materiales para la construcción de la planta de compostaje

- 9 palos de bambú de 3 metros
- Plástico de 12 metros de largo y 8 de ancho.
- Rafia

3.5.5. Características del ensayo

El tratamiento se llevó acabo en una planta compostera, de forma rectangular, y tiene tubo las siguientes características:

- Área de cada ruma fue de: 1m x 1m x 1m x 1m
- Área total de cada ruma: 4 metros
- Alto de la ruma: 1 metro
- Camino entre pilas: 1 metro
- Ancho del bloque: $\frac{1}{2}$ metro
- Largo del bloque: $\frac{1}{2}$ metro
- Área total del ensayo: 9 de largo y 5 de ancho.



FOTOGRAFÍA 14: *Planta de Tratamiento de Compost de Hojas de cacao de la Localidad de Puerto Nuevo*

CAPITULO IV

RESULTADOS

Los datos obtenidos registrados en el trabajo de investigación, fueron ordenados, tabulados y analizados de acuerdo a la metodología para el Diseño Completamente aleatorizado (DCA) con desigual número de unidades por tratamiento.

Se consideró en este proceso de investigación evaluar los resultados del compost Tamizado. También se consideró el compost en su primer tamizado, compost que utilizan los agricultores; producto del segundo tamizado compost industrial,; compost que se puede utilizar con valor agregado, añadiéndole ciertos componentes o elementos que incrementen su riqueza nutricional, y el tercer Tamizado, este compost comercial (ventas).

4.1. Resultados de los Parámetros que Intervienen en el Proceso de degradación de la materia orgánica. (Temperatura).

4.1.1. Resultados de temperatura de la Ruma 1 o Cama 1.

a) Resultados de Temperatura.

Cuadro 13

Cuadro de Distribución de Temperatura de la Ruma 01.

Meses	Temperaturas		
	T° Ambiente	T° Tratamiento	T° Testigo
Marzo	26.1	34.83	24.17
Abril	23.8	48.33	33.78
Mayo	24.93	38.50	38.33

Fuente: datos tomados en campo.

Gráfico 01

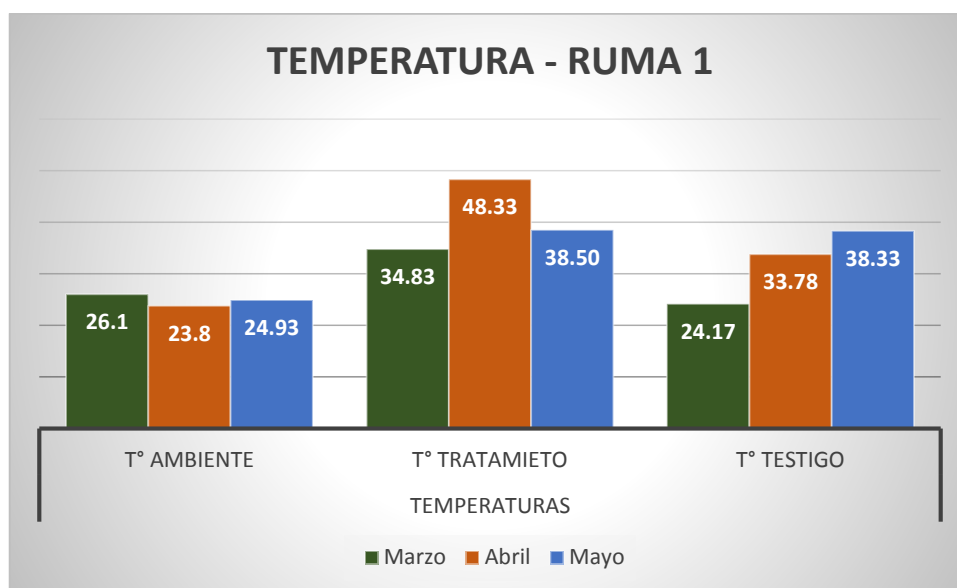


Gráfico de Distribución de Temperatura de la Ruma 01.

En el Gráfico 01, se muestra los valores promedio del resultado de la temperatura durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. Se observa que la Ruma 1 muestra A con Lactobacillus lactis presentó un alto valor de Temperatura en el mes de abril con 48.33 %, a diferencia de la Ruma 2, 3 y el Testigo.

b) Análisis de Varianza de Temperatura. (ANOVA)

Cuadro 14

Cuadro de Análisis de Varianza de la Temperatura.

TRATAMIENTOS	
A	B
34.83	38.78
48.33	
38.50	
121.66	38.78
40.55	38.78

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Gráfico 02

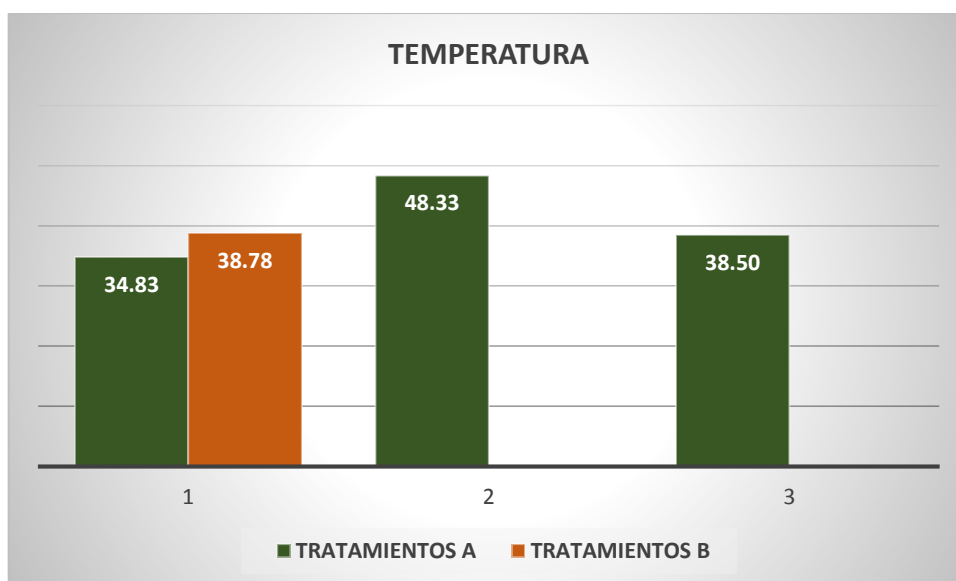


Gráfico de Análisis de Varianza de la Temperatura.

En el (cuadro 14 y Gráfico 02). Se muestra los valores promedio del resultado de la temperatura durante el proceso de degradación de la materia orgánica, donde observamos que la muestra A, que se considera el tratamiento con Lactobacillus lactis, presentó un bajo valor del promedio de las repeticiones con temperatura de 34.83°C; que la obtenido en la muestra B testigo de 38.78°C.

Cuadro 15

Cuadro de Análisis de Varianza de la Temperatura de la Ruma 1.

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	FC	Ft	SIGNIFIC.
Entre muestras	1	2361.346	2361.35	0.479	18.51	NS
Dentro de las muestras	2	9867.437	4933.72			
Total	3	12228.783				

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Realizado el análisis de varianza (cuadro 15), los resultados nos demuestran que no existe diferencias significativas entre las muestras A y B. No existe significancia debido a que no existen diferencias en lo referente

a la temperatura en las dos muestras, hecho que se manifiesta estadísticamente.

4.1.2. Resultados de Temperatura de la Ruma o Cama 2

a. Resultados de Temperatura.

Cuadro 16

Cuadro de Distribución de Temperatura de la Ruma 02.

Meses	Temperaturas		
	T° Ambiente	T° Tratamiento	T° Testigo
Marzo	26.05	29.0	24.17
Abril	20.3	41.7	33.78
Mayo	24.8	47.8	38.33

Fuente: datos tomados en campo.

Gráfico 04

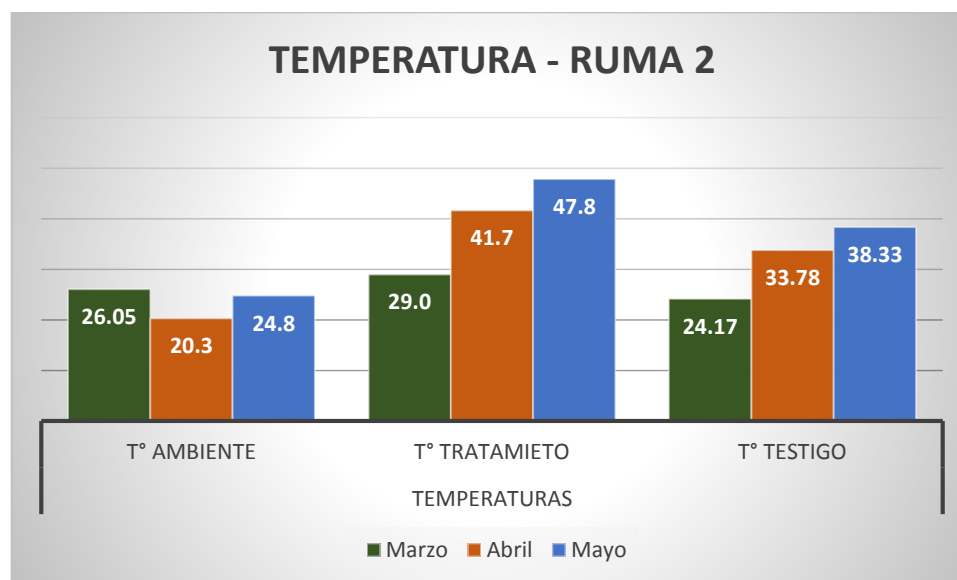


Gráfico de Distribución de Temperatura de la Ruma 02.

En el Gráfico 04, se muestra los valores promedio del resultado de la temperatura durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. Se observó que la Ruma 2 muestra A con Lactobacillus lactis

presentó un alto valor de Temperatura en el mes de mayo con 47,8 %, a diferencia de la Ruma 1, 3 y el Testigo.

b. Análisis de Varianza de Temperatura. (ANOVA)

Cuadro 17

Cuadro de Análisis de Varianza de la Temperatura.

TRATAMIENTOS	
A	B
29.00	33.78
41.67	
47.83	
118.5	33.78
39.50	33.78

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Gráfico 05

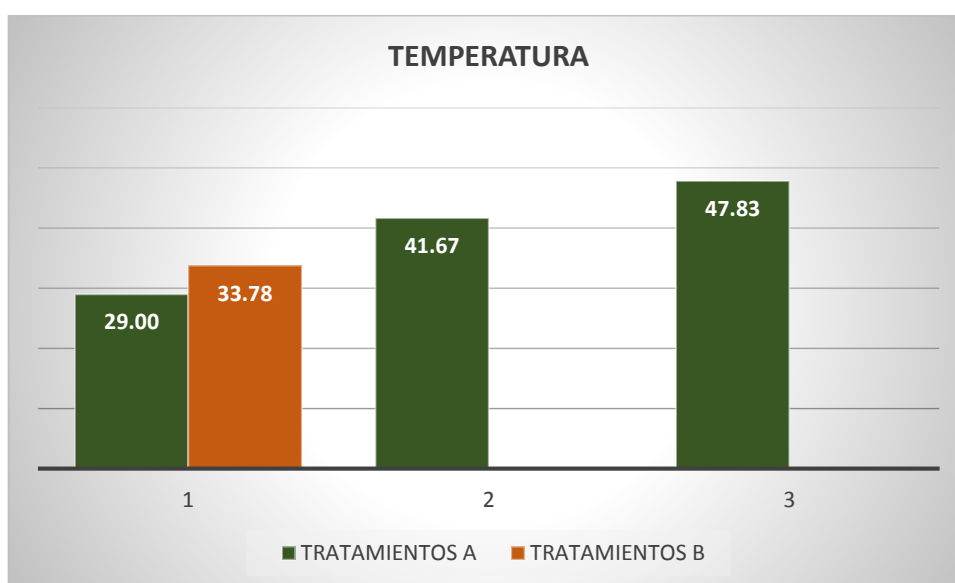


Gráfico de Análisis de Varianza de la Temperatura.

En el cuadro 17 y Gráfico 05. Se muestra los valores promedio del resultado de la temperatura durante el proceso de degradación de la materia orgánica, donde observamos que la muestra A, que se considera el tratamiento con Lactobacillus lactis, presenta el mayor valor del promedio

de las repeticiones con una temperatura de 41.67°C; que la obtenido en la muestra B testigo de 38.78°C.

Cuadro 18

Cuadro de Análisis de Varianza de la Temperatura de la Ruma 2.

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	FC	Ft	SIGNIFIC.
Entre muestras	1	2025.891	2025.89	0.433	18.51	NS
Dentro de las muestras	2	9361.500	4680.75			
Total	3	11387.391				

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Realizado el análisis de varianza (cuadro 18 y gráfico 5), los resultados nos demuestran que no existe diferencias significativas entre las muestras A y B. No existe significancia debido a que no existen diferencias en lo referente a la temperatura en las dos muestras, hecho que se manifiesta estadísticamente.

4.1.3. Resultados de la Temperatura Ruma o Cama 3

a) Resultados de temperatura

Cuadro 19

Cuadro de Distribución de Temperatura de la Ruma 03.

Meses	Temperaturas		
	T° Ambiente	T° Tratamiento	T° Testigo
Marzo	26.1	25.3	24.17
Abril	23.8	42.3	33.78
Mayo	24.9	43.5	38.33

Fuente: datos tomados en campo.

Gráfico 06

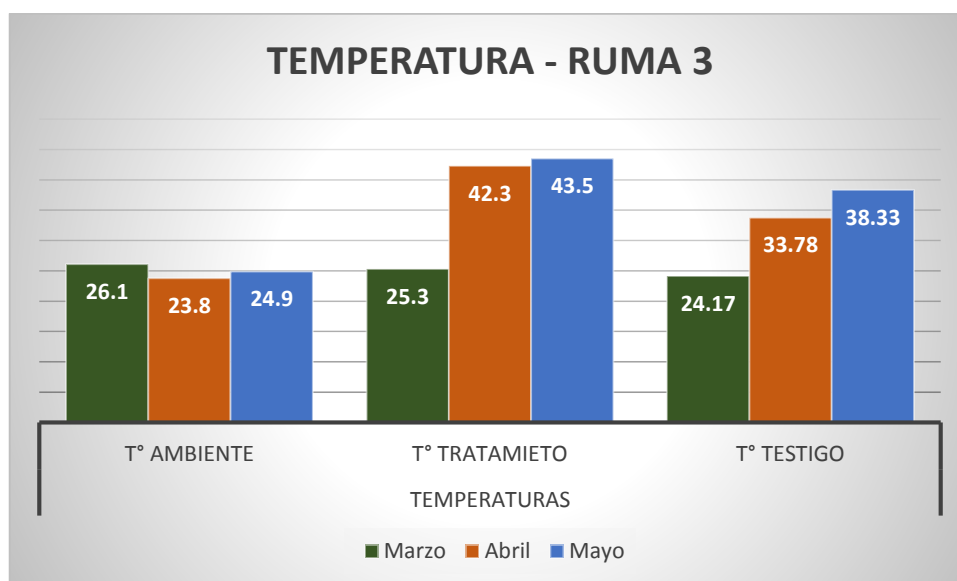


Gráfico de Distribución de Temperatura de la Ruma 03.

En el Gráfico 06, se muestra los valores promedio del resultado de la temperatura durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. Se observó que la Ruma 3 muestra A con Lactobacillus lactis presentó un alto valor de Temperatura en el mes de abril 42,3 % y mayo con 43.5 %, a diferencia de la Ruma 1, Ruma 2 y el Testigo.

b) Análisis de varianza de la temperatura. ANOVA

Cuadro 20

Cuadro de Análisis de Varianza de la Temperatura.

TRATAMIENTOS	
A	B
25.33	38.78
42.33	
43.50	
111.166667	38.78
37.06	38.78

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Gráfico 07

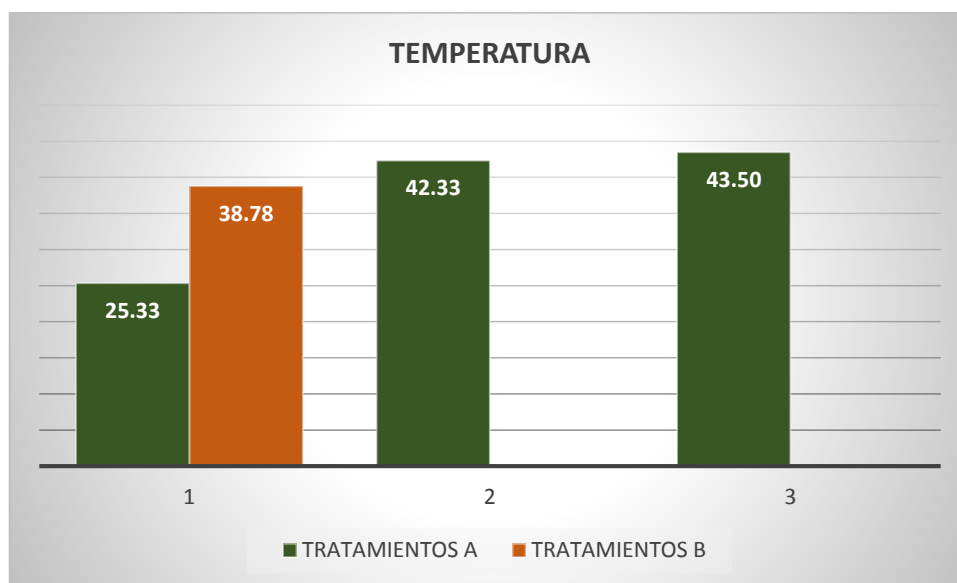


Gráfico de Análisis de Varianza de la Temperatura.

Cuadro 21

Cuadro de Análisis de Varianza de la Temperatura de la Ruma 3.

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	FC	Ft	SIGNIFIC.
Entre muestras	1	2157.752	2157.75	0.524	18.51	NS
Dentro de las muestras	2	8238.685	4119.34			
Total	3	10396.437				

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Realizado el análisis de varianza (cuadro 21 y gráfico 07), los resultados nos demuestran que no existe diferencias significativas entre las muestras A y B. No existe significancia debido a que no existen diferencias en lo referente a la temperatura en las dos muestras, hecho que se manifiesta estadísticamente.

4.1.4. Resultados de la Temperatura del Testigo 1

a. Resultados de temperatura

Cuadro 22

Cuadro de Distribución de Temperatura de Testigo.

Meses	Temperaturas		
	T° Ambiente	T° Tratamiento	T° Testigo
Marzo	24.17	26.33	24.17
Abril	33.78	35.67	33.78
Mayo	38.33	39.33	38.33

Fuente: datos tomados en campo.

Gráfico 08

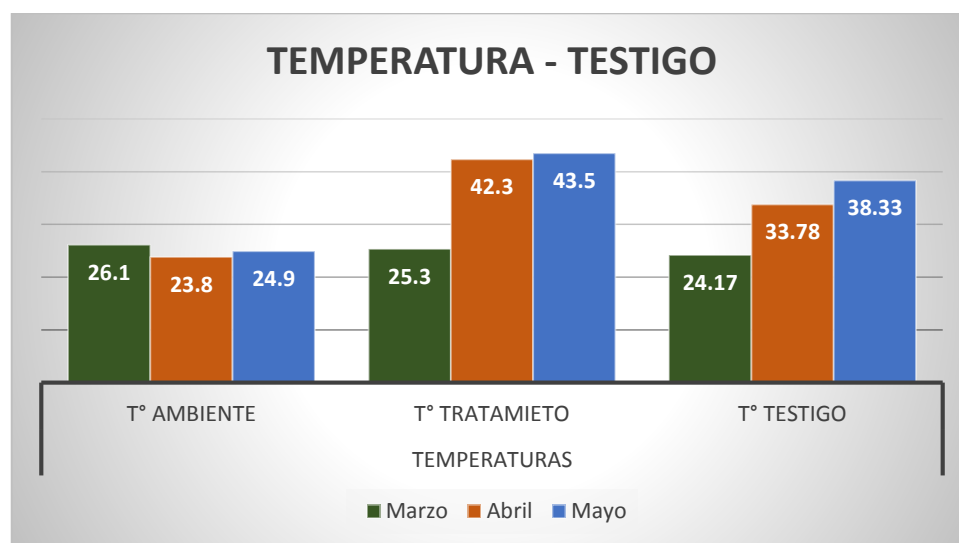


Gráfico de Distribución de Temperatura del Testigo 1.

En el Gráfico 08, se muestra los valores promedio del resultado de la temperatura durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. Se observó que el Testigo muestra B sin *Lactobacillus Lactis*, presentó un alto valor de Temperatura en el mes de abril 33,78 % y mayo con 38.33 %, a diferencia de la muestra B, con tratamiento.

b. Análisis de varianza de la temperatura. ANOVA

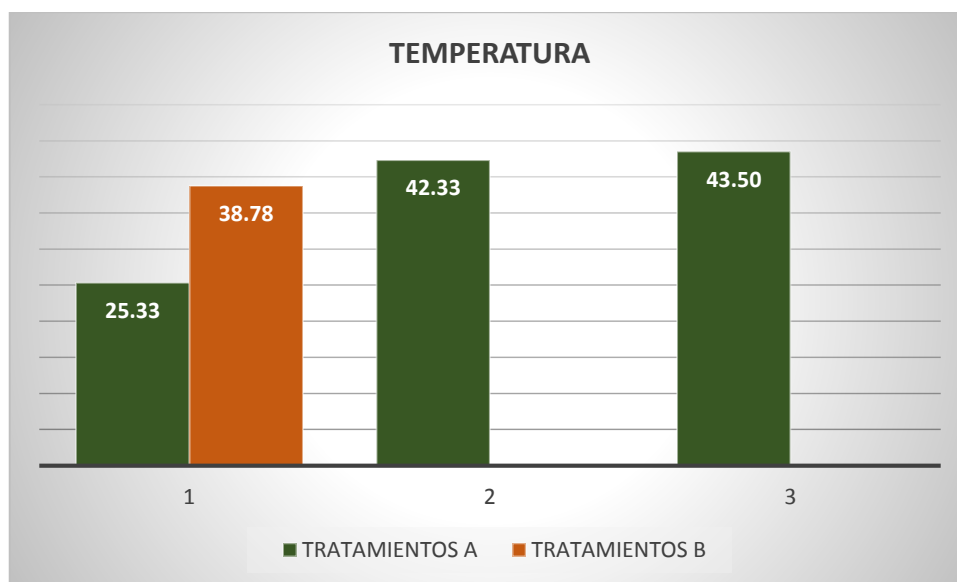
Cuadro 23

Cuadro de Análisis de Varianza de la Temperatura de Testigo.

TRATAMIENTOS	
A	B
25.33	38.78
42.33	
43.50	
111.166667	38.78
37.06	38.78

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Gráfico 09



En el (cuadro 23 y Gráfico 09). Se muestra los valores promedio del resultado de la temperatura durante el proceso de degradación de la materia orgánica, donde observamos que la Ruma 3 muestra A, que se considera el tratamiento con Lactobacillus lactis, presenta el mayor valor

del promedio de las repeticiones con una temperatura de 43.50°C; que la obtenido en la muestra B testigo de 38.78°C.

Cuadro 24

Cuadro de Análisis de Varianza de la Temperatura de Testigo.

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	FC	Ft	SIGNIFIC.
Entre muestras	1	2157.752	2157.75	0.524	18.51	NS
Dentro de las muestras	2	8238.685	4119.34			
Total	3	10396.437				

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Realizado el análisis de varianza (cuadro 24 y gráfico 09), los resultados nos demuestran que no existe diferencias significativas entre las muestras A y B. No existe significancia debido a que no existen diferencias en lo referente a la temperatura en las dos muestras, hecho que se manifiesta estadísticamente.

4.2. Resultados de los Parámetros que Intervienen en el Proceso de degradación de la materia orgánica. (PH).

4.2.1. Resultados de PH de la Ruma o Cama 1.

Cuadro 25

Cuadro de Análisis de Varianza de PH.

TRATAMIENTOS	
A	B
4.50	5.61
5.50	
6.83	
16.83	5.61
5.61	5.61

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Gráfico 10

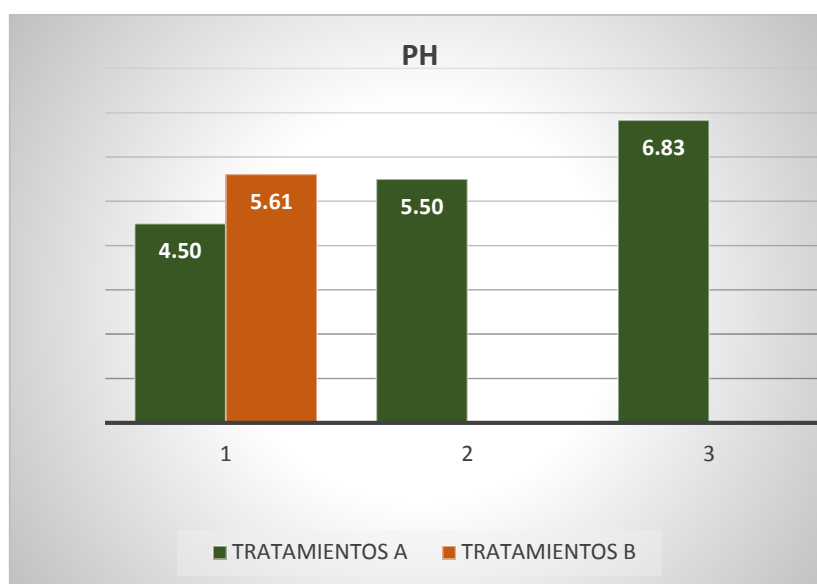


Gráfico de Análisis de Varianza de PH.

En el (cuadro 25 y Gráfico 10). Se muestra los valores promedio del resultado del nivel de PH durante el proceso de degradación de la materia orgánica, donde se observó la Ruma 1 muestra A, que considera el tratamiento con Lactobacillus lactis, presentó un valor promedio de las repeticiones PH 4.50 ácido; que la obtenido del promedio de la muestra B testigo PH 5.61 ácido.

Cuadro 26

Cuadro de Análisis de Varianza de PH

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	FC	Ft	SIGNIFIC.
Entre muestras	1	47.218	47.22	0.500	18.51	NS
Dentro de las muestras	2	188.907	94.45			
Total	3	236.125				

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Realizado el análisis de varianza (cuadro 26), los resultados nos demuestran que no existe diferencias significativas entre las muestras A y B. No existe significancia debido a que no existen diferencias en lo referente al PH en las dos muestras, hecho que se manifiesta estadísticamente.

4.2.2. Resultados de PH de la Ruma o Cama 2.

Cuadro 27

Cuadro de Análisis de Varianza de PH.

TRATAMIENTOS	
A	B
4.50	5.61
5.50	
6.83	
16.83	5.61
5.61	5.61

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Gráfico 11

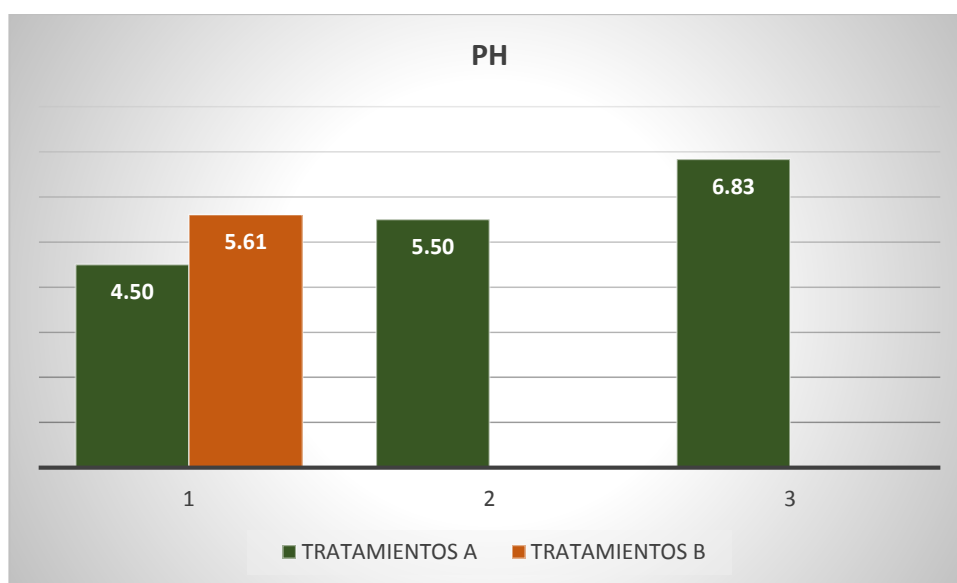


Gráfico de Análisis de Varianza de PH.

En el (cuadro 27 y Gráfico 11). Se muestra los valores promedio del resultado del nivel de PH durante el proceso de degradación de la materia orgánica, donde se observó que la Ruma 1 muestra A, que considera el

tratamiento con Lactobacillus lactis, presentó un valor promedio de las repeticiones PH 5.50 ácido; que la obtenido del promedio de la muestra B testigo PH 5.61 ácido.

Cuadro 28

Cuadro de Análisis de Varianza de PH

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	FC	Ft	SIGNIFIC.
Entre muestras	1	47.218	47.22	0.500	18.51	NS
Dentro de las muestras	2	188.907	94.45			
Total	3	236.125				

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Realizado el análisis de varianza (cuadro 28), los resultados nos demuestran que no existe diferencias significativas entre las muestras A y B. No existe significancia debido a que no existen diferencias en lo referente al PH en las dos muestras, hecho que se manifiesta estadísticamente.

4.2.3. Resultados de PH de la Ruma o Cama 3.

Cuadro 29

Cuadro de Análisis de Varianza de PH.

TRATAMIENTOS	
A	B
4.50	5.61
5.50	
6.83	
16.83	5.61
5.61	5.61

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Gráfico 12

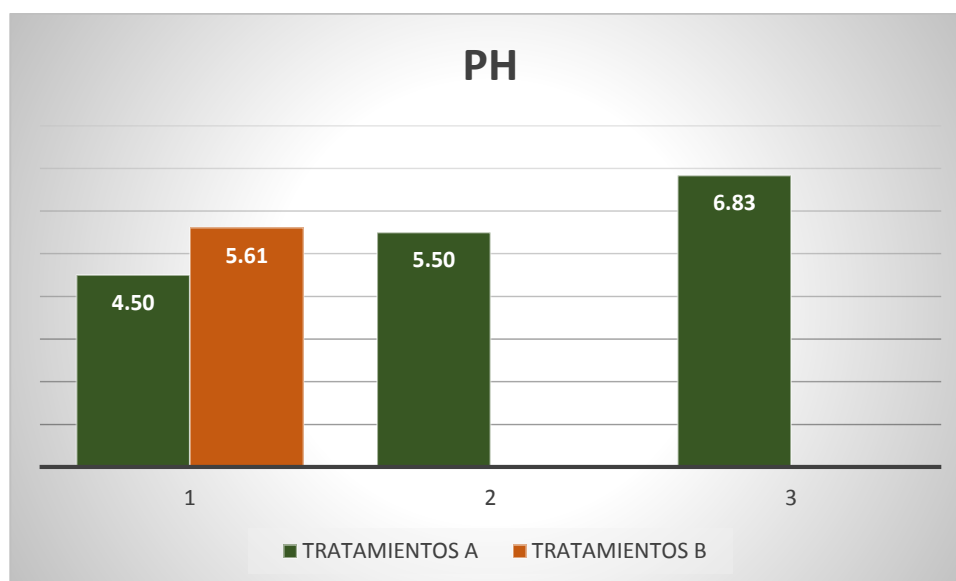


Gráfico de Análisis de Varianza de PH.

En el (cuadro 29 y Gráfico 12). Se muestra los valores promedio del resultado del nivel de PH durante el proceso de degradación de la materia orgánica, donde se observó que la Ruma 3 muestra A, que considera el tratamiento con Lactobacillus lactis, presentó un valor promedio de las repeticiones PH 6.83 ácido; que la obtenido del promedio de la muestra B testigo PH 5.61 ácido.

Cuadro 30

Cuadro de Análisis de Varianza de PH

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	FC	Ft	SIGNIFIC.
Entre muestras	1	47.218	47.22	0.500	18.51	NS
Dentro de las muestras	2	188.907	94.45			
Total	3	236.125				

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Realizado el análisis de varianza (cuadro 30 y gráfico 12), los resultados nos demuestran que no existe diferencias significativas entre las muestras A y B. No existe significancia debido a que no existen diferencias en lo referente al PH en las dos muestras, hecho que se manifiesta estadísticamente.

4.2.4. Resultados de PH del Testigo.

Cuadro 31

Cuadro de Análisis de Varianza de PH.

TRATAMIENTOS	
A	B
5.61	5.61
5.61	
5.61	
16.83	5.61
5.61	5.61

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Gráfico 13

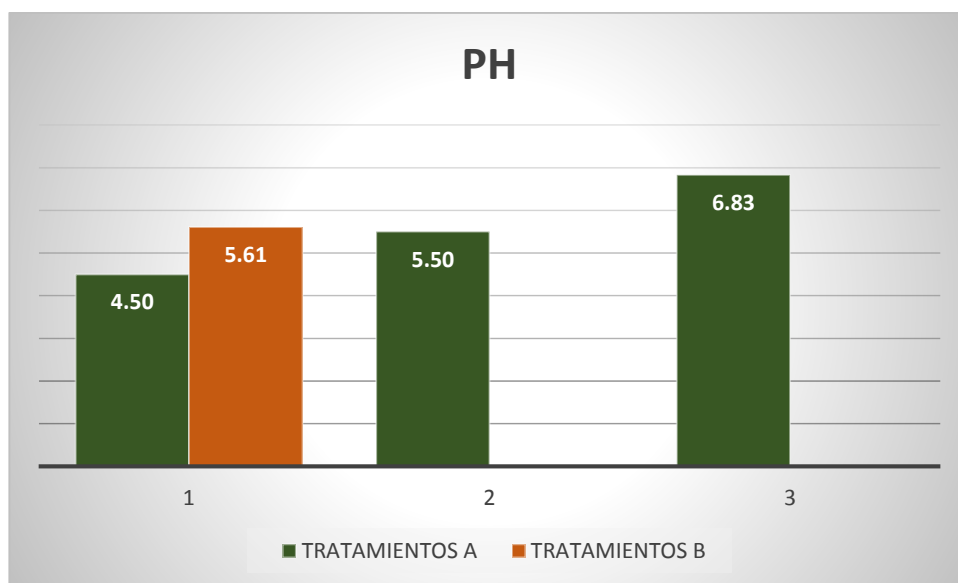


Gráfico de Análisis de Varianza de PH.

En el (cuadro 31 y Gráfico 13). Se muestra los valores promedio del resultado del nivel de PH durante el proceso de degradación de la materia orgánica, donde se observó que el Testigo muestra B, que considera el tratamiento con Lactobacillus lactis, presentó un valor promedio de las

repeticiones PH 5.61; que la obtenido del promedio de la Ruma 1, 2 y 3. Ambas muestras se consideran de PH ácido.

Cuadro 32

Cuadro de Análisis de Varianza de PH

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	FC	Ft	SIGNIFIC.
Entre muestras	1	47.218	47.22	0.500	18.51	NS
Dentro de las muestras	2	188.907	94.45			
Total	3	236.125				

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Realizado el análisis de varianza (cuadro 32 y gráfico 13), los resultados nos demuestran que no existe diferencias significativas entre las muestras A y B. No existe significancia debido a que no existen diferencias en lo referente al PH en las dos muestras, hecho que se manifiesta estadísticamente.

4.3. Resultados de Porcentaje de Humedad

4.3.1. Resultados de Porcentaje de Humedad Ruma 1

Cuadro 33

Cuadro de Análisis de Varianza del % de Humedad.

TRATAMIENTOS	
A	B
26.33	38.78
35.67	
39.33	
101.33	38.78
33.78	38.78

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Gráfico 14

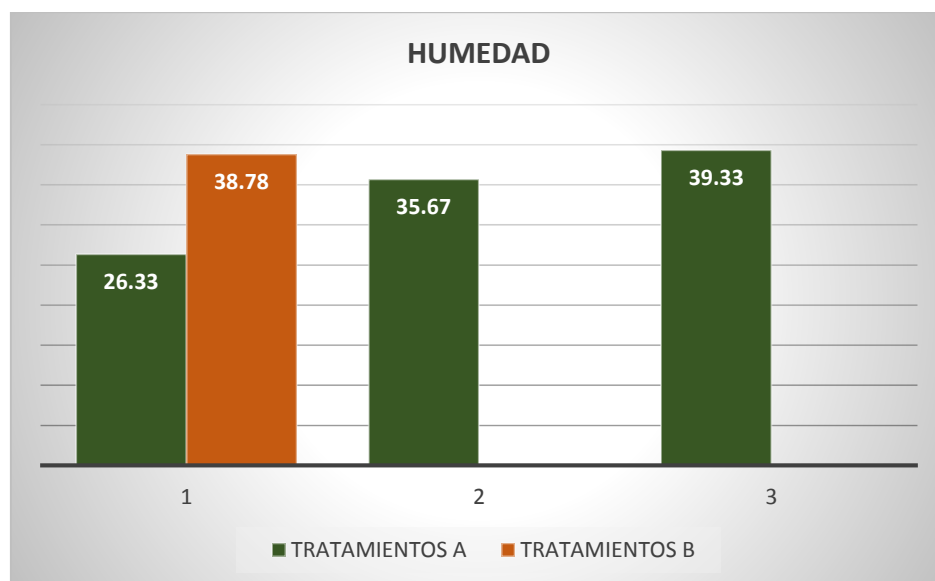


Gráfico de Análisis de Varianza del % de Humedad.

En el (cuadro 33 y el Gráfico 14), se muestra los valores promedio del resultado del nivel del porcentaje de humedad durante el proceso de degradación de la materia orgánica. Se observó que la Ruma 1 muestra A, que considera el tratamiento con el Lactobacillus lactis, presentó un valor promedio de las repeticiones en la humedad de 26.33 %; que la obtenido del promedio de la muestra B testigo una mayor concentración de humedad de 38.78%.

Cuadro 34

Cuadro de Análisis de Varianza del % de Humedad.

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	FC	Ft	SIGNIFIC.
Entre muestras	1	1983.564	1983.56	0.580	18.51	NS
Dentro de las muestras	2	6845.179	3422.59			
Total	3	8828.743				

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Realizado el análisis de varianza (cuadro 34 y gráfico 14), los resultados nos demuestran que no existe diferencias significativas entre las muestras A y B. No existe significancia debido a que no existen diferencias en lo referente a la humedad en las dos muestras, hecho que se manifiesta estadísticamente.

4.3.2. Resultados de Porcentaje de Humedad de la Ruma 2.

Cuadro 35

Cuadro de Análisis de Varianza del % de Humedad.

TRATAMIENTOS	
A	B
26.33	33.78
35.67	
39.33	
101.33	33.78
33.78	33.78

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Gráfico 15

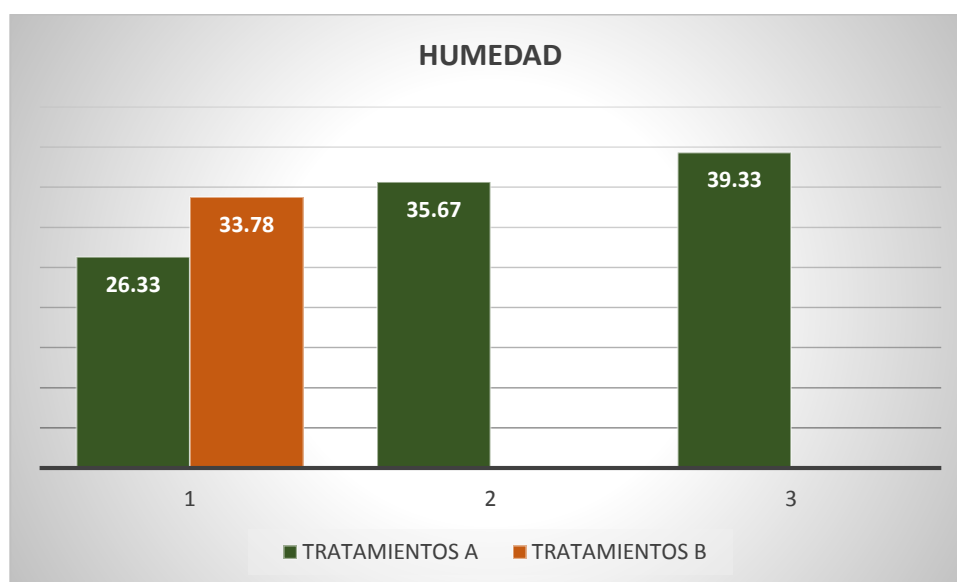


Gráfico de Análisis de Varianza del % de Humedad.

En el (cuadro 35 y el Gráfico 15). Se muestra los valores promedio del resultado del nivel del porcentaje de humedad durante el proceso de degradación de la materia orgánica. Se observó que la Ruma 2 muestra A, que considera el tratamiento con el Lactobacillus lactis, presentó un valor promedio de las repeticiones en la humedad de 35.67 %; que la obtenido del promedio de la muestra B testigo una mayor concentración de humedad de 33.78%.

Cuadro 36

Cuadro de Análisis de Varianza del % de Humedad.

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	FC	Ft	SIGNIFIC.
Entre muestras	1	1711.351	1711.35	0.500	18.51	NS
Dentro de las muestras	2	6845.179	3422.59			
Total	3	8556.530				

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Realizado el análisis de varianza (cuadro 36 y gráfico 15), los resultados nos demuestran que no existe diferencias significativas entre las muestras A y B. No existe significancia debido a que no existen diferencias en lo referente a la humedad en las dos muestras, hecho que se manifiesta estadísticamente.

4.3.3. Resultados de Porcentaje de Humedad ruma 3

Cuadro 37

Cuadro de Análisis de Varianza del % de Humedad.

TRATAMIENTOS	
A	B
26.17	38.78
35.67	
39.33	
101.166667	38.78
33.72	38.78

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Gráfico 16

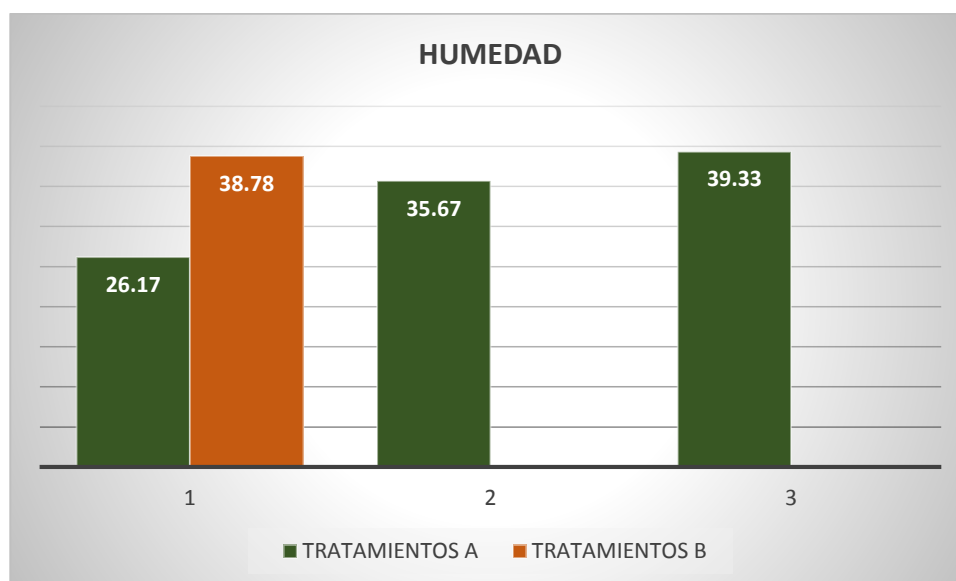


Gráfico de Análisis de Varianza del % de Humedad.

En el (cuadro 37 y el Gráfico 16), se muestra los valores promedio del resultado del nivel del porcentaje de humedad durante el proceso de degradación de la materia orgánica. Se observó que la Ruma 3 muestra A, que considera el tratamiento con el *Lactobacillus lactis*, presentó un valor promedio de las repeticiones en la humedad de 39.33 %; que la obtenido del promedio de la muestra B testigo una mayor concentración de humedad de 38.78%.

Cuadro 38

Cuadro de Análisis de Varianza del % de Humedad.

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	FC	Ft	SIGNIF.
Entre muestras	1	1980.808	1980.81	0.581	18.51	N.S
Dentro de las muestras	2	6823.130	3411.56			
Total	3	8803.937				

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Realizado el análisis de varianza (cuadro 38 y gráfico 16), los resultados nos demuestran que no existe diferencias significativas entre las

muestras A y B. No existe significancia debido a que no existen diferencias en lo referente a la humedad en las dos muestras, hecho que se manifiesta estadísticamente.

4.3.4. Resultados de Porcentaje de Humedad testigo

Cuadro 39

Cuadro de Análisis de Varianza del % de Humedad.

TRATAMIENTOS	
A	B
33.78	38.78
33.78	
33.72	
101.28	38.78
33.76	38.78

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Gráfico 17

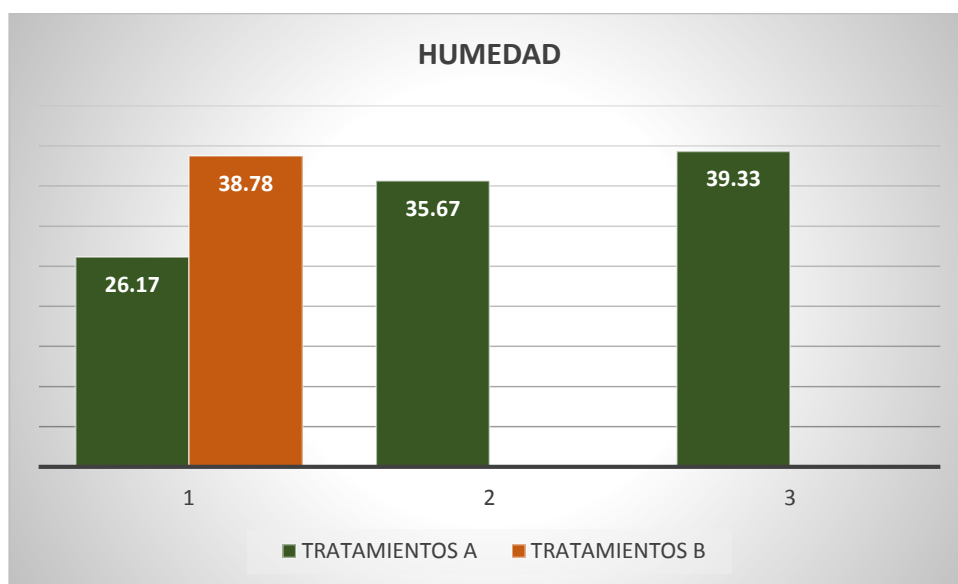


Gráfico de Análisis de Varianza del % de Humedad.

En el (cuadro 39 y el Gráfico 17), se muestra los valores promedio del resultado del nivel del porcentaje de humedad durante el proceso de degradación de la materia orgánica. Se observó que el Testigo muestra B, que considera el tratamiento con el Lactobacillus lactis, presentó un valor

promedio de las repeticiones en la humedad de 38.78 %; que la obtenido del promedio de las Rumas 1,2 y 3 muestra A.

Cuadro 40

Cuadro de Análisis de Varianza del % de Humedad.

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	FC	Ft	SIGNIF.
Entre muestras	1	1982.682	1982.68	0.580	18.51	N.S
Dentro de las muestras	2	6838.126	3419.06			
Total	3	8820.808				

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Realizado el análisis de varianza (cuadro 40 y gráfico 17), los resultados nos demuestran que no existe diferencias significativas entre las muestras A y B. No existe significancia debido a que no existen diferencias en lo referente a la humedad en las dos muestras, hecho que se manifiesta estadísticamente.

4.4. Cantidad de Abono Orgánico Obtenido Tamizado.

4.4.1. Abono Tamizado

Cuadro 41

Cuadro de la Cantidad de Compost Tamizado.

A	B
55.25	0.00
52.50	
51.25	
159.00	0.00
53.00	0.00

Fuente: datos tomados en campo.

Gráfico 18

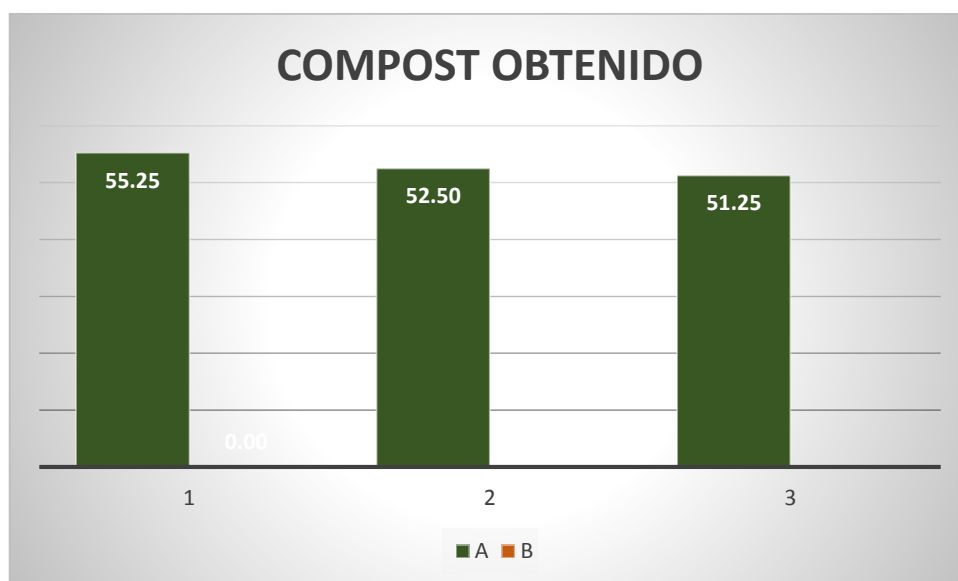


Gráfico de Compost Tamizado de la muestra A.

Gráfico 19

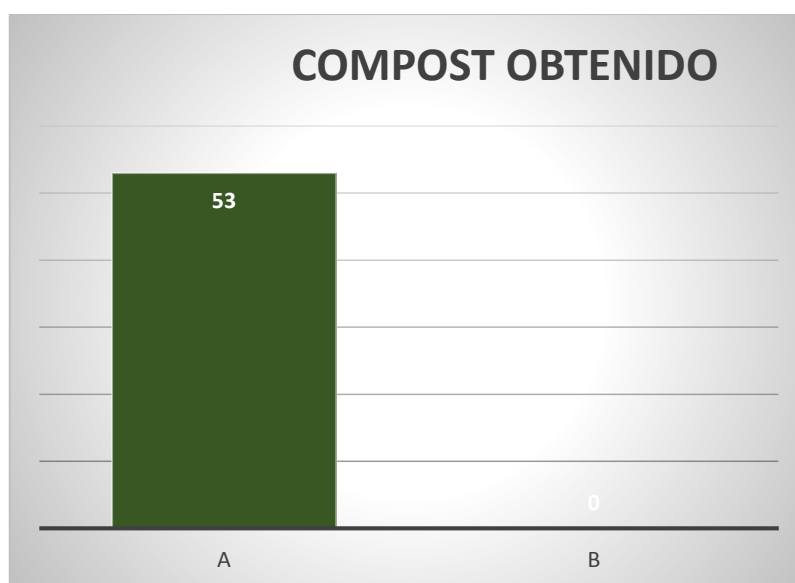


Gráfico de Compost Obtenido.

En el (cuadro 41 y grafico 18), se muestra los valores promedio de la cantidad de compost tamizado obtenido. Se observó que las Rumas 1,2 y 3 que pertenecen a la muestra A con tratamiento, tiene mayor cantidad de compost obtenido. La muestra B Testigo, no muestra valores, debido a que las hojas sin tratamiento no alcanzaron la degradación.

Cuadro 42

Cuadro de Análisis de Varianza del Compost Obtenido

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	FC	Ft	SIGNIFIC.
Entre muestras	1	3981.750	3981.75	0.472	18.51	NS
Dentro de las muestras	2	16854.000	8427.00			
Total	3	20835.750				

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Realizado el análisis de varianza (cuadro 42 y gráfico 18), los resultados nos demuestran que no existe diferencias significativas entre las muestras A y B. No existe significancia debido a que no existen diferencias en lo referente al compost obtenido en las dos muestras, hecho que se manifiesta estadísticamente

4.5. Cantidad de Nutrientes que Contiene el Abono Orgánico.

Los datos obtenidos son resultados del análisis especial de laboratorio, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva –Tingo María – Huánuco; datos que permiten determinar la cantidad de nutrientes que contienen el abono orgánico y conocer la influencia que ha causado el Lactobacillus lactis en el proceso de degradación de la materia orgánica. A través del análisis proximal determinar el porcentaje de proteínas o energía: cenizas, materia orgánica y materia seca. Conocer el porcentaje de macronutrientes en base seca y los micronutrientes en partes por millón (PPM).

a. Porcentaje de proteínas o energía

Cuadro 43

Cuadro de Porcentaje de Proteínas o Energías del Abono Orgánico.

Tratamientos	PORCENTAJE DE PROTEÍNAS O ENERGÍA (%)			
	Cenizas en base seca	Materia orgánica en base seca	materia seca	Humedad
Lactobacillus Lactis	43.7	56.3	91.38	8.62
Testigo	9.41	90.59	94.81	5.19

Fuente: resultados del análisis especial de laboratorio, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva –Tingo María – Huánuco. 2018.

Gráfico 20

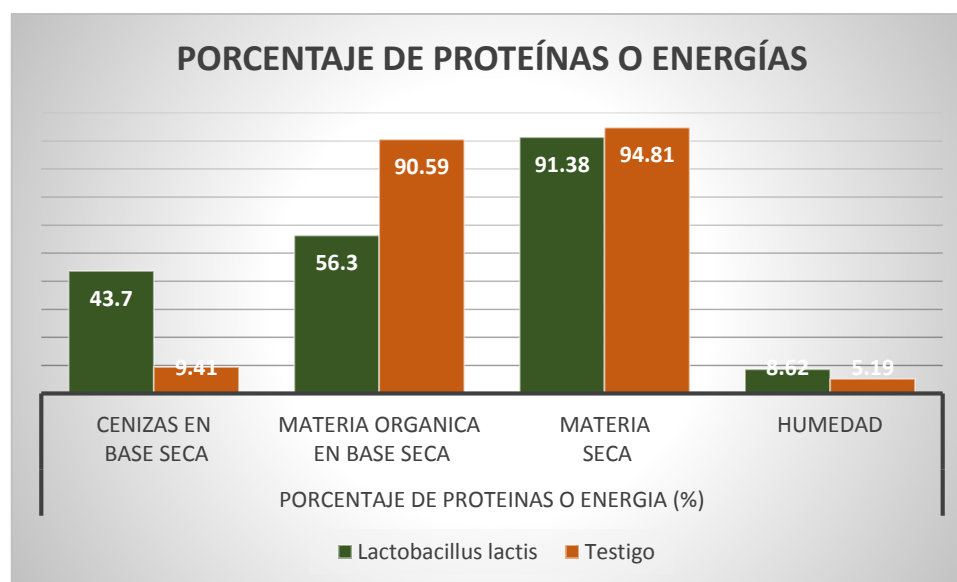


Gráfico de % de Proteínas o Energías.

En el (cuadro 44 y grafico 20), se muestra los valores del análisis proximal para determinar las proteínas o energía y la humedad que contiene el abono orgánico obtenido, con tratamiento mediante el Lactobacillus lactis y el testigo, que no ha recibido tratamiento. Las muestras que recibieron tratamiento con el Lactobacillus lactis, presentaron valores: cenizas 43.7%, materia orgánica 56.3%, materia seca 91.38% y humedad 8.62%. En lo que respecta a la muestra sin tratamiento, los valores

de proteínas o energía y humedad son: 9.41% de cenizas, 90.59% de materia orgánica en base seca, 94.81% de materia seca y 5.19% de humedad. Se observó que los valores de la muestra B, sin tratamiento presentaron mayores valores de proteínas o energía y humedad que la muestra A con tratamiento.

Cuadro 45

Cuadro de Análisis de Varianza del % Proteínas o Energías del Abono Orgánico.

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	FC	Ft	SIGNIFIC.
Entre muestras	3	2489623.38	829874.46	72.984	6.591	NS
Dentro de las muestras	4	45482.50	11370.63			
Total	7	2535105.88				

Fuente: datos estadísticos obtenidos por ANOVA

Realizado el análisis de varianza (Cuadro 45 y Gráfico 20), los resultados nos demuestran que existen diferencias ampliamente significativas entre muestras. Se observó que los valores de materia orgánica y materia seca son mayores que el de la muestra A, teniendo un mayor rendimiento de cenizas en la muestra A. con tratamiento vitaminas y energía que la muestra sin tratamiento.

b. Porcentaje de Macronutrientes

Cuadro 46

Cuadro de Porcentaje de Macronutrientes.

Tratamientos	PORCENTAJE DE MACRONUTRIENTES (%)					
	N	P205	Ca	Mg	K	Na
Lactobacillus Lactis	1.41	0.197	1.57	0.31	0.61	0.04
Testigo	1.85	0.163	0.62	0.36	0.52	0.01

Fuente: resultados del análisis especial de laboratorio, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva –Tingo María – Huánuco. 2018.

Gráfico 21

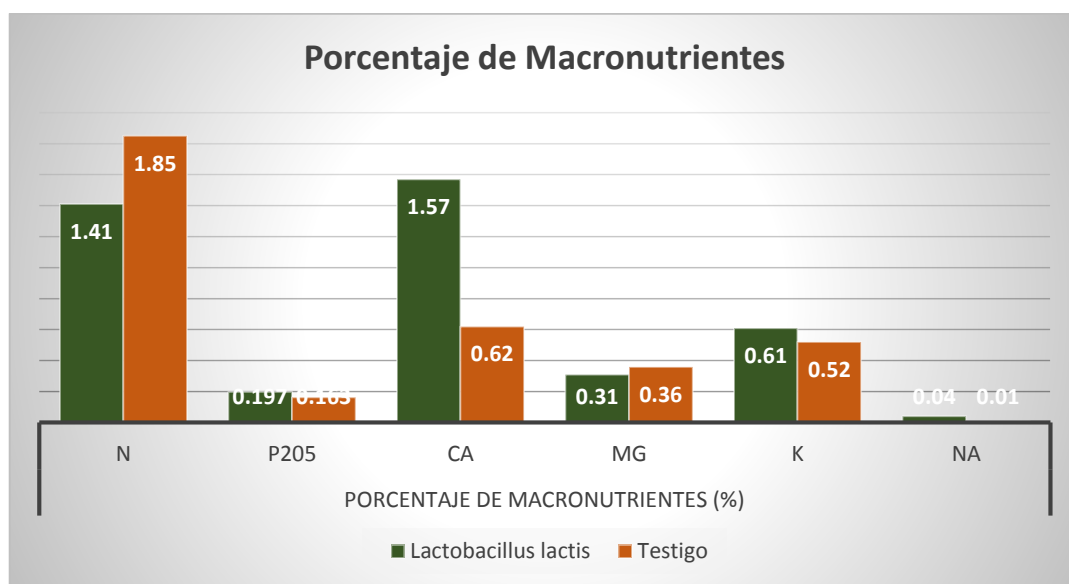


Gráfico de % de Macronutrientes.

En el (Cuadro 46 y Gráfico 21), se muestra los valores del porcentaje en base seca de los macronutrientes. Observamos que la muestra que recibieron tratamiento con el Lactobacillus lactis, presentan valores: Nitrógeno 1.41%, fosforo 0.197 %, Ca 1.57%, magnesio 0.31%, potasio 0.61%, sodio 0.04%. En lo que respeta a la muestra sin tratamiento, los valores son: nitrógeno 1.85%, fosforo 0.163%, Calcio 0.62%, magnesio 0.36%, potasio 0.52%, sodio 0.01%. Observamos que los valores de las muestras con tratamiento son mayores que la del testigo.

Cuadro 47

Cuadro de Análisis de Varianza del % de Macronutrientes

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	FC	Ft	SIGNIFIC.
Entre muestras	1	0.031	0.03	0.735	4.9646	NS
Dentro de las muestras	10	0.427	0.04			
Total	11	0.000				

Realizado el análisis de varianza (cuadro 47 y gráfico 21), los resultados nos demuestran que no existe diferencias significativas entre las muestras A y B. No existe significancia debido a que no existen diferencias en lo referente a los Macronutrientes en las dos muestras, hecho que se manifiesta estadísticamente.

c. Porcentaje de Micronutrientes

Cuadro 48

Cuadro de Porcentaje de Micronutrientes.

TRATAMIENTOS	MICRONUTRIENTES (PPM)					
	Cu	Fe	Zn	Mn	Cd	Pb
Lactobacillus lactis	20	1273	46	328	0.05	19.44
Testigo	33	966	22	206	0.32	4.74

Fuente: resultados del análisis especial de laboratorio, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva –Tingo María – Huánuco. 2018.

Gráfico 22

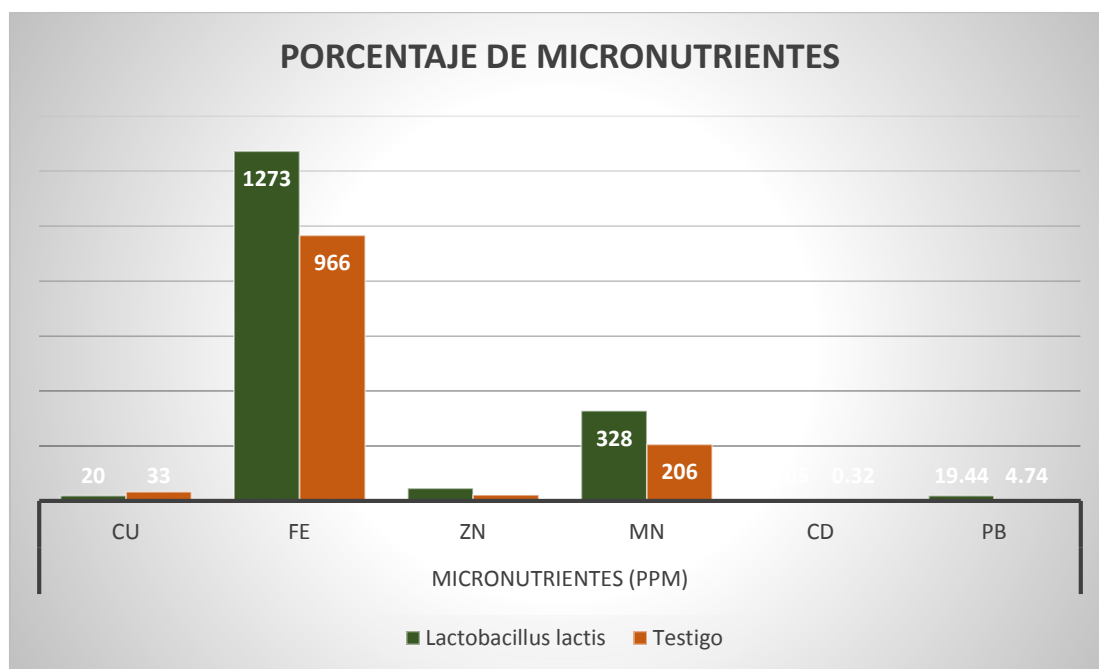


Gráfico de % de Micronutrientes.

En el (Cuadro 48 y Grafico 22), se muestra los valores en partes por millón (PPM) de los micronutrientes. Se observó que la muestra que recibieron tratamiento con Lactobacillus lactis, presentan valores mayores de los elementos: cobre 20 ppm, fierro 1273 ppm, zinc 46 ppm, manganeso 328 ppm, cadmio 0.05 ppm y plomo 19.44. A diferencia de la muestra B sin tratamiento, los valores fueron: cobre 33 ppm, fierro 966 ppm, zinc 22 ppm, manganeso 206 ppm, cadmio 0.32 ppm y plomo 4.74. Observamos que los valores de las muestras con tratamiento son mayores que la del testigo.

Cuadro 49**Cuadro de Porcentaje de Micronutrientes.**

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	FC	Ft	SIGNIFIC.
Entre muestras	1	17208.885	17208.89	0.869	4.9646	NS
Dentro de las muestras	10	198115.776	19811.58			
Total	11	1998366.644				

Realizado el análisis de varianza (cuadro 49 Y Gráfico 22), los resultados nos demuestran que no existe diferencias significativas entre las muestras A y B. No existe significancia debido a que no existen diferencias en lo referente a los Micronutrientes en las dos muestras, hecho que se manifiesta estadísticamente.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Analizando los resultados de la investigación EFICIENCIA DE Lactobacillus lactis EN LA PRODUCCIÓN DE COMPOST A PARTIR DE HOJAS DE CACAO (Theobroma cacao L.) EN LA LOCALIDAD DE PUERTO NUEVO; y, realizado el procesamiento de datos estadísticamente, a través del análisis de varianza, se observó que Lactobacillus lactis, ha influenciado muy notoriamente en el proceso de degradación de la materia orgánica, esto se reflejó en los parámetros físicos (Temperatura, Humedad y PH) registrados durante los muestreos en el proceso de compostaje, para la obtención del compost; a diferencias significativas en sus valores en relación al compost utilizado como testigo que no ha recibido el tratamiento de ningún Microorganismo Eficiente, demostrados en el Cuadro 41 y Gráficos 18 y 19.

Además a través de la observación durante el proceso de la investigación, se ha verificado y determinó que el proceso de compostaje ha sido intervenido por la bacteria eficiente Lactobacillus lactis, logrando obtener como resultado el **COMPOST**; lo que no sucedió con el testigo donde las hojas de cacao (Theobroma cacao L.), se ha degradado aproximadamente en un 5% permaneciendo el resto intactas, con presencia de hongos y cuya características de estas hojas presentaron un color necrosado. Este periodo de compostaje duró desde el jueves 01 de marzo hasta el 31 de mayo, haciendo 90 días calendario, logrando ser eficiente en la degradación de la materia orgánica, e influenciando en el valor de tiempo.

Referente a la retención de Humedad durante el periodo de compostaje, el efecto del Lactobacillus lactis ha sido manifiesto, donde se llevó acabo la degradación y transformación de la materia orgánica durante el compostaje, este cambio físico permitió que la humedad se encuentre dentro de los rangos óptimos; estos resultados se secunda con las manifestaciones de **HARPER et al. (1992)**, quien afirma que el contenido de humedad ideal para el compostaje oscila entre 30 a 55%, considerando una adecuada humedad para las necesidades fisiológicas de los microorganismos y un adecuado flujo de oxígeno para mantener las condiciones aeróbicas.

En referente a los valores de PH, se observó tanto que las muestras con Lactobacillus lactis y el testigo presentaron niveles en un rango de 4.50 a 6.83 para la muestra B sin tratamiento de 5.61, indicándonos esto que el Microorganismo Eficiente no ha influenciado en reducir la acides del compost. Esto debido que las hojas suelen aportar valores bajos de PH al ser ricos en ácidos orgánicos. El compost tiene que ser lo más neutro posible porque los microorganismos responsables de la descomposición de los restos orgánicos no toleran valores muy alejados del 7.

El compost obtenido en el trabajo de investigación fue analizado en el Laboratorio de análisis de suelos, aguas y Ecotoxicología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María. De los resultados obtenidos a través del análisis proximal, en base seca; los resultados nos demuestran que en lo que concierne a cenizas fue mayor en las muestras del compost comparado al testigo; esto se debe a que en el proceso de conversión de la materia orgánica hay mayor partículas fibrosas que al ser llevados al proceso de secado en la estufa, se combustiona formándose de esta manera una mayor cantidad de cenizas.

De la misma manera podemos observar los resultados de materia orgánica en base seca, en el testigo, los valores de materia orgánica y materia seca son mayores en el compost, esto se debe a que las hojas de

cacao (Theobroma cacao L.) no ha sido degradada en su totalidad, para ser llevadas al laboratorio, determinando de esta manera los resultados que se muestran en el análisis especial detallado en el anexo D.1 de la hoja de resultados de laboratorio.

En lo que concierne a los Macronutrientes analizados en el laboratorio en partes por millón (PPM), los resultados fueron diversos en ambas muestras como se muestra en el anexo D1; estos valores nos demuestran que el Lactobacillus lactis, tuvo efectos positivos para algunos elementos mayores, tal es el caso en el fósforo, potasio y sodio; el potasio contrala enfermedades. Con relación al testigo que presenta valores menores en Macronutrientes, pero estos valores obtenidos son mínimos, observando que las hojas de cacao (Theobroma cacao L.) contienen bajos valores de nutrientes que contrastados con la **Norma Chilena 2880 (2004)**. Estos deben superar en valores para N (1 %), P (0.6%) y K (0.8%).

Referente a los Micronutrientes analizados en el laboratorio en partes por millón (ppm), de la misma manera los valores de la muestra nos demuestran que el Lactobacillus lactis, ha tenido influencia para algunos elementos como es cobre y cadmio; contrastando con la **Norma Chilena 2880 (2004)**, estos valores se encuentran dentro los límites máximos permisibles, cabe resaltar que la importancia que tiene el Lactobacillus lactis, como elemento reductor de este elemento tóxico que es el cadmio. Al reducir el contenido del cadmio, la aplicación de este compost es adecuado para los para las zonas de cultivos de cacao y confiable para los agricultores en la localidad de Puerto Nuevo.

La reducción del cadmio por parte del Microorganismo Eficiente, hace que la aplicación y uso del compost en los terrenos de cultivos de cacao, sea eficiente y confiable para los agricultores de cacao. El cadmio es una preocupación en el mundo de los consumidores del producto del cacao, el contenido del cadmio fuera del rango permitido es peligroso para la salud humana, para el suelo debido a que al ser ácidos aumentan la toma de Cadmio por las plantas, y a la vez es un daño potencial para los animales que dependen de las plantas para sobrevivir.

CONCLUSIONES

1. El Lactobacillus lactis ha tenido una influencia preponderante en la descomposición de la materia orgánica, acelerando el proceso de descomposición, manifestándose en el tiempo que se ha obtenido el producto, que fue una cosecha en 3 meses (90 días); lo que no sucedió con el testigo, que no se llevó a cabo el proceso de degradación de la materia orgánica.
2. La muestra A con tratamiento con Microorganismo Eficiente (Lactobacillus lactis), alcanzó un mejor resultado que el Testigo, lo que concluye que si influenció en la transformación y obtención del compost al reducirse el tiempo de la cosecha y algunos en nutrientes que tuvieron un mejor contenido nutricional, resultados emitidos por el laboratorio de Suelos, Agua y Ecotoxicología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María.
3. La temperatura del compost estuvo adecuada y de acuerdo al tiempo de cada fase en el proceso de compostaje. El Lactobacillus lactis, ha influenciado muy notoriamente parámetros físicos (Temperatura, Humedad y PH) durante el proceso de compostaje para la obtención del compost; a diferencias en los valores del testigo que no ha recibido el tratamiento de ningún Microorganismo Eficiente, demostrados en el Cuadro 41 y Gráficos 18 y 19.
4. El Lactobacillus lactis ha influenciado en el mayor contenido de Humedad, debido a la degradación y transformación de la materia orgánica del compost, este cambio físico permitió que la humedad se encuentre dentro de los rangos óptimos.
5. Las muestras con tratamiento con Lactobacillus lactis y el testigo presentaron niveles en un rango de PH de 4.50 a 6.83 para el tratamiento con Lactobacillus lactis, y PH de 5.61 para el testigo, indicándonos esto que el Microorganismo Eficiente no ha influenciado en reducir la acides del compost.

6. En lo que concierne en el análisis proximal vemos que ha influenciado significativamente en algunos elementos de mayor cantidad de ceniza, que son controladores de enfermedad, por el contenido de potasio.
7. El Lactobacillus lactis, tuvo efectos positivos para algunos Macronutrientes, tal es el caso que los elementos mayores fueron el fosforo, potasio y sodio; el potasio controla enfermedades. Con relación al testigo que presentó valores menores en Macronutrientes, pero estos valores obtenidos son mínimos.
8. El Lactobacillus lactis, ha influenciado como elemento reductor para algunos elementos como es cobre y cadmio; y los valores se encuentran dentro los límites máximos permisibles.

RECOMENDACIONES

2. Para acelerar el tiempo de descomposición de la materia orgánica del compost y obtener un contenido nutricional alto, se recomienda utilizar Microorganismos Eficientes, pero a la vez agregar estiércol de ganado, aserrín, entre otros para que haya un balance de contenido nutricional.
3. Se recomienda realizar la supervisión diaria de las condiciones que intervienen en el proceso de compostaje; como factores físicos (temperatura, humedad y PH), ya que influyen en la descomposición de la materia orgánica durante el proceso de compostaje.
4. Es necesario que las muestras se envíen a un laboratorio certificado para que realicen un análisis de metales pesados para determinar si su concentración es alta o baja, y si está dentro del rango permitido en el compost final.
5. Se recomienda que el compostaje se realice en el suelo y no en el cemento, ya que esto va permitir la interacción entre microorganismos, lo que acelera el proceso de degradación.
6. Que la universidad realice extensión universitaria a través de los alumnos de Ingeniería Ambiental, para difundir el uso de los microorganismos eficientes, para la producción de abonos orgánicos al ser utilizados en la cosecha de los agricultores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarado y Angela, (2015). Efecto de la Aplicación de Microorganismos para la Transformación de Desechos Orgánicos en Compost en el distrito de Naranjillo - Mapresa. *Universidad Nacional Agraria de la Selva*. Recuperado a partir de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/400>

Bejarano y Delgadillo, (2007). Evaluación de un Tratamiento para la Producción de Compost a partir de Residuos Orgánicos Provenientes del Rancho de comidas del Establecimiento Carcelario de Bogotá "La Modelo" por Medio de la Utilización de Microorganismos Eficientes (EM). Universidad de la Salle Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria Proyecto de Grado Bogotá D.C., Establecimiento Carcelario de Bogotá.

Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural Prof. Luis Torres Cedillo. (2005). Elaboración de Composta Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (sagarpa). Departamento de suelos- México- Texcoco, departamento de Suelos.

Dostert, Roque, Cano, La Torre y Maximilian Weigend. (2011). *Factsheet: Datos Botánicos de Cacao - Theobroma cacao L.* Museo de Historia Natural Universidad - Nacional Mayor de San Marcos.

Echeverri y María, (2004). Los Residuos Sólidos Municipales como Acondicionadores de Suelos. *Revista Lasallista de Investigación*, 1(1). Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=69511009>

Fernández. (2014, junio 18). Producción de Compost Utilizando Residuos Orgánicos Producidos en el Camal Municipal y Viviendas Urbanas Aplicando los Métodos takakura y em-compost en el distrito de Chachapoyas, región Amazonas. Universidad nacional, «Toribio Rodríguez de Mendoza» de amazonas, Provincia de Chachapoyas, Región Amazonas.

Guerrero y Monsalve, (2006). El Compostaje como una Estrategia de Producción más limpia en los Centros de Beneficio Animal del departamento de Risaralda. *ciencia Et Technica*, XII(32). Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=84911652082>.

Jaramillo y Zapata, (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. Universidad de Antioquia.

Mejía y Palencia, (2002). Abono Orgánico - Manejo y Uso en el Cultivo de Cacao- Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA, 1, 26.

Moreno, (1965). *Algunos aspectos de la Fertilización en cacao {Theobroma cacao L., con Observaciones Preliminares sobre su Respuesta a la Aplicación de tres Elementos Mayores al suelo.* Colombia.

Municipalidad Provincial de Leoncio Prado-Tingo María. (2017). ``Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva ``Programa de Transformación de Residuos Orgánicos Domiciliarios. ``Vecino Educado, Ciudad sostenible``. 2017, p. 14.

Navarro, (2009). Manual para hacer composta Aeróbica. 2009, p. 21.

Palomino y Edgar, (2015). Evaluación de Diferentes Sustratos de Materias Orgánicas y con Microorganismos Eficientes en la Preparación de Compost, en la Zona de Pangoa - Perú. *Universidad Nacional del Centro del Perú*. Recuperado a partir de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1908>

Pineda, Yohammi; Prieto, Mariangel; y Quiñones, Frangeli: María Antonia Larrea Abasolo. (2015, junio). *Estudio de Viabilidad Técnico Económico para el Procesamiento y Comercialización de Abono Orgánico Compost a partir de Residuos Sólidos Urbanos*. Universidad de Carabobo facultad de Ciencias Económicas y Sociales escuela de Administración Comercial y Contaduría Pública campus Bárbula, Venezuela, Carabobo.

Pocomucha, Alegre, y Abregú, (2016). Análisis Socio Económico y Carbono Almacenado en Sistemas Agroforestales de Cacao (Theobroma cacao L.) en Huánuco. *Ecología Aplicada*, 15(2), 107-114. <https://doi.org/10.21704/rea.v15i2.750>

Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú, Capacitate Perú (APROLAB) - Convenio ALA/2004/016-895, y Fondo Concursable – Instructivo No. 001-2007 / Julio 2007. (2007, diciembre). *Manual para la Producción de Compost con Microorganismos Eficaces*. Costa Rica. Recuperado a partir de http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base_datos/manual_para_elaboracion_de_compost.pdf

Parra, (2010). *Bacterias Ácido Lácticas: Papel Funcional en los Alimentos*. (Vol. 8). Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Sanchez, (2015). *Evaluación de la Producción de Compost con Microorganismos Eficientes en el distrito de Rupa Rupa*. Universidad agraria de la Selva, Tingo María - Rupa Rupa

Soliva, López y Huerta. (2008). *Pasado, Presente y Futuro del Compost*. Avda. Canal Olímpic, 15. 08860 Castelldefels (Barcelona).

Vargas e Isabel, (2015). Determinación de la Influencia de la Aplicación de Diferentes Dosis de Estiércol de Ganado Vacuno en la Producción de Compost a partir de Cáscara de cacao. *Universidad Nacional de San Martín*. Recuperado a partir de <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/UNSM/382>

Velasco, (2014). “Efecto de la Incorporación de Microorganismos Eficientes en la Elaboración del Compost, distrito de la Banda de Shilcayo – San Martín – Perú. *Universidad Nacional de San Martín*. Recuperado a partir de <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/UNSM/590>

Vilcahuaman y Analy, (2016). Tiempo y Calidad del Compost con Aplicación de Tres dosis de Microorganismos Eficaces - Concepción. *Universidad Nacional del Centro del Perú*. Recuperado a partir de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3487>

Kalvatchev, Domingo y el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Caracas, Venezuela. Franklin Guerra Cedezo, Fondo Nacional del Cacao (FONCACAO), Caracas, Venezuela, y Zlatko Kalvatchev. (1998). Theobroma CACAO L.: Un nuevo enfoque para nutrición y salud. 6 de junio 1998, 3.

ANEXOS

Anexo A. Galería de Fotos tomadas en Campo

Anexo A.1. Lugar donde se desarrolló el trabajo de investigación:

Entrada por el kilómetro 51, carretera central Tingo María – Aguaitía.



Planta de compostaje – Puerto Nuevo



Limita por:

- Sector : **Puerto Nuevo**
- Distrito : **Padre Felipe Luyando**
- Provincia : **Leoncio Prado**
- Departamento : **Huánuco**

Coordenadas UTM:

- Norte : **8986676.0617**
- Este: : **389677.6010**
- Altitud : **622 msnm**

Anexo A.2. Recojo de hojas del suelo del cultivo de cacao

Recogiendo las hojas caídas de cacao.



Recogiendo 1600 kilogramos de hojas caídas de cacao.



Anexo A.3. Preparación de las bacterias

Paso 1: vaciar 1 litro de bacterias a un balde casero.



Paso 2: agregar 9 litros de agua pura en el balde de bacterias.



Solución final: agua + bacterias (Lactobacillus lactis).



Anexo A.4. Picado y humedecimiento de hojas, para armar las camas o rumas.

Hojas picadas con machetes**Hojas picadas sin
humedecer****Hojas humedecidas**

ANEXO A.5. Armado de las rumas o camas

50 KILOS DE RESIDUO VEGETAL DE CACAO PARA CADA CAMA.

Primera capa: se colocó 10 kilos de hojas húmedas, picadas.

Se agregó en forma de riego las bacterias Lactobacillus lactis.



Segunda capa: se colocó 10 kilos de hojas húmedas, picadas.

Se agregó en forma de riego las bacterias Lactobacillus lactis.



Tercera capa: se colocó 10 kilos de hojas húmedas, picadas.

Se agregó en forma de riego las bacterias Lactobacillus lactis.



Cuarta capa: se colocó 400 kilos de hojas picadas y húmedas para cada ruma.

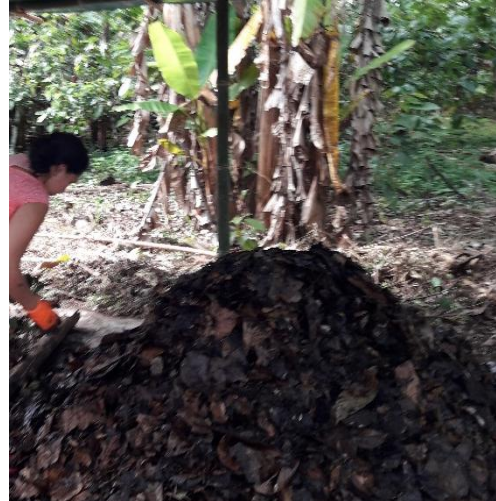
Se agregó en forma de riego las bacterias Lactobacillus lactis.



Cada ruma se realizó de esa manera: hojas + Lactobacillus lactis, formando un trapecio.



Se midió la altura de la ruma: 1 metro de altura tiene cama.



Una vez terminado la ruma se procede a taparlo con plástico.



ANEXO A.6. Tomando nota de los datos de campo para pasar al registro de datos.

1.- Registrando la temperatura del ambiente



2.- Registrando la temperatura de las rumas



3.- Midiendo el PH de cada ruma



ANEXO A.7. DIFERENCIA ENTRE LOS TRES MESES DEL TRATAMIENTO

➤ Primer mes de haber realizado el compostaje



➤ Segundo mes de haber realizado el compostaje



➤ Tercer mes de haber realizado el compostaje



ANEXO A.8. Inspección de mis jurados en el lugar de trabajo de investigación.

Ingeniero metalúrgico: Marco Antonio Maquina Torres



Ingeniero agrónomo: Calixto Simeón



Biólogo: Alejandro Duran Nieva



ANEXO A.9. TAMIZADO DEL COMPOST FINAL

**Anexo A.10 MUESTRAS PARA MANDAR AL LABORATORIO DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA-TINGO MARÍA**



ANEXO B. FORMATOS DE TRABAJO

ANEXO B.1. FORMATO PARA TOMAR DATOS DE CAMPO

[illegible]

ANEXO B.2. RESULTADO DE LOS PARÁMETROS TOMADOS EN CAMPO

ANEXO B 2.1. DATOS TOMADOS EN CAMPO-TESTIGO 1

MES DE MARZO							
TESTIGO I							
DIA	HORA	Tº AMBIENTE		Tº DE LA RUMA	HUMEDAD %	PESO	PH
		MÁXIMA	MÍNIMA			PESO INICIAL	
03/03/2018	08:00 a.m.	18.1°C	18.1° C	16 °C	21%	400 KG	4
08/03/2018	10:00 a.m.	25.6°C	25.0° C	19°C	21%	400 KG	4
13/03/2018	09:00 a.m.	25.2°C	24.0° C	21 °C	25%	400 KG	4
19/03/2018	12:00 p.m.	28.6°C	28.1° C	27 °C	28%	400 KG	5
26/03/2018	11:00 a.m.	28.3°C	28.3° C	30 °C	30%	400 KG	5
31/03/2018	03:00 p.m.	30.5°C	30.3° C	32 °C	33%	400 KG	5

MES DE ABRIL							
TESTIGO I							
DIA	HORA	Tº AMBIENTE		Tº DE LA RUMA	HUMEDAD %	PESO	PH
		MÁXIMA	MÍNIMA			PESO INICIAL	
03/04/2018	08:00 a.m.	21.0°C	20.3° C	34°C	33%	400 KG	5
08/04/2018	10:00 a.m.	23.5°C	21.0° C	39 °C	35%	400 KG	5
13/04/2018	07:00 a.m.	22.2°C	20.3° C	40°C	35%	400 KG	5
19/04/2018	04:00 p.m.	25.1°C	25.1° C	40°C	36%	400 KG	6
24/04/2018	07:00 a.m.	22.6°C	22.3° C	40°C	37%	400 KG	6
30/04/2018	03:00 p.m.	28.4°C	21.0° C	40°C	38%	400 KG	6

MES DE MAYO							
TESTIGO I							
DIA	HORA	Tº AMBIENTE		Tº DE LA RUMA	HUMEDAD %	PESO	PH
		MÁXIMA	MÍNIMA			PESO INICIAL	
06/05/2018	01:00 p.m.	22.4°C	21.4° C	41°C	38%	400 KG	6
13/05/2018	10:00 a.m.	20.6°C	20.3° C	44 °C	39%	400 KG	7
20/05/2018	04:00 p.m.	30.0°C	30.0° C	44 °C	39%	400 KG	7
24/05/2018	06:00 p.m.	19.1°C	19.1° C	38°C	40%	400 KG	7
27/05/2018	12:00 p.m.	27.1°C	26.5° C	36 °C	40%	400 KG	7
30/05/2018	02:00 p.m.	30.4°C	30.0° C	27°C	40%	400 KG	7

ANEXO B 2.2. DATOS TOMADOS EN CAMPO-RUMA 1

MES DE MARZO							
CAMA O RUMA N° 1							
DIA	HORA	T° AMBIENTE		T° DE LA RUMA	HUMEDAD %	PESO	PH
		MÁXIMA	MÍNIMA			PESO INICIAL	
03/03/2018	08:00 a.m.	18.1°C	18.1° C	28 °C	21%	400 KG	4
08/03/2018	10:00 a.m.	25.6°C	25.0° C	30 °C	21%	400 KG	4
13/03/2018	09:00 a.m.	25.2°C	24.0° C	35 °C	25%	400 KG	4
19/03/2018	12:00 p.m.	28.6°C	28.1° C	38 °C	28%	400 KG	5
26/03/2018	11:00 a.m.	28.3°C	28.3° C	45 °C	30%	400 KG	5
31/03/2018	03:00 p.m.	30.5°C	30.3° C	45 °C	33%	400 KG	5

MES DE ABRIL							
CAMA O RUMA N° 1							
DIA	HORA	T° AMBIENTE		T° DE LA RUMA	HUMEDAD %	PESO	PH
		MÁXIMA	MÍNIMA			PESO INICIAL	
03/04/2018	08:00 a.m.	21.0°C	20.3° C	45 °C	33%	400 KG	5
08/04/2018	10:00 a.m.	23.5°C	21.0° C	45 °C	35%	400 KG	5
13/04/2018	07:00 a.m.	22.2°C	20.3° C	47 °C	35%	400 KG	5
19/04/2018	04:00 p.m.	25.1°C	25.1° C	48 °C	36%	400 KG	6
24/04/2018	07:00 a.m.	22.6°C	22.3° C	50 °C	37%	400 KG	6
30/04/2018	03:00 p.m.	28.4°C	21.0° C	55 °C	38%	400 KG	6

MES DE MAYO							
CAMA O RUMA N° 1							
DIA	HORA	T° AMBIENTE		T° DE LA RUMA	HUMEDAD %	PESO	PH
		MÁXIMA	MÍNIMA			PESO INICIAL	
06/05/2018	01:00 p.m.	22.4°C	21.4° C	50°C	38%	400 KG	6
13/05/2018	10:00 a.m.	20.6°C	20.3° C	47 °C	39%	400 KG	7
20/05/2018	04:00 p.m.	30.0°C	30.0° C	40 °C	39%	400 KG	7
24/05/2018	06:00 p.m.	19.1°C	19.1° C	36 °C	40%	400 KG	7
27/05/2018	12:00 p.m.	27.1°C	26.5° C	30 °C	40%	400 KG	7
30/05/2018	02:00 p.m.	30.4°C	30.0° C	28 °C	40%	400 KG	7

ANEXO B 2.3. DATOS TOMADOS EN CAMPO-RUMA 2

MES DE MARZO							
CAMA O RUMA N° 2							
DIA	HORA	T° AMBIENTE		T° DE LA RUMA	HUMEDAD %	PESO	
		MÁXIMA	MÍNIMA			PESO INICIAL	PH
03/03/2018	08:00 a.m.	18.1°C	18.1° C	22°C	21%	400 KG	4
08/03/2018	10:00 a.m.	25.6°C	25.0° C	24 °C	21%	400 KG	4
13/03/2018	09:00 a.m.	25.2°C	24.0° C	27 °C	25%	400 KG	4
19/03/2018	12:00 p.m.	28.6°C	28.1° C	30 °C	28%	400 KG	5
26/03/2018	11:00 a.m.	28.3°C	28.3° C	33 °C	30%	400 KG	5
31/03/2018	03:00 p.m.	30.5°C	30.3° C	38 °C	33%	400 KG	5

MES DE ABRIL							
CAMA O RUMA N° 2							
DIA	HORA	T° AMBIENTE		T° DE LA RUMA	HUMEDAD %	PESO	
		MÁXIMA	MÍNIMA			PESO INICIAL	PH
03/04/2018	08:00 a.m.	21.0°C	20.3° C	38 °C	33%	400 KG	5
08/04/2018	10:00 a.m.	23.5°C	21.0° C	40 °C	35%	400 KG	5
13/04/2018	07:00 a.m.	22.2°C	20.3° C	40 °C	35%	400 KG	5
19/04/2018	04:00 p.m.	25.1°C	25.1° C	42 °C	36%	400 KG	6
24/04/2018	07:00 a.m.	22.6°C	22.3° C	45 °C	37%	400 KG	6
30/04/2018	03:00 p.m.	28.4°C	21.0° C	45 °C	38%	400 KG	6

MES DE MAYO							
CAMA O RUMA N° 2							
DIA	HORA	T° AMBIENTE		T° DE LA RUMA	HUMEDAD %	PESO	
		MÁXIMA	MÍNIMA			PESO INICIAL	PH
06/05/2018	01:00 p.m.	22.4°C	21.4° C	45°C	38%	400 KG	6
13/05/2018	10:00 a.m.	20.6°C	20.3° C	47 °C	39%	400 KG	7
20/05/2018	04:00 p.m.	30.0°C	30.0° C	48°C	39%	400 KG	7
24/05/2018	06:00 p.m.	19.1°C	19.1° C	50°C	40%	400 KG	7
27/05/2018	12:00 p.m.	27.1°C	26.5° C	50 °C	40%	400 KG	7
30/05/2018	02:00 p.m.	30.4°C	30.0° C	47 °C	40%	400 KG	7

ANEXO B 2.4. DATOS TOMADOS EN CAMPO-RUMA 3

MES DE MARZO							
CAMA O RUMA N° 3							
DIA	HORA	T° AMBIENTE		T° DE LA RUMA	HUMEDAD %	PESO	PH
		MÁXIMA	MÍNIMA			PESO INICIAL	
03/03/2018	08:00 a.m.	18.1°C	18.1° C	18 °C	21%	400 KG	4
08/03/2018	10:00 a.m.	25.6°C	25.0° C	20 °C	21%	400 KG	4
13/03/2018	09:00 a.m.	25.2°C	24.0° C	25 °C	25%	400 KG	4
19/03/2018	12:00 p.m.	28.6°C	28.1° C	27°C	28%	400 KG	5
26/03/2018	11:00 a.m.	28.3°C	28.3° C	30°C	30%	400 KG	5
31/03/2018	03:00 p.m.	30.5°C	30.3° C	32 °C	33%	400 KG	5

MES DE ABRIL							
CAMA O RUMA N° 3							
DIA	HORA	T° AMBIENTE		T° DE LA RUMA	HUMEDAD %	PESO	PH
		MÁXIMA	MÍNIMA			PESO INICIAL	
03/04/2018	08:00 a.m.	21.0°C	20.3° C	35 °C	33%	400 KG	5
08/04/2018	10:00 a.m.	23.5°C	21.0° C	40 °C	35%	400 KG	5
13/04/2018	09:00 a.m.	22.2°C	20.3° C	41 °C	35%	400 KG	5
19/04/2018	12:00 p.m.	25.1°C	25.1° C	43 °C	36%	400 KG	6
26/04/2018	11:00 a.m.	22.6°C	22.3° C	45°C	37%	400 KG	6
31/04/2018	03:00 p.m.	28.4°C	21.0° C	50 °C	38%	400 KG	6

MES DE MAYO							
CAMA O RUMA N° 3							
DIA	HORA	T° AMBIENTE		T° DE LA RUMA	HUMEDAD %	PESO	PH
		MÁXIMA	MÍNIMA			PESO INICIAL	
06/05/2018	01:00 p.m.	22.4°C	21.4° C	50°C	38%	400 KG	6
13/05/2018	10:00 a.m.	20.6°C	20.3° C	50 °C	39%	400 KG	7
20/05/2018	04:00 p.m.	30.0°C	30.0° C	45°C	39%	400 KG	7
24/05/2018	06:00 p.m.	19.1°C	19.1° C	42°C	40%	400 KG	7
27/05/2018	12:00 p.m.	27.1°C	26.5° C	39 °C	40%	400 KG	7
30/05/2018	02:00 p.m.	30.4°C	30.0° C	35 °C	40%	400 KG	7

ANEXO C. CUADROS DE MATRICES

ANEXO C.1. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)

TÍTULO: EFICIENCIA DE Lactobacillus lactis EN LA PRODUCCIÓN DE COMPOST APARTIR DE HOJAS DE CACAO (Theobroma cacao L.) EN LA LOCALIDAD DE PUERTO NUEVO, DISTRITO DE PADRE FELIPE LUYANDO, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO, MARZO-MAYO DE 2018.

VARIABLE		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INTRUMENTOS ITEMS
IN DE PE ND IE NT E	Eficiencia de <u>Lactobacillus Lactis</u>	<u>Lactobacillus lactis</u> : del género lactis que significa leche y bacillus que significa pequeños bacilos. Se caracteriza por presentar células en forma de bacilos largos y extendidos, aunque con frecuencia pueden observarse bacilos cortos o coryneformes. Los lactobacilos pueden encontrarse en productos lácteos, quesos, granos, productos cárnicos o de pescado, agua, aguas cloacales, cervezas, vinos, frutas y jugos de frutas, col y otros vegetales fermentados, ensilajes, masas agrias y pulpas. Parra (2010).	Contribuyen de manera sustancial a la descomposición de los residuos. Cuando aumenta la temperatura de las rumas o pilas, hace que el <u>Lactobacillus Lactis</u> . Como inoculante microbiano, reestablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementando la producción de los cultivos y su protección; además conserva los recursos naturales, generando una agricultura sostenible. Las bacterias ácido lácticas tienen la habilidad de suprimir microorganismos causantes de enfermedades como <i>Fusarium</i> . Bajo circunstancias normales, las especies como <i>Fusarium</i> debilitan las plantas cultivadas, exponiéndolas a enfermedades y a poblaciones crecientes de plagas como los nemátodos. El uso de bacterias ácido lácticas reduce las poblaciones de nemátodos y controla la propagación y diseminación de <i>Fusarium</i> , mejorando así el medio ambiente para el crecimiento de cultivos. (Ricardo Parra, 2010).	Parámetros físicos de degradación	Nivel de Temperatura	%	Termómetro
					Nivel de PH	Acidez y alcalinidad	PH-metro
					Nivel de Humedad	%	Termómetro impermeable para compost
				Parámetros de tiempo	Tiempo de degradación de la materia orgánica	días	días
DE PE ND IE NT E	Producción de Compost	El compost: es un abono orgánico, que se produce cuando los materiales de origen vegetal o animal se biodegradan o pudren por la acción de millones de bacterias, hongos y otros microorganismos. Estos materiales se llaman orgánicos. Se obtiene por la descomposición o desechos de plantas y animales que son transformados en una masa homogénea de estructura grumosa, rica en humus y en microorganismos. Mejía y Palencia (2002)	El compost con <u>Lactobacillus lactis</u> mejora las propiedades físicas y químicas del suelo. Aumenta el contenido en macronutrientes N, P, K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos. Mejora la actividad biológica del suelo. Mejora su fertilidad del suelo. Mejía y Palencia (2002)	Abono obtenido	kg de peso tamizado	Kg	Balanza romana
				Parámetros inorgánicos	% de cenizas en base seca	%	Laboratorio
					% de materia orgánica en base seca	%	Laboratorio
					% de materia seca	%	Laboratorio
				Incremento de Macronutrientes y Micronutrientes	% N	%	Laboratorio
					%P2P5	%	Laboratorio
					% Ca	%	Laboratorio
					% Mg	%	Laboratorio
					% K	%	Laboratorio
					% Na	%	Laboratorio
					Cu	ppm	Laboratorio
					Fe	ppm	Laboratorio
					Zn	ppm	Laboratorio
					Mn	ppm	Laboratorio
					Cd	ppm	Laboratorio
					Pb	ppm	Laboratorio

ANEXO C.2. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: EFICIENCIA DE Lactobacillus lactis EN LA PRODUCCIÓN DE COMPOST APARTIR DE HOJAS DE CACAO (Theobroma cacao L.) EN LA LOCALIDAD DE PUERTO NUEVO, DISTRITO DE PADRE FELIPE LUYANDO, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO, MARZO-MAYO DE 2018.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
PROBLEMA GENERAL ¿Cuál es la eficiencia de <u>Lactobacillus lactis</u> en el contenido de nutrientes y el menor tiempo en la producción de compost a partir de hojas caídas de cacao, (<u>Theobroma cacao L.</u>) en la localidad de Puerto nuevo, distrito de Padre Felipe Luyando, provincia de Leoncio prado, departamento de Huánuco, marzo-mayo 2018?	OBJETIVO GENERAL -Determinar la eficiencia del <u>Lactobacillus lactis</u> en el contenido de nutrientes y el menor tiempo en la producción de compost a partir de hojas caídas de cacao, (<u>Theobroma cacao L.</u>).	HIPOTESIS GENERAL -El <u>Lactobacillus lactis</u> influye en el contenido de nutrientes	VARIABLE DEPENDIENTE - Producción de compost	Abono Obtenido Kilo de peso tamizado Parámetros Inorgánicos % de cenizas en base seca % de materia orgánica en base seca % de materia seca Incremento de Micronutrientes y Macronutrientes % N %P2P5 % Ca % Mg % K % Na Cu Fe Zn Mn Cd Pb	El tipo de investigación es mixta, ya que implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, con el fin de obtener un resumen más completo del proyecto de investigación.	En este proyecto no tienes población de personas, pero si la cantidad de hojas secas caídas de cacao.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS ¿Cuáles son los valores de los parámetro Físicos que intervienen durante el tiempo de producción de compost a partir de hojas de cacao (<u>Theobroma cacao L</u>) con <u>Lactobacillus Lactis</u> en la localidad de Puerto Nuevo, distrito de Padre Felipe Luyando, provincia de Leoncio prado, departamento de Huánuco, marzo-mayo de 2018? ¿Cuáles es el valor de tiempo para la producción del compost con <u>Lactobacillus Lactis</u> a partir de hojas caídas de cacao (<u>Theobroma cacao L.</u>) en la localidad de Puerto Nuevo, distrito de Padre Felipe Luyando, provincia de Leoncio prado, departamento de Huánuco, marzo-mayo de 2018? ¿Cuál es la cantidad de compost obtenido a partir de las hojas de cacao (<u>Theobroma cacao L.</u>) con <u>Lactobacillus Lactis</u> en la localidad de Puerto Nuevo, distrito de Padre Felipe Luyando, provincia de Leoncio prado, departamento de Huánuco, marzo-mayo de 2018? ¿Cuál son los nutrientes que contiene el abono orgánico a partir de hoja de cacao (<u>Theobroma cacao L.</u>) con <u>Lactobacillus Lactis</u> en la localidad de Puerto Nuevo, distrito de Padre Felipe Luyando, provincia de Leoncio prado, departamento de Huánuco, marzo-mayo de 2018?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS -Determinar las características físicas del compost producidas por <u>Lactobacillus lactis</u> en las hojas caídas de cacao (<u>Theobroma cacao L</u>) -Determinar el contenido de nutrientes en la producción de compost a partir de hojas caídas de cacao, (<u>Theobroma cacao L</u>) -Determinar las características químicas del compost producido por <u>Lactobacillus Lactis</u> en las hojas caídas de cacao (<u>Theobroma cacao L</u>)	HIPOTESIS ESPECIFICAS -El <u>Lactobacillus lactis</u> influye en el contenido de nutrientes para la producción de compost a partir de hojas caídas de cacao (<u>Theobroma cacao L</u>) -La eficiencia de <u>Lactobacillus lactis</u> influye en la producción de compost a partir de hojas caídas de cacao (<u>Theobroma cacao L</u>)	VARIABLE INDEPENDIENTE -Eficiencia de <u>Lactobacillus lactis</u>	Parámetros Físicos de Degradación Nivel de Temperatura Nivel de PH Nivel de Humedad Parámetros de Tiempo Tiempo de degradación de la materia orgánica	MUESTRAS Conformado por 400 kilogramos aproximadamente de hojas caídas de cacao secas obtenidos dentro de la zona de cultivo cacaotero en el Caserio de Puerto Nuevo.	

ANEXO D. CUADROS DE MATRICES

ANEXO D.1. ANÁLISIS ESPECIAL DEL COMPOST

ANEXO D.2. ANÁLISIS ESPECIAL DE LAS HOJAS DE CACAO (Theobroma cacao L.)



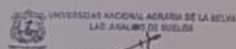
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Tingo Maria
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología
 Av. Universitaria s/n Telef. (062) 562342 - Celular 941531359 Aptdo. 156
analisis@unasesa.edu.pe



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:		CONDEZO PABLO ALEXANDRA			PROCEDENCIA:		AMARILIS - HUANUCO										
DATOS DE LA MUESTRA		ANALISIS PROXIMAL			Humedad Hd (%)	PORCENTAJE EN BASE SECA						PARTES POR MILLON (PPM)					
Código	Referencia	Cenizas en base seca (%)	Materia Organica en base Secca (%)	Materia Secca (%)		N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm	Cd ppm	Pb ppm
M0566	HOJA DE CACAO	9.41	90.59	94.81	5.19	1.85	0.163	0.62	0.36	0.52	0.01	33	966	22	206	0.32	4.74
MUESTREADO POR EL SOLICITANTE																	

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
 TINGO MARIA, 28 DE JUNIO DEL 2018
 RECIBO N° 001-0545744



Ing. Luis G. Manólla Minaya
 JEFE





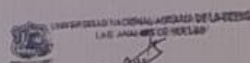
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Tingo Maria
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología
 Av. Universitaria s/n Telf. (062) 562342 - Celular 941531359 Aptdo. 156
analisisdesuelos@unase.edu.pe



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:		CONDEZO PABLO ALEXANDRA				PROCEDENCIA:		AMARILIS - HUANUCO									
DATOS DE LA MUESTRA		ANALISIS PROXIMAL				PORCENTAJE EN BASE SECA						PARTES POR MILLON (PPM)					
Código	Referencia	Cenizas en base seca (%)	Materia Organica en base Seca (%)	Materia Seca (%)	Humedad Hd (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm	Cd ppm	Pb ppm
M0557	COMPOST	43.70	56.30	91.38	8.62	1.41	0.197	1.57	0.31	0.61	0.04	20	1273	46	328	0.05	19.4

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
 TINGO MARIA, 28 DE JUNIO DEL 2018
 RECIBO N° 001-0545744



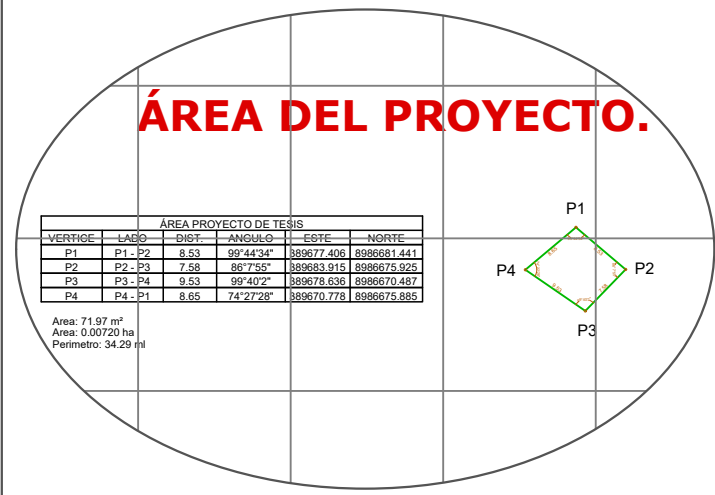
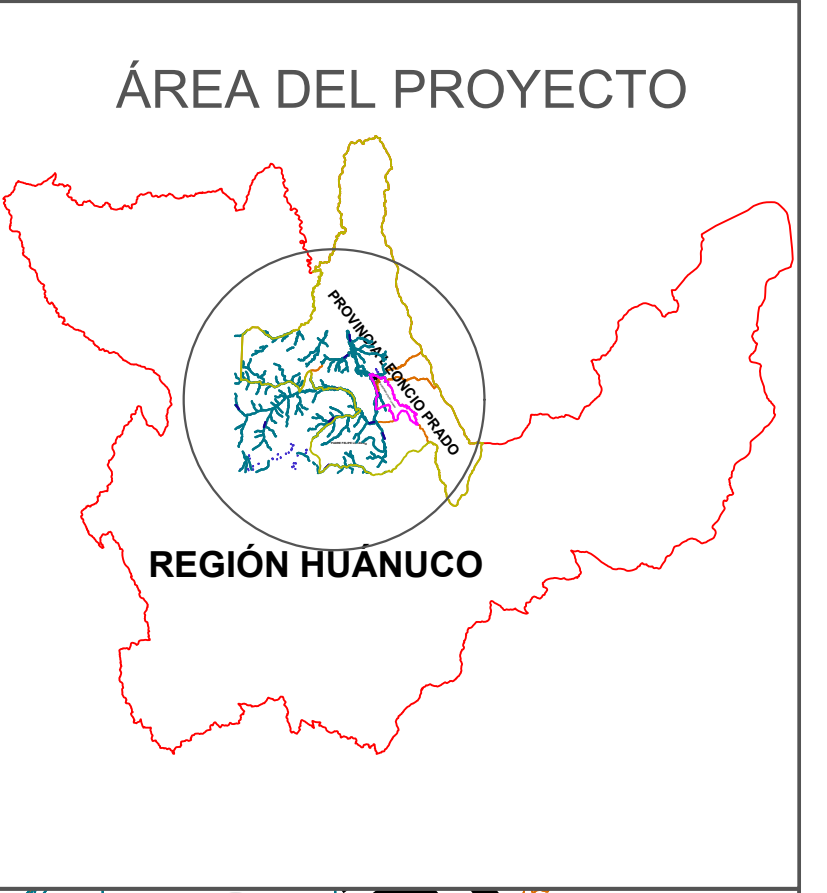
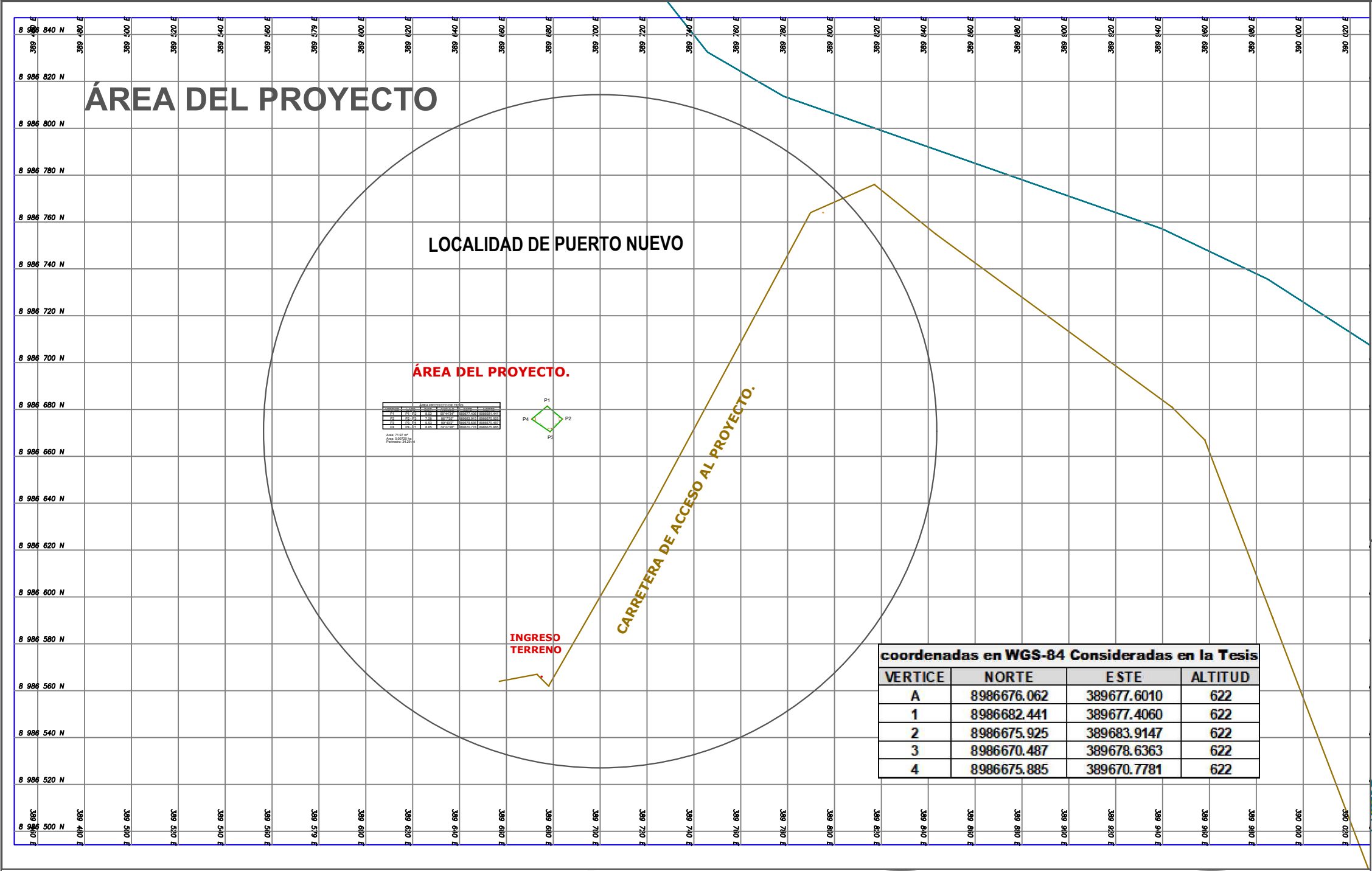
Ing. Luis G. Mamilla Minoaya
 JEFE





METODOS ANALÍTICOS

CARACTERÍSTICA	MÉTODO	CARACTERÍSTICA	MÉTODO
EXTRACTO	VIA SECA DIGESTIÓN ACIDA - HCl	HUMEDAD	ESTUFA 105° C MEMERT ALEMANIA
DETERMINACIÓN DE MACROELEMENTOS: Ca, Mg, K, Na	EAA VARIAN ALEMANIA	CENIZAS	MUFLA 650° C THERM CONCEPT ALEMANIA
DETERMINACIÓN DE FÓSFORO	METAVANADATO ESPECTRO UV VISIBLE - THERMO SCIENTIFIC USA	DETERMINACIÓN DE MICROELEMENTOS: Fe, Mn, Zn, Cu	EAA VARIAN ALEMANIA
DETERMINACIÓN DE AZUFRE	TURBIDIMETRIA DEL SULFATO DE BARIO ESPECTRO UV VISIBLE - THERMO SCIENTIFIC USA	DETERMINACIÓN DE BORO	COLORIMETRIA CON AZOMETINA-H ESPECTRO UV VISIBLE - THERMO SCIENTIFIC USA
CADMIUM TOTAL Y PLOMO TOTAL	EAA VARIAN ALEMANIA	N TOTAL	KJENDHAL BUCHI ALEMANIA
CARBONATOS	NEUTRALIZACIÓN ACIDA HCl 0.5N NaOH 0.25N	NITRÓGENO AMONICAL Y DE NITRATOS	NTE INEN 0226: FERTILIZANTES
PH	SOLUCIÓN AL 10% PH-METRO SARTORIUS ALEMANIA		



PROCESO PRODUCCIÓN DE COMPOST EN EL ÁREA DEL PROYECTO

PLANO DE UBICACIÓN, LOCALIZACIÓN Y PERÍMETRO (UTM, DATUM WGS - 84)			
PROYECTO TESIS - PRODUCCIÓN DE COMPOST - LOCALIDAD PUERTO NUEVO			
MÉTODO DE CÁLCULO: CARTESIANO	ÁREA: INDICADA	PERÍMETRO: INDICADA	Lámina: UL-01
UBICACIÓN: DEPARTAMENTO : HUÁNUCO PROVINCIA : LEONCIO PRADO DISTRITO : PADRE FELIPE LUYANDO LUGAR : PUERTO NUEVO		SISTEMA: PROYECCIÓN : UTM DATUM : WGS-84 ZONA : 18 BANDA : L	
PLANO: PERIMETRAL	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: A.S., CONDEZO PABLO	FECHA: JULIO - 2018