

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### CARRERA DE INGENIERÍA EN DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

**Tema:** “Evaluación de tres fertilizantes orgánicos en la productividad del cultivo de mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*) en la parroquia de Monte Olivo sector Palmar Grande.”

Trabajo de titulación previa la obtención del  
título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTOR: Narváez Gómez Anderson Edison

TUTOR MSc. Segundo Ramiro Mora Quilismal

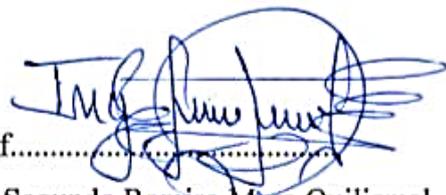
Tulcán, 2022



## CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que el estudiante Narváez Gómez Anderson Edison con el número de cédula 100446520-7 ha elaborado el trabajo de titulación: “Evaluación de tres fertilizantes orgánicos en la productividad del cultivo de mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*) en la parroquia de Monte Olivo sector Palmar Grande.”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



f.....  
MSc. Segundo Ramiro Mora Quilismal  
**TUTOR**



f.....  
MSc. Santiago Paúl Ortiz Tirado  
**LECTOR**

Tulcán, septiembre de 2022

## AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de ingeniería en desarrollo integral agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Narvárez Gómez Anderson Edison con cédula de identidad número 100446520-7 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

f.  .....

Narvárez Gómez Anderson Edison

AUTOR

Tulcán, septiembre de 2022

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Narváez Gómez Anderson Edison declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Evaluación de tres fertilizantes orgánicos en la productividad del cultivo de mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*) en la parroquia de Monte Olivo sector Palmar Grande.” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

f. .....

Narváez Gómez Anderson Edison

AUTOR

Tulcán, septiembre de 2022

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por brindarme sabiduría y bienestar en mi vida, junto a mis padres y seres queridos, quienes me guiaron con sus consejos para seguir adelante en mis estudios, con su esfuerzo y dedicación me han permitido cumplir mis metas.

A mis abuelos, tíos y hermanos que me han fortalecido para seguir adelante brindándome apoyo moral y económico, mostrándome que los momentos más difíciles no son para siempre, sino que estos permiten a las personas ser más fuertes para valorarse y seguir hacia las metas propuestas.

A la prestigiosa Universidad Politécnica Estatal del Carchi, por haberme acogido como un estudiante más en sus aulas, siendo mi segundo hogar, donde he conocido a docentes de excelencia impartiendo sus conocimientos, consejos y valores que me han formado moral y académicamente.

Agradezco también al tutor y lector de la presente tesis, por el apoyo brindado en el proceso de investigación, por la paciencia, carisma y sabios conocimientos proporcionados.

Finalmente, a todas las personas con quienes he compartido, experiencias, anécdotas y momentos únicos, durante la educación superior, donde he mejorado cada día en busca de nuevas oportunidades.

*Anderson Narváez*

## **DEDICATORIA**

A Dios, por permitirme seguir adelante y dar amor y sabiduría en todo momento, a mis padres quienes fueron los promotores de mi bienestar, educación y valores para llegar a este punto de mi vida, los cuales en cada caída me han sabido dar consejos de aliento y ejemplos para superarme como persona, su apoyo es pleno y puro por lo que estaré eternamente agradecido.

A mis abuelos, tíos y hermanos quienes han estado en todo momento y han confiado en mí, a todos aquellos docentes que día a día impartieron sus conocimientos dándome nuevas perspectivas de vida que me han servido y servirán mucho en un futuro profesional.

Finalmente, a mis amigos, compañeros y demás personas que he conocido a lo largo de mi vida y que han sabido brindar el apoyo moral en distintas situaciones de la vida cotidiana y quienes de alguna forma compartieron parte de este proyecto.

*Anderson Narváez*

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR.....	III
AUTORÍA DE TRABAJO.....	IV
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	V
AGRADECIMIENTO .....	VI
DEDICATORIA .....	VII
ÍNDICE GENERAL .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT .....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVI
I. PROBLEMA .....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	3
1.4.1. Objetivo General .....	3
1.4.2. Objetivos Específicos .....	3
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	3
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	4
2.2. MARCO TEÓRICO .....	7
2.2.1 La mora .....	7
2.2.1.1 Características del fruto.....	7

2.2.1.2 Origen de la mora de castilla ( <i>Rubus glaucus benth</i> ) .....	7
2.2.1.3 Taxonomía y botánica .....	7
2.2.1.4 Descripción morfológica .....	8
2.2.1.5 Mora de castilla en el Ecuador .....	7
2.2.1.6 Requerimientos edafoclimáticos para el cultivo de mora .....	8
2.2.1.7 Labores del cultivo.....	9
2.2.2 Los fertilizantes agrícolas o abonos.....	12
2.2.2.1 Tipos de Fertilizantes Agrícolas .....	13
2.2.2.2 Clasificación de los diferentes tipos de fertilizantes según su modo de aplicación .....	14
2.2.2.3 Criterios para formular un plan eficiente de fertilización .....	15
2.2.2.4 Dosis a utilizar de los fertilizantes orgánicos .....	16
2.2.2.5 Beneficios de la fertilización orgánica.....	16
2.2.2.6 Desventajas de la fertilización orgánica.....	16
2.2.3 Tipos de fertilizantes orgánicos.....	17
2.2.3.1 Compost .....	17
2.2.3.2 Vermicompost .....	24
2.2.3.3 Bocashi .....	32
III. METODOLOGÍA .....	38
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO.....	38
3.1.1. Enfoque .....	38
3.1.2. Tipo de Investigación .....	38
3.1.2.1 Investigación Bibliográfica .....	38
3.1.2.2 Investigación Experimental.....	38
3.1.2.3 Investigación de Campo.....	38
3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER.....	38
3.2.1 Hipótesis Afirmativa.....	38

3.2.2 Hipótesis Nula .....	38
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	39
3.3.1. Definición de variables .....	39
3.3.2. Operacionalización de variables .....	39
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS .....	41
3.4.1. Localización del experimento .....	41
3.4.2. Factor de estudio.....	41
3.4.3 Tratamiento .....	42
3.4.4 Características del diseño experimental.....	42
3.4.5 Distribución de las unidades experimentales .....	43
3.4.5.1 Selección de las unidades experimentales (plantas) .....	43
3.4.6 Procesamiento y análisis de datos .....	44
3.4.7 Manejo del experimento .....	44
3.4.8 Procedimiento.....	45
3.4.8.1 Muestra para estudio de suelo .....	45
3.4.8.2 Preparación del terreno .....	45
3.4.8.3 Instalación del ensayo .....	45
3.4.8.4 Siembra .....	45
3.4.8.5 Control de malezas.....	45
3.4.8.6 Controles fitosanitarios .....	46
3.4.8.7 Fertilización.....	46
3.4.8.8 Cosecha .....	48
3.4.9 Variables evaluadas .....	48
3.4.9.1 Número de racimos por parcela.....	48
3.4.9.2 Número de flores por parcela .....	48
3.4.9.3 Número de frutos por parcela.....	48
3.4.9.4 Peso de frutos por parcela (kg/parcela).....	49

3.4.9.5 Costo-beneficio .....	49
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	50
4.1. RESULTADOS .....	50
4.1.1 Racimos .....	50
4.1.1.1 Número de racimos por parcela al primer, segundo y tercer mes .....	50
4.1.1.2 Prueba de Tukey según el número de racimos por parcela en el primer, segundo y tercer mes .....	51
4.1.2 Flores .....	53
4.1.2.1 Número de flores por parcela en el primer, segundo y tercer mes .....	53
4.1.2.2 Prueba Tukey según el número de flores por parcela en el primer, segundo y tercer mes .....	54
4.1.3 Frutos .....	56
4.1.3.1 Número de frutos por parcela en el primer, segundo y tercer mes .....	56
4.1.3.2 Prueba de Tukey según el número de frutos por parcela en el primer, segundo y tercer mes .....	57
4.1.4 Peso del fruto (kg/parcela) .....	59
4.1.4.1 Peso del fruto por parcela en el primer, segundo y tercer mes .....	59
4.1.4.2 Prueba de Tukey según el peso del fruto por parcela en el primer, segundo y tercer mes .....	61
4.1.4.3 Resumen general del rendimiento (peso) del fruto por parcela y totalidad del ensayo, de acuerdo a los tratamientos utilizados .....	63
4.1.4.4 Peso total aproximado del fruto por hectárea según cada tratamiento utilizado .....	63
4.1.5 Análisis económico.....	64
4.1.6 Composición de los abonos orgánicos según varios autores vs los utilizados para la aplicación en el ensayo experimental.....	46
4.2. DISCUSIÓN .....	66
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	68
5.1. CONCLUSIONES.....	68

5.2. RECOMENDACIONES.....	68
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
VII. ANEXOS .....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Dosis recomendada en diferentes cultivos .....	31
<b>Figura 2</b> Ubicación geográfica del ensayo .....	41
<b>Figura 3</b> Esquema del diseño experimental.....	43
<b>Figura 4</b> Parcela neta de cada unidad experimental.....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Características de un compost comercialmente aceptable .....	22
<b>Tabla 2</b> Supresión de hongos con el Vermicompost.....	26
<b>Tabla 3</b> Características de un vermicompost comercialmente aceptable .....	28
<b>Tabla 4</b> Características del bocashi comercialmente aceptable .....	34
<b>Tabla 5</b> Operacionalización de variables.....	39
<b>Tabla 6</b> Tratamientos del ensayo experimental .....	42
<b>Tabla 7</b> Características del diseño experimental.....	42
<b>Tabla 8</b> Características de un compost comercialmente aceptable vs el compost aplicado en el ensayo.....	46
<b>Tabla 9</b> Características de un vermicompost comercialmente aceptable vs el vermicompost aplicado en el ensayo .....	47
<b>Tabla 10</b> Características del bocashi comercialmente aceptable vs el bocashi aplicado en el ensayo.....	47
<b>Tabla 11</b> Número de racimos en la primera y segunda quincena del primer, segundo y tercer mes .....	50
<b>Tabla 12</b> Prueba estadística Tukey para el número de racimos en el primer, segundo y tercer mes .....	51
<b>Tabla 13</b> Número de flores en la primera y segunda quincena del primer, segundo y tercer mes .....	53

<b>Tabla 14</b> Prueba estadística Tukey para el número de flores en el primer, segundo y tercer mes .....	55
<b>Tabla 15</b> Número de frutos en la primera y segunda quincena del primer, segundo y tercer mes .....	57
<b>Tabla 16</b> Prueba estadística Tukey para el número de frutos en el primer, segundo y tercer mes .....	58
<b>Tabla 17</b> Peso del fruto en la primera y segunda quincena del primer, segundo y tercer mes	60
<b>Tabla 18</b> Prueba estadística Tukey para el peso del fruto en el primer, segundo y tercer mes	61
<b>Tabla 19</b> Peso del fruto por parcela y por totalidad del ensayo .....	63
<b>Tabla 20</b> Peso total del fruto por hectárea cada 15 días .....	64
<b>Tabla 21</b> Análisis económico del cultivo de mora.....	64

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Certificado o Acta del Perfil de Investigación .....	73
<b>Anexo 2</b> Certificado del abstract por parte de idiomas.....	74
<b>Anexo 3</b> Estudio de suelo.....	76
<b>Anexo 4</b> Estudio de abono-Compost .....	77
<b>Anexo 5</b> Estudio de abono-Vermicompost .....	78
<b>Anexo 6</b> Estudio de abono-Bocashi.....	79
<b>Anexo 7</b> Costo de producción del cultivo de mora de castilla por hectárea .....	80
<b>Anexo 8</b> Preparación del terreno (limpieza y realización de hoyos) .....	80
<b>Anexo 9</b> Instalación del ensayo (trasplante) .....	80
<b>Anexo 10</b> Letreros y varas a colocar en cada parcela de acuerdo al diseño planteado .....	81
<b>Anexo 11</b> Aplicación de los abonos (en el trasplante y etapa de floración) .....	81
<b>Anexo 12</b> Recolección de datos (número de racimos, flores y frutos) .....	81
<b>Anexo 13</b> Cosecha del fruto por tratamiento (parcela neta) .....	82
<b>Anexo 14</b> Pesaje del fruto de acuerdo a cada tratamiento (parcela neta) .....	82

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue “Evaluar tres fertilizantes orgánicos en el cultivo de mora de castilla (*Rubus glaucus benth*) en la parroquia de Monte Olivo, sector Palmar Grande” Cantón Bolívar, Carchi, Ecuador. Se comprobó la productividad del cultivo, con el mejor tratamiento, estableciendo un análisis financiero, con relación costo-beneficio. Se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 28 parcelas experimentales en un área total de 1050 m<sup>2</sup>, se evaluaron 7 tratamientos, 3 con abonos orgánicos en dos dosis y 1 testigo absoluto, con cuatro repeticiones, los tratamientos en estudio son: T1D1 (Compost 3 kg planta<sup>-1</sup>), T2D1 (Vermicompost 3 kg planta<sup>-1</sup>), T3D1 (Bocashi 3 kg planta<sup>-1</sup>), T1D2 (Compost 2,5 kg planta<sup>-1</sup>), T2D2 (Vermicompost 2,5 kg planta<sup>-1</sup>), T3D2 (Bocashi 2,5 kg planta<sup>-1</sup>) y T0 (Testigo absoluto). Las variables evaluadas fueron: número de racimos, número de flores, cantidad de frutos, peso del fruto y costo-beneficio. Para el análisis estadístico se empleó el programa Minitab donde se realizó el análisis de varianza (ADEVA) y para la comparación de medias se utilizó la prueba Tukey al 5%. El análisis de resultados mostró que los mejores tratamientos en producción fueron: T2D1 (Vermicompost 3 kg planta<sup>-1</sup>) con 2239,44 kg ha<sup>-1</sup> y el T2D2 (Vermicompost 2,5 kg planta<sup>-1</sup>) con 2106,14 kg ha<sup>-1</sup> mensuales, ya que presentaron un mayor rendimiento, mientras que el tratamiento T0 (Testigo absoluto) con un promedio de 986,42 kg ha<sup>-1</sup> fue el más bajo. En el análisis costo-beneficio se consideró un precio de venta de \$ 1,30 dólares kg<sup>-1</sup> de mora, lo que resultó el tratamiento más rentable el T2D1 con \$ 2,33 dólares, mostrando que por dólar invertido se obtendrá un beneficio de \$ 1,33 dólares.

**Palabras claves:** productividad, compost, vermicompost, bocashi.

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate three organic fertilizers in the productivity of the cultivation of blackberry of castile (*Rubus glaucus Benth*) in Monte Olivo Parish, Palmar Grande sector, Bolivar, Carchi, Ecuador. The productivity of the crop was verified, with the best treatment, establishing a financial analysis, with cost-benefit connection. A Completely Random Block Design (CRBD) was employed, with 28 experimental plots in a total area of 1050 m<sup>2</sup>, 7 treatments were evaluated, 3 with organic fertilizers in two doses and 1 absolute witness, with four repetitions, the treatments under study are: T1D1 (Compost 3 kg plant<sup>-1</sup>), T2D1 (Vermicompost 3 kg plant<sup>-1</sup>), T3D1 (Bocashi 3 kg plant<sup>-1</sup>), T1D2 (Compost 2,5 kg plant<sup>-1</sup>), T2D2 (Vermicompost 2,5 kg plant<sup>-1</sup>), T3D2 (Bocashi 2,5 kg plant<sup>-1</sup>) and T0 (Absolute witness). The variables evaluated were: number of bunches, number of flowers, number of fruits, weight of the fruit and cost-benefit. For the statistical analysis, the Minitab program was used where the analysis of variance (ADEVA) was performed. And the 5% Tukey test was used for the comparison of means. The results analysis showed that the best treatments in production were: T2D1 (Vermicompost 3 kg plant<sup>-1</sup>) with 2239,44 kg ha<sup>-1</sup> and T2D2 (Vermicompost 2,5 kg plant<sup>-1</sup>) with 2106,14 kg ha<sup>-1</sup> per month, since they presented a higher yield, while the T0 treatment (Absolute Witness) with an average of 986,42 kg ha<sup>-1</sup> was the lowest. In the cost-benefit analysis, a sale price of \$ 1,30 dollars kg<sup>-1</sup> of blackberry was considered, which proved the most cost-effective treatment the T2D1 with \$ 2,33, showing that per dollar invested you will get a profit of \$ 1,33 dollars.

**Keywords:** productivity, compost, vermicompost, bocashi.

## INTRODUCCIÓN

La mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*) es un frutal de mayor importancia comercial y la más cultivada en regiones comprendidas entre 1.200 a 3.500 m.s.n.m, nativo de los Andes, se cultiva en forma comercial en muchos países como: Estados Unidos, México, Guatemala, Panamá, Colombia, Ecuador, Perú y Chile. La mora pertenece al género *Rubus* y comprende alrededor de 750 especies, pero aproximadamente solo nueve son comerciales, la de mayor importancia en Ecuador es *R. glaucus* con dos principales variedades: Mora de Castilla y la Andimora (Mora de castilla Sin Espinos).

Las provincias más productoras de mora en el país son: Azuay, Carchi, Cotopaxi, Pichincha y Tungurahua, se estima que existen 5247 ha cultivadas, en 14546 unidades productivas, actualmente ha incrementado un 19% a nivel nacional. Cada planta puede producir 12 kg ha<sup>-1</sup>, llegando a producir hasta 18 T/ha/año, a 1,40 USD/kg, con la variedad Andimora llega a 22 T/ha/año (Martínez, y otros, 2019).

La mora de castilla es una planta perenne que se caracteriza por tener una vida útil muy corta debido al gran contenido de agua que posee, es una fruta apetecida por ser rica en minerales y vitaminas, su expansión se centra a que se le atribuyen propiedades anticancerígenas por su contenido de antioxidantes (polifenoles y antocianinas), es una fruta muy frágil, por lo que requiere de especial cuidado durante la cosecha y transporte. Dependiendo del manejo y cuidado, la planta puede soportar 10 o más años de producción (Besantes, 2015).

Actualmente se puede observar cómo la sociedad está optando por nuevas alternativas de cultivos, debido al uso indebido y excesivo de agroquímicos que están causando erosión en los suelos y provocando la contaminación ambiental, la mejor alternativa ante esto es la agricultura orgánica, entre estos los abonos orgánicos que son resultados de la descomposición de microorganismos que se encuentran en el suelo agrícola, estos reducen los costos de producción del cultivo y generan mayor rendimiento por ende mejor rentabilidad, a la vez que vuelven más resistentes a las plantas y los suelos poseen mayores nutrientes para germinar cualquier cultivo.

Desafortunadamente el uso de fertilizantes químicos ha aumentado en el manejo de cultivos pues genera mayor rendimiento de cosechas aunque su uso es altamente perjudicial para el suelo, por lo que, el presente trabajo plantea el uso de tres abonos orgánicos (compost, vermicompost y bocashi) para lograr una producción adecuada sin utilizar fertilizantes químicos, donde su objetivo es evaluar cuál de estos abonos resulta ser el más eficiente en cuanto a desarrollo y productividad del cultivo de mora de castilla.

## **I. PROBLEMA**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El deterioro en los suelos y la salinidad de los mismos es causado por el uso exagerado de agroquímicos, perdiendo su valor nutricional y su fertilidad por la disminución de la micro flora y micro fauna que son de gran importancia en cada ecosistema ya que es evidente el déficit productivo en cada cosecha siendo el principal problema que afecta a la comunidad.

La comunidad de Palmar Grande tiene como principal fuente de economía la agricultura y con el pasar del tiempo esta actividad sigue expandiéndose, es evidente el mayor uso de agro químicos, problema que afecta al ambiente y a los cultivos de ciclos cortos, volviendo necesario su constante uso.

En la parroquia de Monte Olivo del cantón Bolívar, provincia del Carchi los productores se ven afectados por los altos costos de producción de los cultivos causando una baja rentabilidad en las cosechas, es necesario buscar nuevas alternativas de fertilización para que el productor tenga rentabilidad.

La mala nutrición de las plantas y el deterioro de los suelos conllevan a la diseminación de plagas y enfermedades en los cultivos, actualmente por el uso indebido de agroquímicos ha disminuido la microbiota y no existe un equilibrio natural para dicho control de las plagas.

### **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

El deterioro de los suelos es un problema que está afectando al cultivo de mora con baja productividad, los microorganismos eficientes que habitan en él son vulnerados por el excesivo uso de fertilizantes químicos en la parroquia de Monte Olivo sector Palmar Grande.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La implementación de nuevas alternativas de fertilización orgánica permitirá mantener la microbiota del suelo y la productividad del cultivo de mora. Los fertilizantes químicos tienen un efecto rápido en las plantas, pero, así mismo causan daño al suelo cuando son utilizados excesivamente.

Existen nuevas alternativas de producción en los cultivos, utilizando bioinsumos agrícolas como son: compost, vermicompost y bocashi, esto aplicando al cultivo de mora de castilla en la comunidad de Palmar Grande perteneciente a la parroquia de Monte Olivo, que mejorará la calidad del suelo y por ende la calidad del producto conllevando a mejores rendimientos agrícolas.

Con el uso de enmiendas orgánicas los costos productivos serán menores, a la vez que protege y cuida el ambiente para que las futuras generaciones también puedan disfrutar de un suelo productivo en la comunidad. El agricultor muchas veces usa de forma empírica sus conocimientos y aplica excesivamente agroquímicos lo que, salinizan y erosionan los suelos con el pasar del tiempo, a la vez de que estos son costosos y por ende no muy rentables, por lo que, los abonos orgánicos son una excelente opción para los cultivos.

Con el uso de biofertilizantes la microbiota del suelo no se verá afectada, pues la implementación de productos orgánicos fortalecerá y evitarán daños de la micro fauna y micro flora existentes en estos suelos, logrando con ello cultivos de calidad y por ende un suelo fértil apto para cualquier tipo de cultivo. Las plantas resultarán ser más resistentes a plagas y enfermedades, a la vez que se evitará la erosión de los suelos y daños al agroecosistema.

En la presente investigación se pretende determinar el mejor tratamiento con el uso de tres fertilizantes orgánicos que son resultado de la descomposición de microorganismos que se encuentran en el suelo agrícola, y con esto reducir los costos de producción del cultivo e identificar el tratamiento que muestre mejores resultados en cuanto a costo-beneficio del cultivo de mora de castilla.

## **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Objetivo General**

Evaluar el efecto de la aplicación de tres fertilizantes orgánicos (compost, vermicompost y bocashi) sobre la productividad del cultivo de mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*) en la parroquia de Monte Olivo sector Palmar Grande.”

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar cuál es mejor de los tratamientos en estudio de acuerdo al desarrollo agronómico
- Comparar el mejor tratamiento sobre el rendimiento en la producción de mora de castilla
- Analizar la relación costo-beneficio de los tratamientos en estudio.

### **1.4.3. Preguntas de Investigación**

- ¿Cuál de los tres fertilizantes orgánicos a evaluar se adapta mejor al cultivo de mora de castilla?
- ¿Cuál es el mejor tratamiento sobre el rendimiento?
- ¿Cuál de los tratamientos en estudio produce el mejor costo beneficio?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Según Suarez (2019) en el documento “Apreciación e interés de la población por el uso de abonos orgánicos, caserío Pakuy – Chiriaco” realizada en Chiriaco- Perú menciona que, los abonos orgánicos constituyen, un elemento importante en los procesos de productividad, ya que son importantes sus funciones, como sustrato o medio de cultivo, cobertura, mantenimiento de niveles originales de materia orgánica del suelo y complemento o reemplazo de agroquímicos, principalmente lo utilizan en sistemas de producción limpia y ecológica por lo que toma cada vez más fuerza, debido a que es notorio a nivel ambiental y agrícola, el deterioro de los suelos.

Azurduy, Azero, & Ortuño (2016, citado en Llerena & Mayorga, 2016) en la investigación titulada “Aceleración y descomposición de sustratos orgánicos en la elaboración de compost mediante el uso de diferentes sustancias (azúcar, melaza, caña de azúcar)” realizada en la Finca Experimental “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo mencionan que, desarrollaron una evaluación de activadores naturales para acelerar el proceso de compostaje, realizando los siguientes tratamientos: T1=activador TC (té de compost y fermento de estiércol), T2=activador BC (harina de hueso, torta de soya, salvado de arroz, melaza y biol), T3=activador LC (levadura y melaza), T4=activador EM (microorganismos efectivos), T5=Testigo 1 (estiércol de vaca), T6=Testigo 2 y T7=Testigo 3 (pila a la intemperie). Los resultados indicaron que los tratamientos con mayor beneficio económico fueron T1, T7, T6, T3 y T5. El activador T1 se constituye el mejor activador que acelera el proceso de compostaje.

Según García et al., (2014, citado en Llerena & Mayorga, 2016) en su investigación titulada “Aceleración y descomposición de sustratos orgánicos en la elaboración de compost mediante el uso de diferentes sustancias (azúcar, melaza, caña de azúcar)” realizada en la Finca Experimental “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicado en el Km 7.5 de la Vía Quevedo mencionan que, hicieron un ensayo para medir el efecto del compost en el desarrollo, rendimiento y calidad del trigo para lo cual han evaluado cuatro tratamientos y un testigo sin aplicación, la aplicación de 2.5, 5.0 y 7.5 t/ha de compost, los autores obtuvieron respuestas efectivas en el tratamiento con compost 7,5 t/ha; pues la clorofila y la fotosíntesis han aumentado un 15% y el rendimiento un 10%. La concentración de N, Ca y Mg se ha duplicado y el P ha aumentado cuatro veces.

Según Saavedra (citado en Vargas, Romero, & Fernández, 2014) en el documento titulado “Vermicompostaje: Procesos, productos y aplicaciones” menciona que, en un experimento de invernadero realizado en España evaluó la efectividad del vermicompost en suelo, con una dosis de 40 t/ha cuyo fin fue observar las condiciones de desarrollo del cultivo de alfalfa. El resultado mostró que el abonado con vermicompost provocó un aumento significativo en el rendimiento de cosecha, presentó mayor nodulación en las raíces y un aumento de concentración de P, K, Mn, Cu y Zn en la parte aérea del cultivo. En el suelo post cosecha también observó resultados eficaces en cuanto a niveles de carbono orgánico, sustancias húmicas, aumento en la actividad bioquímica del suelo, macro y micro nutrientes. Concluyó que, el vermicompost fue el mejor tratamiento que la inoculación del suelo con consorcio micorrizas/rhizobium.

Según Martínez et al., (2019) en su investigación titulada “Evaluación de nuevas tecnologías de producción limpia de la mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*), en la zona Andina de Ecuador, para un buen vivir de los fruticultores” menciona que, el cultivo de mora es atacado por varias plagas que disminuyen la calidad de la fruta y reducen el volumen de producción. El control biológico de plagas ha despertado gran interés, debido al creciente uso de químicos que están dañando el suelo y las propiedades naturales de la planta, por lo que esta investigación tiene finalidad de lograr productos libres de tóxicos, para lo cual el INIAP conjuntamente con el Programa de Fruticultura y el AgResearch de Nueva Zelanda han realizado estudios en el cultivo de mora con la aplicación de *Trichoderma* spp., que actúa contra hongos fitopatógenos, representando así una alternativa viable ya que mejora su producción y por ende es rentable.

En otro estudio de Solis et al., (2021) titulado “Evaluación de biol, bocashi, composta y vermicomposta en las variables morfológicas del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea L.*)” Realizado en el Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Carretera Estatal Santa Inés Tecuexcomac -Tepetitla Km. 1.5, Tlaxcala, México, se llegó a la conclusión de que el compost y bocashi son los más efectivos para mejorar la producción y desarrollo del cultivo de espinaca, los cuales han dado resultados más rentables en cuanto a costo-beneficio que el vermicompost y biol.

Sequeira (2019) en su trabajo de investigación de tesis titulada “Uso de lacto-suero ácido en la elaboración de bocashi y su efecto en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) cv. Tropicana “ en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras, elaboró cinco formulaciones de bocashi con las siguientes proporciones agua-lacto suero ácido: A100 (100% agua), A75:S25

(75% agua - 25% lacto-suero), A50:S50 (50% agua - 50% lacto-suero ácido), A25:S75 (25% agua - 75% lacto-suero ácido) y S100 (100% lacto-suero ácido), estos se incorporaron al suelo y se compararon con un testigo (sin fertilizantes). Las plantas fertilizadas con bocashi S100 obtuvieron un mayor rendimiento (22.6 t/ha), peso fresco foliar (340 g) y radicular (15.1 g), en comparación con el resto de los tratamientos.

Mota, Valdés, Quintana, & Pérez, (2019) en su investigación titulada “Respuestas al bocashi y a la lombricomposta de *Moringa oleífera* Lam, después de la poda” realizada en el Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz, Carretera Veracruz-Xalapa km 13.5, México, evaluaron la respuesta vegetativa y reproductiva de la especie con la fertilización orgánica. El diseño experimental fue con árboles de moringa de tres años de edad, podados por única vez a una altura de 1.5 m, a los cuales aplicaron lombricomposta y bocashi, al inicio del experimento y posteriormente cada cuatro meses. Los resultados concluyeron que las plantas con bocashi lograron mayor productividad que la lombricomposta siendo así este el mejor abono.

Suclupe (2019) desarrolló la investigación titulada “Comparación de la eficiencia entre Bioabono Bocashi y úrea en el rendimiento del cultivo de maíz híbrido Inia 617”. Este estudio se realizó en el caserío Chepito Alto, provincia de Lambayeque-Perú. Para este ensayo utilizó seis tratamientos, en un área total de 72 m<sup>2</sup> dividido en 18 parcelas de 4 m<sup>2</sup> cada una y un testigo. Las variables evaluadas fueron el rendimiento mediante el peso total de granos en cada parcela. Las dosis utilizadas fueron 40, 50, y 60 g por planta de bocashi, y urea. Los resultados mostraron que la fertilización con bocashi fue más efectiva en dosis de 60 g, obteniendo un rendimiento promedio de 7 432 kg/ ha de peso a diferencia del T6 urea. Concluyó que el bocashi fue el mejor tratamiento en sus diferentes dosis en comparación con la urea.

De acuerdo a las diferentes investigaciones, se llega a una conclusión de que estos abonos son muy efectivos para cualquier tipo de cultivo pues son rentables. La aplicación de estos abonos dependiendo de su concentración, incide directamente en el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo, siendo así los más eficientes compost, vermicompost y bocashi que mejoran el rendimiento de los cultivos, por ende, de la economía. La incorporación de compuestos orgánicos ayuda en la recuperación y prevención de enfermedades del suelo, por lo que se justifica realizar el estudio con estos tres fertilizantes orgánicos cuyo objetivo de investigación es generar información que reúna en forma sistemática, las características de estos abonos, como su efecto en el desarrollo de las plantas de mora de castilla.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1 La mora de castilla (*Rubus glaucus benth*)**

Es una fruta rica en minerales y vitaminas, es muy frágil por lo que requiere de especiales cuidados en la cosecha y transporte. Según el manejo y cuidado, la planta puede soportar 10 o más años de producción, esta comienza a fructificar de 6 a 8 meses después del trasplante.

#### **2.2.1.1 Mora de castilla en el Ecuador**

Se estiman que existen 5247 ha cultivadas, en 14546 unidades productivas, actualmente ha incrementado un 19% a nivel nacional, encontrándose en manos de pequeños productores, pues muchas familias dependen de ello. Su expansión se centra al interés de los consumidores por su alto contenido de antioxidantes buenas para la salud, lo que muestra ser una excelente alternativa para exportar. Si es bien manejada, puede producir hasta 12 kg/planta/año con una densidad de plantación 3 x 2 m, llegando a producir 18 t/ha/año a un precio de 1,4 USD/kg y con la variedad Andimora llega a producir 22 t/ha/año (Martínez, y otros, 2019).

#### **2.2.1.2 Características del fruto**

El fruto es pequeño, ovalado, de color morado oscuro, de sabor agridulce cuando está tierna y dulce cuando está maduro. Su composición por 100 g es de 57% de agua; 13,5% de carbohidratos; 1,02% de proteínas; 4,2% de fibra cruda; 17,6 mg de Ca; 0,9 mg de Fe; 177 mg de K; 27 mg de Mg; 0,04 de niacina; 0,02 mg de tiamina; 0,15 mg de vitamina, 0,04 mg de riboflavina y 15 mg de vitamina C (Besantes, 2015).

#### **2.2.1.3 Origen**

Es conocida como mora de castilla o mora azul, descubierta por Hartw y descrita por Benth. Este es un frutal nativo de los Andes, con gran importancia comercial en países como: Estados Unidos, México, Guatemala, Panamá, Colombia, Ecuador, Perú y Chile. La mora comprende alrededor de 750 especies, pero aproximadamente solo nueve de ellas son comerciales, la de mayor importancia en Ecuador es *R. glaucus* con dos variedades: Mora de Castilla y Andimora. La mora de castilla es una planta arbustiva, espinosa y semi-erecta a diferencia de la Andimora que es la variedad sin espinos (Martínez, y otros, 2019).

#### **2.2.1.4 Taxonomía botánica de la mora**

Reino: Vegetal

Clase: Angiospermae  
Subclase: Dicotyledoneae  
Orden: Rosae  
Familia: Rosaceae  
Género: Rubus.  
Especie: Rubus Glaucus

#### **2.2.1.5 Descripción morfológica**

**Raíz:** Posee una raíz principal pivotante, las raíces secundarias se encuentran entre los 10 y 20 centímetros de profundidad.

**Tallo:** Este es herbáceo, recto y con muchas ramificaciones.

**Hojas:** Elípticas, oblongas enteras, puntiagudas, de largo peciolo, con borde entero o dentado.

**Flores:** Son blancas, pequeñas, en inflorescencias laterales de 6-11 milímetros de ancho, cáliz de cinco partes, lanceoladas, corola de cinco segmentos lobulados y estambres desiguales.

**Frutos:** De forma larga, cónica, de color morado o negro, de 5-7 milímetros de diámetro, su peso es de 0,2 gr en promedio. La planta bien desarrollada produce hasta 3,600 frutos.

**Semilla:** Cada fruto tiene muchas semillas diminutas, con 1,2 a 1,3 milímetros de diámetro. La semilla está clasificada dentro del grupo de las ortodoxas. Una planta bien desarrollada produce hasta 130,000 semillas (Martínez, y otros, 2019).

#### **2.2.1.6 Requerimientos edafoclimáticos para el cultivo de mora**

##### **2.2.1.6.1 Altitud y temperatura**

La mora de Castilla se adapta entre 1,200 y 3,500 m de altitud, aunque a nivel comercial se cultiva entre 1,800 y 2,400 m. El rango de temperatura óptimo para el crecimiento y desarrollo del cultivo es de 11 a 18 °C hasta 25 °C, con un clima relativamente fresco y soleado.

##### **2.2.1.6.2 Humedad y precipitación pluvial**

Requiere una humedad relativa entre 70% y 90%, las zonas donde se siembre tienen que recibir una precipitación anual entre 1500 y 2500 mm, la baja precipitación y suelos con baja retención de humedad generan que la planta produzca frutos pequeños, sin color y con mucha acidez. La planta necesita entre 1200 y 1600 horas de brillo solar al año (Cardona & Bolaños, 2019).

### **2.2.1.6.3 Macro y micronutrientes necesarios para la producción**

Los macronutrientes necesarios son: el nitrógeno, fósforo y potasio; los micronutrientes: calcio, boro, zinc, magnesio y hierro que son la base fundamental para el crecimiento, desarrollo y producción de la planta de mora (Agrodiario, 2019).

### **2.2.1.6.4 Suelo**

La mora se adapta en suelos con texturas francas, no muy alcalinas ni muy arcillosos, los cuales deben presentar contenido de materia orgánica ricos en N, P, K, Ca y Mg, que permita un adecuado almacenamiento de agua, mayor grado de fertilidad y drenaje natural, estas plantas son suficientemente permeables para evitar encharcamientos. Los cultivos de mora se ubican en suelos con pendientes suaves a fuertes y con un pH entre 5,2 y 6,7, se comportan mejor en suelos cercanos a la neutralidad (Agrodiario, 2019). (ANEXO 3) se muestra el estudio de suelo.

Las raíces tienen la capacidad de profundizar más de 100 cm, por ello es importante que el suelo no presente limitaciones por compactación, pues esto no permite el crecimiento de las raíces absorbentes y de sostenimiento. Se debe evitar la siembra en suelos con problemas de salinidad ( $>2$  dS m<sup>-1</sup>), ya que no tolera altas concentraciones de sodio (Cardona & Bolaños, 2019).

### **2.2.1.7 Labores del cultivo**

#### **2.2.1.7.1 Reproducción (acodos/estacas)**

La propagación de la mora se hace mediante estacas o acodos, puesto que la semilla posee un bajo poder de germinación. El acodo es el método más seguro de obtener plantas, para ello existen dos maneras de hacerlo, mediante la utilización de toda la rama o solo la punta. La reproducción por estacas consiste en seleccionar partes vegetativas entre 20 y 30 cm de longitud con tres a cuatro yemas cada una, para luego sembrarlas en bolsas de polietileno de 3 kg de capacidad, el tiempo de permanencia en el vivero es de 3 meses para el crecimiento de raíces.

#### **2.2.1.7.2 Los hoyos**

Para preparar el suelo es recomendable realizar una arada, una rastrada y nivelada, e incorporar materia orgánica al suelo de vaca, gallina, compost o humus. Se realizan hoyos de 30 centímetros de ancho, 30 centímetros de largo y 30 centímetros de profundidad, en el fondo debe quedar tierra suelta para que las raíces entren fácilmente (Figuroa, 2017).

### **2.2.1.7.3 Trasplante**

Cuando se realice el trasplante se debe evitar en lo posible que se dañen las raíces y ubicarlas en suelos donde no sean afectados por enfermedades, por lo que el suelo debe estar preparado y contener materia orgánica para el crecimiento adecuado. La distancia de siembra varía de 1,20 x 2 m entre planta y entre surcos de 3 m aproximadamente lo que resulta 4167 plantas/ha, hasta 2 x 3 m con 1667 plantas/ha. Para obtener un buen resultado del crecimiento y producción de la mora, es recomendable aplicar 50g/planta de N, P y K de acuerdo a la disponibilidad del suelo donde se encuentra el cultivo, para esto es primordial el análisis de suelo con el fin de conocer las necesidades de este antes de la siembra (Besantes, 2015).

### **2.2.1.7.4 Sistemas de conducción**

La mora tiene forma de crecimiento rastrero, por lo que es necesario establecer un sistema de conducción a partir del tercer o cuarto mes, que le permita un soporte a la planta, facilite las labores agrícolas, la sanidad del cultivo y la cosecha:

**Espaldadera sencilla de alambre.** - Con postes de 2.50 metros y 12 centímetros de diámetro enterrados a 50 centímetro, cada 6 metros, procurando que queden tres plantas en medio de dos postes, posterior se instalan 2 hilos de alambre numero 14 a 85 centímetros del suelo la primera hilera y la segunda hilera a 50 centímetro del primero.

**Espaldadera de doble alambre.** - En este sistema la planta está entre dos espaldaderas, a cada lado de la planta hay alambre, es más costoso, pero asegura más ramas productivas.

**Chiquero o marco.** - Se coloca alrededor de la planta un cuadrado o triángulo, con estacas de 1 metro y medio de alto, entre ellos se amarran travesaños, el más alto a 1 metro de altura y si es necesario se coloca travesaños más abajo (Figuroa, 2017).

### **2.2.1.7.5 Plagas y enfermedades**

**Ácaros.** - (*Tetranychus spp.*) pequeña araña que se adhiere en el envés de la hoja, produciendo manchas pardas, amarillentas y arrugadas, por lo que el fruto adquiere un color rojo oxido.

**Pulgones.** - Plaga que ataca durante la época seca y lluviosa, se concentra en brotes nuevos y frutos de los cuales se alimenta absorbiendo la savia, son los principales transmisores de virus.

**Cutzo.** - Es una plaga del suelo presente en las zonas húmedas, es un gusano que mastica las raíces, lo que genera el ingreso de virus, hongos y bacterias.

**Marchites.** - (*Verticillium sp*) causa daño a las raíces, el interior del tallo adquiere un tono café, lo que lleva a un amarillamiento de planta y su muerte.

**Mildeo polvoso.** - (*Oidium sp, Sphaeroteca sp*) se presenta en hojas, pecíolos, ramas jóvenes y frutos, las hojas se deforman, se enrollan y presenta un color blanquecino polvoso, cuando el ataque es en ramas jóvenes, los tallos toman apariencia de látigos y los frutos se deforman.

**Pudrición del fruto.** - (*Botrytis sp*) la enfermedad se produce por temperaturas bajas y humedad relativa alta, los pedúnculos o tallos florales se necrosan, lo cual afecta el cuajado de los frutos, ya que estos mueren y se momifican, cuando se presenta en frutos ya formados el moho gris causa pudrición húmeda que los descompone totalmente.

**Mildeo veloso.** - (*Peronospora sp*) afecta a tallos, hojas y frutos, especialmente en épocas lluviosas, los frutos presentan maduración desigual, pérdida de brillo y deformaciones que disminuyen su calidad (Figueroa, 2017).

#### **2.2.1.7.6 Control de malezas**

Las malezas compiten con la mora por humedad, nutrientes y luz, son posaderos de insectos emisores de virus, interfieren con el flujo del aire y el secado de la fruta. Estas se pueden eliminar con el uso de herbicidas químicos o manualmente, los cuales deben eliminar entre y dentro de los surcos de mora. Los rebrotes de mora deben eliminarse a mano o por medio de un deshierbe mecánico, recomendable con azadón, cada 45 días en el invierno y una vez cada 2 o 3 meses en el verano (Agrodiario, 2019).

#### **2.2.1.7.7 Riego**

La mora tiene un mejor desarrollo en suelos húmedos y drenados, el suministro de agua puede ser por goteo, micro aspersión o riego corrido, si se riega por inundación es recomendable hacerlo cada 42 días (50 litros por metro cuadrado) (Figueroa, 2017).

#### **2.2.1.7.8 Poda**

Son muy importantes para eliminar las ramas viejas y las no productivas, donde las nuevas puedan reemplazarlas, contribuyendo así con la productividad del cultivo. Existen diferentes formas de poda que son: de formación, de mantenimiento y de renovación: La primera tiene la función de formar la planta, eliminando todos los tallos, ramas secas, torcidas y cruzadas luego del trasplante, cuando los tallos estén vigorosos con una longitud de dos metros y con brotes definidos se debe podar los brotes producidos de las ramas primarias. La segunda consiste en

eliminar todas las ramas secas, torcidas e improductivas, dejando solo las nuevas, permitiendo así que la planta se mantenga vigorosa. Finalmente, la tercera consiste en realizar la renovación total o parcial de la planta, la poda de renovación total se la realiza cuando existen daños severos en la planta, la cual se poda a ras de la corona; la parcial se realiza cuando el tallo principal ha terminado con su producción, se corta en la corona evitando dejar trozos que puedan pudrirse y dañar los nuevos (Besantes, 2015).

#### **2.2.1.7.9 Cosecha**

Se recolecta la fruta entre 9 a 11 semanas después de la floración, el ciclo de producción es de 2 a 3 meses y la cosecha se realiza cada 6 y 8 días en etapa neta de producción. La mora al ser una fruta no climatérica se debe cosechar madura, luego de ser separada de la planta no mejora su color ni sabor (Figueroa, 2017).

#### **2.2.1.7.10 Fertilización**

Las aplicaciones se realizan cada cuatro meses, con el fin de que la planta reciba nutrientes regularmente, en los primeros meses se proporciona al suelo nitrógeno y fósforo para una buena formación de hojas, ramas y raíces. A partir del octavo mes desde el trasplante se aplica potasio conjuntamente con una segunda aplicación de los otros elementos, la implementación de elementos menores como hierro y cobre se realiza mediante aspersiones foliares. Para el abonamiento orgánico se utilizan de 3 a 5 lb por planta aplicados durante el follaje y luego una vez por año (Agrodiario, 2019).

### **2.2.2 Los fertilizantes agrícolas o abonos**

Gibbs y Salmon (2015, citado en Vázquez & Loli, 2018) mencionan que la degradación del suelo es una reducción en la productividad de la tierra debido a la actividad humana, esto incluye una serie de cambios físicos, químicos y biológicos. El suelo es un recurso limitado y su uso inapropiado e implementación de pobres prácticas de manejo lo llevan a su degradación, por lo que actualmente se está dando mayor énfasis a los abonos orgánicos, por sus efectos positivos en el suelo y cultivos como sustitutivos o complementos de los fertilizantes.

Arnold Finck (2021) establece que “Los abonos son sustancias que se aplican directa o indirectamente a las plantas, para favorecer su crecimiento, aumentar su producción o mejorar su calidad” (p. 13).

Zschimmer y Schwarz (2021) mencionan que los fertilizantes agrícolas proveen a las cosechas los nutrientes que necesitan, sobre todo elementos químicos esenciales como: NPK, nitrógeno, fósforo y potasio, aunque muchos también contienen micronutrientes como: el hierro, cobre, zinc, entre otros., cada vez estos tienden a ser de gran importancia debido a que han demostrado ser esenciales para el crecimiento de las plantas. Con el uso de fertilizantes se evitan las deficiencias de nutrientes en las plantas, mejora su salud, aumenta la cantidad y la calidad de los alimentos, como también la fertilidad de los suelos contribuyendo así al desarrollo de plantas más fuertes y sanas.

Por lo tanto los abonos o fertilizantes son productos destinados a la alimentación de las plantas. Es decir que abonar significa aportar nutrientes a la planta favoreciendo así su crecimiento, el aumento de la masa vegetal, aumento de la producción como mejoramiento de la calidad comercial conllevando así a obtener buenos resultados principalmente en la economía de los agricultores, pero sin dejar de lado que para que esto suceda se debe aplicar de manera adecuada los fertilizantes ya que así como poseen ventajas en el suelo y cultivos también cuentan con desventajas más aún si se utilizan fertilizantes químicos en exceso. Estos vienen a ser tan necesarios para la salud de las plantas al igual que el agua y la luz solar.

### **2.2.2.1 Tipos de Fertilizantes Agrícolas**

Zschimmer y Schwarz (2021) mencionan que existen diferentes tipos de fertilizantes, entre los más demandados tenemos:

#### **2.2.2.1.1 Fertilizantes químicos**

Estos muestran un beneficio significativo ya que sus resultados son instantáneos, mejorando así el estado de salud de las plantas y aumentando la producción de las cosechas. Sin embargo, deben usarse eficazmente porque el uso inadecuado de estos puede dañar el suelo conllevando así a que este deje de ser productivo. Estos son productos que se obtienen gracias a las innovaciones de la industria química y los avances tecnológicos.

#### **2.2.2.1.2 Biofertilizantes**

Son los fertilizantes para plantas que contienen microorganismos vivos. Igual que los fertilizantes orgánicos, también se utilizan en la agricultura ecológica, puesto que son muy respetuosos con el medio ambiente y no dañan el suelo con el tiempo.

### **2.2.2.1.3 Fertilizantes orgánicos**

Conocido también como abono los cuales son de origen animal y vegetal. Su beneficio es que su uso mejora el estado del suelo y favorece la retención de agua y nutrientes. La desventaja es que sus nutrientes son menos solubles y la planta tarda más en absorberlo. Por sus buenos resultados, este es de gran utilización en la agricultura ecológica.

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos en los cultivos y con ello reducir costos, actualmente los agricultores se han planteado buscar alternativas sostenibles que les permita generar ingresos económicos por sus productos a la vez evitar el daño al ambiente, tal es el caso de los abonos orgánicos que en gran medida permiten mantener el suelo fértil y por ende la producción adecuada de cultivos. La agricultura ecológica, le da gran importancia a este tipo de abonos, puesto que mejora diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo y aumenta su capacidad de absorber nutrientes para las plantas (Espinoza, 2013).

**Reglas de la fertilización orgánica:** Los abonos orgánicos que se usen en los cultivos deben cumplir con las regulaciones dadas por las normas internacionales y/o nacionales de certificación, o bien del certificador particular para evitar inconvenientes. No todos los estiércoles pueden usarse en la agricultura, de acuerdo a la regulación europea Reglamento (CEE) N° 2092/91 menciona que el estiércol que proviene de la ganadería intensiva no está permitido, como tampoco el uso de virutas de madera o aserrín procedente de madera tratada químicamente después de haber sido talada. Las materias primas que por su origen natural son buenas en la agricultura orgánica, son la enmienda como el carbonato de calcio y enriquecedores del suelo como la roca fosfórica y la orikta (Merino & Yahuara, 2019).

### **2.2.2.2 Clasificación de los diferentes tipos de fertilizantes según su modo de aplicación**

#### **2.2.2.2.1 Fertilizante radicular o al suelo**

Este tipo de fertilizante se aplica en la base de la planta y puede hacerse de forma directa o diluida en agua. Así, el nutriente para los cultivos se asimila muy rápido ya que está cerca de las raíces de las plantas.

#### **2.2.2.2.2 Fertilizante foliar**

Este tipo de fertilizante se aplica diluido en agua sobre las hojas de las plantas por pulverización. Las hojas también absorben rápido los nutrientes, por lo que sus resultados no tardan en ser

evidentes. Los parámetros de tensión superficial y evaporación son clave para una correcta asimilación de los nutrientes en las plantas.

#### **2.2.2.2.3 Fertirrigación**

En este método, los fertilizantes se disuelven en el agua de riego, de modo que los nutrientes se reparten por todo el terreno de cultivo (Zschimmer y Schwarz, 2021).

#### **2.2.2.3 Criterios para formular un plan eficiente de fertilización**

##### **2.2.2.3.1 Análisis de suelo**

Es el resultado de mezclar varias submuestras, estas deben ser recogidas de manera aleatoria considerando abarcar toda el área. Tiene que hacerse a través de un recorrido en zigzag, tomando la submuestra en la parte que cambia la orientación del recorrido. En cada punto de muestreo es importante quitar piedras, raíces, lombrices e insectos, en un área de 40x40 cm, se debe tomar entre 100 y 200 g, los cuales se depositan en un balde. Se debe hacer un hueco en “V” y tomar del centro la porción del suelo. Se recomienda sacar 30 submuestras por hectárea y 15 mínimos en terrenos pequeños. Para el cultivo de mora es ideal coger la muestra de 0 a 30 cm de profundidad. La cantidad de suelo para enviar al laboratorio es 1 kg.

##### **2.2.2.3.2 Análisis foliar**

Este complementa la información del análisis del suelo, para esto se debe considerar tres factores que son: la especie que se tiene cultivada, edad del cultivo y condiciones fisiológicas y fitosanitarias del órgano a muestrear. Este muestreo en el cultivo de mora se realiza dos a tres semanas posterior a la cosecha, recolectando 50 hojas de la parte media del tallo.

##### **2.2.2.3.3 Etapa fenológica**

La mora es un cultivo que puede presentar diferentes estados fenológicos: crecimiento vegetativo, reproductivo y productivo; esta característica permite que exista producción por todo el año. La primera etapa corresponde a la germinación de la semilla, teniendo una duración entre seis y siete meses. La segunda etapa corresponde al crecimiento reproductivo. Presenta una duración de 6 días de la fase de yema a botón floral, 23 días del inicio de floración a la apertura de flor, 5 días de la apertura floral a la polinización, 8 días desde la polinización hasta la formación del fruto, finalmente 40 días desde el fruto hasta que ocurre la cosecha de la planta,

un total de 82 días en promedio. La tercera etapa inicia entre 9 y 10 meses después del trasplante cuando empieza la producción la cual aumenta hasta el mes 15.

#### **2.2.2.3.4 Requerimiento de nutrientes para el cultivo con base al rendimiento potencial**

Los macronutrientes primarios (nitrógeno, fósforo y potasio) más el agua son los principales factores que influyen en el crecimiento, desarrollo y el rendimiento económico de las plantas cultivadas, un bajo suministro de estos disminuye a nivel celular la división, expansión y permeabilidad de las células vegetales, la producción de foto asimilados, la emisión foliar, el crecimiento y el rendimiento. Existen otros factores que pueden limitar también el potencial productivo de las plantas, como los aspectos edafoclimáticos, el tipo de cultivo y la fenología de la especie cultivada (Cardona & Bolaños, 2019).

#### **2.2.2.4 Dosis a utilizar de los fertilizantes orgánicos**

A nivel general las dosis que se deben aplicar son las siguientes:

Se puede utilizar una dosis mínima de 1 kg por planta, hasta dosis de 3 a 4 kg cada tres o cuatro meses. Los abonos orgánicos son más efectivos si son aplicados en edades tempranas del cultivo de mora (Cardona & Bolaños, 2019).

#### **2.2.2.5 Beneficios de la fertilización orgánica**

Mejora la actividad biológica del suelo, capacidad para absorber y retener la humedad; aumenta la porosidad del suelo y capacidad de absorber nutrientes; la flora microbiana mejora su actividad lo que lo mantiene fértil, mejora el nivel de pH suministrando con ello la liberación de nutrientes para las plantas, facilita la labranza porque su capa no se encuentra dura debido a que este es un agente preventivo de erosión. Este método de fertilización aprovecha desperdicios que puedan descomponerse lo que reduce su costo, a la vez es amigable con el ambiente y resulta ser muy rentable. No contamina el ambiente ni provoca un suelo enfermo si es tratado de manera correcta, al contrario de los agroquímicos que causan daños con el pasar del tiempo. Actualmente estos fertilizantes van tomando mayor fuerza gracias a la demanda y enfoque al cuidado del ambiente (Llerena & Mayorga, 2016).

#### **2.2.2.6 Desventajas de la fertilización orgánica**

Estas situaciones pueden interpretarse como desventajas, pero a largo plazo serán beneficiosas: Tiene un efecto lento, pues el suelo se adapta a cierto manejo y al retirarle al 100% los

compuestos a los que estaba acostumbrado tardan en adaptarse; los resultados se esperan a largo plazo, ya que poco a poco el suelo restituirá los procesos de formación y degradación de la materia orgánica, durante este proceso mejorará la fertilidad del suelo, el porcentaje de germinación, la adaptación de plántulas, entre otros. El periodo de transición para que un suelo sea orgánico oscila entre los 3 a 5 años, dependiendo del manejo previo del suelo y de los factores medio ambientales, puede extenderse hasta 8 años. Los costos aumentan al hacerlo orgánicamente, pero de igual forma se tendrá plantas y frutos de mejor calidad, traduciéndose esto en más ingresos y menor costo del manejo del suelo en un futuro.

### **2.2.3 Tipos de fertilizantes orgánicos**

- Purines y estiércol: Son los excrementos de los animales, resultado de la digestión de los alimentos que estos consumen, el estiércol más usado por los agricultores en el Ecuador es la mezcla de los excrementos sólidos y líquidos de animales.
- Compost: Descomposición de materia orgánica.
- Humus de lombriz: Materia orgánica descompuesta por lombrices.
- Bocashi: Es una forma de producir abono orgánico con volteos frecuentes y temperaturas máximas de 45-50 °C hasta que la actividad microbiana disminuya al disminuir la humedad.
- Cenizas: Proceden de la madera, huesos de frutas u otro origen orgánico, contienen mucho potasio y carecen de metales pesados y otros contaminantes. Posee un pH alto por lo que es mejor aplicarlos en pequeñas dosis.
- Abono verde: Generalmente de leguminosas que se cortan y dejan descomponer en el propio campo que será fertilizado.
- Biol: Líquido resultante de la producción de biogás (Espinoza, 2013).

#### **2.2.3.1 Compost**

Según Municipalidad de General Pueyrredon (2019) el compostaje es “un proceso de transformación natural de los residuos orgánicos mediante un proceso biológico de oxidación que los convierte en abono rico en nutrientes y sirve para fertilizar la tierra” (p. 1).

Según Camacho, Uribe, Newcomer, Masters, & Kinyua (2018) mencionan que “el compost es un abono orgánico, biológicamente estable, inocuo y con pH neutro que contiene nutrientes y otras sustancias aprovechables para el óptimo crecimiento de los cultivos” (p. 4).

En sí, es la transformación aeróbica de la materia orgánica por parte de diferentes tipos de agentes microbianos como bacterias, hongos y actinomicetos. Este es una forma económica y segura de obtener un abono a partir de distintos residuos orgánicos, conservando y aprovechando al máximo los nutrientes del material de partida para obtener un cultivo de calidad donde el suelo no sea comprometido. La calidad del compost depende mucho de las características de los materiales que se utilicen en la elaboración. Este tipo de abono posee ventajas importantes en la agricultura, ya que aporta nutrientes, materia orgánica, humedad y microorganismos benéficos al agroecosistema, también tiene desventajas generalmente durante la transformación, debido a la generación de gases y lixiviados dañinos para los cuerpos de agua y ambiente principalmente cuando no son tratados adecuadamente, esto depende del uso y aplicación por el personal encargado del cultivo

#### **2.2.3.1.1 Compost con MM y LDBIO**

De acuerdo a una investigación el MM y LDBIO poseen características favorables como agentes optimizadores del compost, su combinación permite producir compost de mayor calidad. Los MM son inóculos microbianos con altas poblaciones de hongos, bacterias y actinomicetos que se encuentran en el suelo, mientras que los LDBIO son los sólidos precipitados resultantes del proceso de digestión anaeróbica.

Este compost presenta las mejores características de calidad en cuanto a concentración de macronutrientes, contenido de materia orgánica, carbono, retención de humedad y concentración de biomasa microbiana. La incorporación de estos compuestos no afecta otros parámetros de calidad del abono, en cuanto al pH, la CE y la relación C/N, tampoco afecta la capacidad de maduración, la estabilidad y la inocuidad del compost final (Camacho, Uribe, Newcomer, Masters, & Kinyua, 2018).

Para el proceso de compostaje se debe tener en cuenta los factores ambientales óptimos, los cuales están relacionados con el metabolismo propio de los microorganismos implicados en las diferentes etapas del proceso, factores como: temperatura, oxígeno, humedad, pH, tamaño de partícula, relación carbono/nitrógeno y CE, los cuales determinan la velocidad de las reacciones de oxidación, características física y químicas del compost (Bohórquez, 2019).

Nota. El 50% de los residuos que generamos son orgánicos, esto quiere decir que si se compostara podríamos reducir alrededor de un 30% de los desechos que arrojamamos a diario (no todo es compostable).

### 2.2.3.1.2 Factores que condicionan el proceso de compostaje

**La temperatura:** Es uno de los factores más importantes que condicionan las reacciones bioquímicas de las células de los organismos. Durante el proceso de compost la comunidad microbiana sigue una sucesión donde se presentan poblaciones de microorganismos mesófilos, termófilos y termotolerantes, los cuales son regulados por la temperatura y representan diferentes hongos y bacterias.

Díaz y Cabrera (citado en Bohórquez, 2019) mencionan que en el compost la presentación de estos microorganismos se da por fases, las cuales contienen las siguientes características:

- **La fase mesófila:** con una temperatura menor a 45 °C, al inicio la temperatura se encuentra en valores medioambientales por la inactividad microbiana, luego de ello la temperatura aumenta hasta alcanzar en unos días los 40 °C.
- **La fase termófila:** con una temperatura mayor de 45 °C por el aumento de la actividad microbiana, aquí la mayor parte de la celulosa es degradada, se consigue la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A partir de los 60 °C los hongos detienen su actividad y las reacciones de oxidación se llevan a cabo por bacterias que forman esporas y por actinomicetos.
- **La fase mesófila II o de enfriamiento:** cuando la temperatura es cercana a la ambiental debido a que la tasa de descomposición y la temperatura disminuyen, posterior a ello se produce una colonización por microorganismos mesófilos.
- **Fase de Maduración:** este período demora meses a temperatura ambiente, en este tiempo se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos.

La temperatura durante el compostaje debe estar dentro de 20 y 70 °C, para la eliminación de las formas vegetativas de microorganismos y parásitos patógenos. A temperaturas muy altas los microorganismos funcionales para el proceso mueren y otros no actúan, también producen una máxima liberación de amoníaco disminuyendo la concentración de nitrógeno en el producto final y con ello un resultado negativo. La temperatura debe registrarse dos veces a la semana y cuando este alcance los setenta grados debe voltearse inmediatamente con el objetivo de reducir la temperatura e incorporar oxígeno (Bohórquez, 2019).

**Oxígeno:** El oxígeno también es un factor muy importante ya que los microorganismos que en él intervienen son aerobios. Este depende del material usado para dicho proceso al igual que la humedad y frecuencia con que se realice el volteo. Las pilas de compostaje presentan variables porcentajes de oxígeno, la parte más externa contiene entre 18-20%; hacia el interior el contenido de oxígeno va reduciendo, mientras que el de dióxido de carbono va aumentando, en una profundidad mayor de 60 cm el contenido de oxígeno puede estar entre 0,5 y 2%. Si existe una insuficiente aireación el riesgo es que los microorganismos aerobios se sustituyan por los anaerobios, conllevando un retardo en la descomposición y con ello un proceso inadecuado pues la producción de malos olores por sulfuro de hidrógeno es eminente. Por lo contrario, el exceso de ventilación puede provocar el enfriamiento y desecación del material produciendo la reducción de la actividad metabólica de los microorganismos (Llerena & Mayorga, 2016).

**Humedad:** La presencia de agua es indispensable para las necesidades fisiológicas de los microorganismos, puesto que es el medio de transporte de las sustancias solubles que sirven de alimento a las células y de los productos de desecho. La humedad debe oscilar entre el 40 a 60% durante el proceso de compostaje. Hay que tomar en cuenta que la humedad depende de las materias primas usadas. Para los materiales fibrosos o residuos forestales gruesos, la humedad máxima permisible debe ser de 75 a 85 %, mientras que para los materiales vegetales frescos de 40 a 60%, es importante mencionar que pequeñas variaciones de humedad provocan grandes cambios en la temperatura. La humedad óptima para el crecimiento microbiano está entre el 50 y 70%, mientras que si está por debajo del 30% la actividad biológica decrece y si está sobre el 70 % el agua desplaza al aire, reduciendo la transferencia de oxígeno y produciéndose así una anaerobiosis, con ello los malos olores (Llerena & Mayorga, 2016).

**pH:** Este tiene influencia directa sobre el compost por su acción sobre los procesos microbianos. Con el seguimiento del pH se puede obtener una medida indirecta del control de la aireación de la mezcla, pues si en algún momento se crean condiciones anaeróbicas se liberan ácidos orgánicos que provocan el descenso del pH. Por lo general los hongos toleran un margen de pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad entre 6-7,5.

Suler & Finstein (citado en Llerena & Mayorga, 2016) establecieron una relación entre los cambios de pH y la aireación de la mezcla, concluyendo que un compostaje con aireación adecuada lleva a productos finales con un pH de 7 y 8. Los valores más bajos del pH son indicativos de fenómenos anaeróbicos y de que el material aún no está maduro, en cambio si el pH se mantiene sobre 7 significa que el material está en buen proceso.

**Relación carbono/nitrógeno:** El carbono y el nitrógeno son componentes básicos de la materia orgánica, por ello para obtener un compost de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre estos elementos. La relación C/N de 25-35 es la adecuada, la cual varía en función de las materias primas utilizadas para el compost.

Llerena & Mayorga (2016) en el documento titulado “Aceleración y descomposición de sustratos orgánicos en la elaboración de compost mediante el uso de diferentes sustancias (azúcar, melaza, caña de azúcar)” mencionan que:

Si la relación C/N es mayor que 40 la actividad biológica disminuye y los microorganismos deben oxidar el exceso de carbono con la consiguiente ralentización del proceso, debido a la deficiente disponibilidad de N para la síntesis proteica de los microorganismos. Para eliminar el exceso de carbono (en forma de anhídrido carbónico) es necesaria la aparición sucesiva de diversas especies microbianas. Al morir estos microorganismos el nitrógeno contenido en su biomasa se recicla y la relación C/N tiende a disminuir. (...). Si la relación C/N es muy baja el compostaje es más rápido pero el exceso de nitrógeno se desprende en forma amoniacal, produciéndose una autorregulación de la relación C/N del proceso. (p. 21)

Entonces, si los productos a compostar contienen la relación C/N muy elevada, disminuye la actividad biológica; si la relación C/N es baja el compostaje se lleva a cabo con mayor rapidez, pero el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco se desprende, por lo que es importante realizar una mezcla adecuada de los distintos residuos con relaciones de C/N para obtener un correcto resultado de compost y evitar en lo posible la contaminación por el mal proceso. Ante ello se precisa que la relación C/N de 25-35 es la adecuada.

**Conductividad eléctrica (CE):** Llerena & Mayorga (2016) mencionan que. “la conductividad eléctrica de un compost está determinada por la naturaleza y composición del material de partida, fundamentalmente por su concentración de sales y en menor grado por la presencia de iones amonio o nitrato formados durante el proceso” (p. 22).

La CE aumenta durante el proceso de compostaje por la mineralización de la materia orgánica lo que permite un aumento de nutrientes. También puede ocurrir un descenso debido a fenómenos de lixiviación en la masa provocada por una humectación excesiva. Una salinidad excesiva en la solución del suelo dificulta la absorción de agua por las raíces, en este caso solo prosperan las especies más resistentes. La CE es un indicador de la presencia de sales solubles,

los altos niveles de sales pueden repercutir en la germinación y desarrollo de los cultivos, por lo que deben manejarse un nivel de salinidad bajo (Llerena & Mayorga, 2016).

### 2.2.3.1.3 Características de un compost comercialmente aceptable

**Tabla 1** Características de un compost comercialmente aceptable

Características	Ámbito óptimo
N (%)	>2
C: N	<20
Cenizas (%)	10-20
Humedad (%)	10-20<40
pH	7,7 (aprox.)
P (%)	0,15-1,5
Color	Café-Negro
Olor	Tierra
CICE (Meq/100g)	75-100

**Fuente:** (Rodríguez, 2011)

### 2.2.3.1.4 Elementos que se pueden compostar

- Cáscaras, restos de frutas y verduras
- Yerba, café e infusiones
- Cáscaras de huevo limpias
- Cáscaras de frutos secos
- Servilletas y papel de almacén manchados con alimentos
- Hojas secas de árboles y arbustos
- Pasto y restos secos de plantas
- Ramas trituradas o troceadas de poda, virutas de serrín
- Estiércol de porcino, vacuno, caprino y ovino, y sus camas de corral.
- Ramos de flores secas (Municipalidad de General Pueyrredon, 2019).

### 2.2.3.1.5 Propiedades físicas del compost

**Olor:** debe ser agradable, a tierra o mantillo, de lo contrario si se desprende olores desagradables como podrido significa que la fermentación fue inadecuada o anaerobia y si su olor es a tierra seca o no tiene olor es porque el compost es viejo.

**Color:** debe tener un color oscuro y parduzco, donde no se deben reconocer sus componentes originales.

**Textura:** presenta una textura suelta y un poco granulosa, no es pegajosa ni polvorienta.

Prueba de mano: con esto se puede detectar si el compost es correcto o no, ya que un puñado de compost no gotea ni se desmenuza (Llerena & Mayorga, 2016).

#### **2.2.3.1.6 Composición química del compost**

La utilidad de los residuos con posibilidad de ser compostados está en función de la disponibilidad de elementos nutritivos que tenga. Los elementos que componen el sustrato son el C, N, y P, estos son macronutrientes principales para el desarrollo microbiano. El carbono es importante en la síntesis celular para la formación del protoplasma, los lípidos, grasas y carbohidratos; durante el metabolismo este se oxida para producir energía y anhídrido carbónico que es el elemento que debe estar presente en gran cantidad pues constituye el 50% de las células de los microorganismos y el 25% del anhídrido carbónico que se desprende en la respiración. El nitrógeno importante para la reproducción celular debido a la naturaleza proteica del protoplasma; el compost como fertilizante está directamente relacionado con su contenido de N de 2,5 al 3,0%. El fósforo desempeña un papel primordial en la formación de compuestos celulares ricos en energía, siendo necesario para el metabolismo microbiano.

Existen otros nutrientes presentes a parte de los mencionados, pero en menor cantidad, los cuales son micronutrientes, estos tienen un importante papel en la síntesis de las enzimas, en el metabolismo de los microorganismos y en los mecanismos de transporte intra y extracelular, son igual de importantes para que el compost tenga su textura, color y olor adecuado al finalizar el proceso (Llerena & Mayorga, 2016).

#### **2.2.3.1.7 Procedimiento para elaborar compost**

- Se hace un montón con los materiales en forma de montículo, como de un metro de alto.
- Hacer capas con los materiales de la siguiente manera: residuos de cosecha de maíz, aserrín, estiércol, tamo de arroz, al igual que otro tipo de abonos orgánicos. Se pueden integrar otros materiales a fin de aportar diferentes nutrientes al mismo.
- Se cubre el montículo con un plástico negro para concentrar radiación solar.
- Semanalmente regar para acelerar el proceso de descomposición y volverlo a cubrir.
- Cuando se observe un alto grado de descomposición, se lo voltea, riega y se lo cubre.

- Se lo voltea y riega cada 15 días, con la finalidad de mantener la temperatura y el nivel de humedad en los montículos (Mayorga, 2016). (ANEXO 4)

#### **2.2.3.1.8 Aplicación del compost**

Este puede ser aplicado semimaduro en la fase mesófila II o maduro. El compost semimaduro contiene una elevada actividad biológica y el porcentaje de nutriente es mayor que el compost maduro; este al no tener aún un pH estable puede afectar negativamente a la germinación por lo que este no se usa para germinar semillas, ni en plantas delicadas. La aplicación de este compost semimaduro en la horticultura es normalmente de 4 y 5 kg/m<sup>2</sup>. En los cultivos extensivos la aplicación es de 7 a 10 T/ha. El compost maduro se usa generalmente para plántulas, jardineras y macetas, el cual se mezcla de 20 a 50% con tierra y otros materiales como turba y cascarilla de arroz como sustrato (Llerena & Mayorga, 2016).

#### **2.2.3.1.9 Beneficios del uso de compost**

El compost contiene varias ventajas ya que permite a las plantas su crecimiento adecuado y con ello la obtención de productos de calidad, aporta nutrientes al suelo, favorece la aireación y la retención de humedad, en suelos arenosos ayuda a la retención del agua, mejora la estructura del suelo por lo que es un agente preventivo de la erosión, favorece el almacenamiento de nutrimentos y su disponibilidad para los vegetales, restaura y mantiene las condiciones de fertilidad natural del suelo, provee un medio donde infinidad de microorganismos se desenvuelven algunos procesan residuos para convertirlos en humus y otros procesan el humus para aprovecharlo o generar alimento para otros, favorece la absorción de los rayos solares debido a su color oscuro y con ello el aumento de la temperatura del suelo.

En sí, la ventaja del Compost es que es seguro de aplicar a los cultivos porque está libre de patógenos y no causa la inanición de nitrógeno. Además, este es muy económico y los cultivos resultan más saludables al igual que el suelo que no tiene riesgos de erosionarse con el tiempo, aunque el proceso puede resultar lento en comparación con los químicos (Bohórquez, 2019).

#### **2.2.3.2 Vermicompost**

El vermicompostaje o lombricompostaje, es un proceso que permite biodegradar los residuos orgánicos de manera aeróbica y mesófila mediante la acción de lombrices de tierra que se alimentan de residuos orgánicos y lo descomponen por medio de sus enzimas digestivas y de la microflora aeróbica y anaeróbica presente en el interior de su intestino, acelerando así su

degradación y con ello la obtención del humus. Las especies de lombrices utilizadas en este proceso son capaces de consumir al día residuos equivalentes al 50 y 100% de su peso.

La digestión de la lombriz produce la alteración física, química y biológica del residuo, de manera que se incrementan los nutrientes asimilables para los microorganismos quienes proliferan en el residuo excretado permitiendo completar la degradación, dando una apariencia similar a la tierra, pero con grandes propiedades para el suelo y cultivos, su volumen original se reduce hasta el 50% aproximadamente. Entre los microorganismos involucrados están las bacterias, algas, hongos y protozoos quienes ayudan a descomponer la materia haciéndolo rico en sustancias similares a ácidos húmicos y nutrientes (Vargas, Romero, & Fernández, 2014).

Es así que el vermicompost es una técnica de transformar los materiales orgánicos con lombrices en humus, por medio de mecanismos de digestión e ingestión, donde actúan también microorganismos. Esta mejora las condiciones del suelo, en cuanto a drenaje, restauración y aumento de las propiedades evitando así su degradación, e incrementando la actividad biótica y su acción, aumentando así la resistencia de las plantas contra las plagas, enfermedades y organismos patógenos (Romero M. N., 2015).

Según los autores Vargas, Romero, & Fernández (2014) mencionan que:

Este es un producto de color oscuro acercándose a negro, que se caracteriza por poseer un elevado contenido de materia orgánica parcialmente humificada, concentraciones significativas de macro y micronutrientes, concentraciones variables de sustancias fitohormonales, y encontrarse libre de sustancias fitotóxicas, así como, de patógenos humanos. (...). (pp.100-101)

#### **2.2.3.2.1 Calidad del vermicompost**

Depende del valor nutritivo de los desechos que consume la lombriz, por lo que un manejo adecuado permite obtener un vermicompost de excelente calidad. La diferente alimentación de la lombriz genera resultados variantes en cuanto a nutrientes que se van a aplicar al suelo.

#### **2.2.3.2.2 Supresión de patógenos con el vermicompost**

El vermicompost es capaz de suprimir patógenos de las plantas, ya que las plantas pueden sufrir enfermedades consecuencia de muchos microorganismos patógenos sobre las semillas, tallos, hojas y sistema radicular. Durante muchos años los pesticidas químicos han sido utilizados para

estos problemas, pero su uso, en especial los fungicidas han causado daños en el suelo, por lo que su utilización ha sido restringida, lo que han hecho que los agricultores utilicen otras alternativas, entre estas los procesos biológicos naturales. El control biológico de fitopatógenos consiste en introducir especies beneficiosas capaces de reducir poblaciones perjudiciales; pero su desarrollo y comercialización es largo y costoso, lo que ha hecho que exista un interés científico en la búsqueda de otros procesos biológicos capaces de controlar o suprimir fitopatógenos (Vargas, Romero, & Fernández, 2014).

Es así que el vermicompost es una alternativa de bajo costo, especialmente cuando los patógenos son hongos que causan podredumbre y necrosis radicular de plantas cultivadas, entre otros, diferentes especies de los géneros *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Phytophthora*. La mayoría de los estudios realizados mencionan que aplicando el vermicompost al suelo o utilizándolos como sustrato de cultivo sin suelo, han demostrado su capacidad supresora de los patógenos. Algunos estudios de vermicompost de diferente naturaleza han sido utilizados exitosamente en la supresión de hongos, como se muestra a continuación:

**Tabla 2** Supresión de hongos con el Vermicompost

<b>Tipo de vermicompost</b>	<b>Sustrato</b>	<b>Cultivo</b>	<b>Patógeno</b>
Estiércol	Turba	Tomate	<i>Fusarium oxysporum</i>
Estiércol	Turba	Tomate	<i>Phytophthora nicotiana</i>
Residuos de papel	Suelo	Fresa	<i>Verticillum spp</i>
Residuos vegetales	Suelo	Garbanzo	<i>Sclerotium roldsii</i>
Residuos vegetales/ estiércol	Suelo	Fresa	<i>Botrytis cinerea</i>

Los microorganismos presentes en el vermicompost hacen que se disminuyan los hongos radiculares patógenos, los cuales pueden ser de tipo general o específica (Vargas, Romero, & Fernández, 2014).

### 2.2.3.2.3 Lombriz de tierra

Existen muchas especies de lombrices terrestres que se han identificado, pero solo algunas de ellas son utilizadas en la degradación de los residuos orgánicos, las cuales pertenecen a tres familias del orden Haplotaxida: Lumbricidae (*Eisenia fétida*, *Eisenia andrei*, *Dendrobaena veneta*, *Dendrodrilus rubidus*, *Lumbricus rubellus*); Eudrilidae (*Eudrilus eugeniae*) y Megascolecidae (*Perionix excavatus*, *Lampito mauritii*), y la familia Moniligastridae del orden

Moniligastrida (*Drawida nepalensis*), cuyas lombrices pertenecen a una estrategia reproductiva “r” (rápida y prolífica) que se refiere a que sucesivas generaciones se van sustituyendo de manera continua (Vargas, Romero, & Fernández, 2014).

#### **2.2.3.2.4 Factores que condicionan el proceso del vermicompost**

Las características que se deben tomar en cuenta para el desarrollo del vermicompost son:

**Temperatura:** La temperatura ideal es de entre 20°C y 25°C. La excesiva acumulación de calor se puede evitar con la aireación de los materiales. Es necesario también la humedad para prevenir la deshidratación de la lombriz y esta pueda desplazarse.

**Oxígeno:** El residuo debe ser suficientemente porosa que permita el desplazamiento de las lombrices como el paso del aire y el drenaje de un posible exceso de agua. La aireación es fundamental, ya que las lombrices requieren entre 55 y 65% de concentraciones de oxígeno.

**Humedad:** La humedad en el residuo debe ser superior al 50%, entre 70 y 90%, debido a que las lombrices poseen un mecanismo de intercambio gaseoso que se realiza a través de la epidermis, esto ayudará a que el residuo orgánico pueda absorber y retener agua, esta humedad debe ser ajustada antes de iniciar el proceso. Para medir el porcentaje de humedad en el residuo orgánico como en el proceso de vermicompostaje existe una prueba llamada “prueba de puño”, esta consiste en agarrar con la mano una cantidad de sustrato y hacer fuerza en puño, y si de eso salen de 8 a 10 gotas quiere decir que la humedad está en un 80% aproximadamente.

**pH:** El pH debe ser óptimo para que el proceso del vermicompost muestre resultados adecuados y este sea realizado correctamente. Las lombrices son capaces de tolerar en el residuo orgánico valores de pH entre los 5 y 9, aunque prefieren valores que sean cercanos a la neutralidad entre 6,5 y 7,5 para poder desarrollarse y reproducirse con efectividad.

**Relación de carbono y nitrógeno:** Las lombrices son más eficaces cuando los valores de relación C/N son óptimos, es decir que los residuos orgánicos obtengan una relación de C/N entre 20-30, los cuales permiten el desarrollo de las lombrices. Al contrario si esta relación C/N del residuo esta fuera de este rango el crecimiento y reproducción de las lombrices se verán afectada y con ello la descomposición de la materia tardará más o peor aún no terminará su proceso de vermicompostaje en caso que se extingan las lombrices (Vargas, Romero, & Fernández, 2014).

**Conductividad eléctrica:** Generalmente es baja ya que durante este proceso las lombrices no sobreviven a valores de CE superiores a 8 dS m, y a que el riego del residuo orgánico favorece el lavado de las sales contenidas. La CE del vermicompost no debe exceder de 1-2 dS m si va ser aplicado en cultivos sensibles o semilleros, y de 2-3 dS m si va ser utilizado en otros cultivos, cuyas medidas son en extracto acuoso: agua destilada.

### 2.2.3.2.5 Características de un vermicompost comercialmente aceptable

**Tabla 3** Características de un vermicompost comercialmente aceptable

Característica	Ámbito óptimo
Materia orgánica (%)	65-70%
Humedad (%)	40-45%
N (%)	1-2
pH	6,8-7,2
Carbono orgánico (%)	14-30
Calcio (%)	2-8
Mg (%)	1-2,5
P (%)	2-2,5
Relación C/N (%)	10-11
Flora bacteriana/gr	2x10 <sup>6</sup> colonias
K (%)	1-1,5
Ácidos húmicos (%)	2-4
Cu (%)	0,05

**Fuente:** (Rodríguez, 2011)

### 2.2.3.2.6 Elementos que se pueden vermicompostar

Existen varios tipos de residuos para el desarrollo de vermicompostaje, dependiendo el espacio en la cual se desea desarrollar, por ejemplo:

- Restos de fruta y verdura
- Posos de café, restos de infusiones
- Ramas, flores, hojas, entre otros
- Lombriz californiana

Los materiales usados dependerán mucho en la calidad del vermicompost por lo que se debe tener en cuenta utilizar materiales ricos en nutrientes (Romero M. N., 2015). (ANEXO 5)

#### 2.2.3.2.7 Propiedades físicas del vermicompost

Según los autores Vargas, Romero, & Fernández, (2014):

**Color:** es un producto de color marrón acercándose a negro.

**Olor:** su olor es parecido a tierra húmeda, no posee olores pestilentes.

**Textura:** no debe contener semillas, insectos ni elementos inertes ajenos como arena, vidrio, etc. Su textura es granular formada por partículas de tamaño  $<0,3$  mm, esto favorece micro espacios para el desarrollo microbiano y capacidad para absorber y retener nutrientes.

**Densidad:** varía entre 0,35 y 0,70 g cm<sup>3</sup> y su densidad total entre 1,7 y 1,95 g cm<sup>3</sup>.

**Porosidad:** la porosidad total fluctúa entre 80 y 85%.

**Volumen:** el volumen de aire ocupa entre un 15 y 25% y la capacidad de retención de agua entre 25-45%.

#### 2.2.3.2.8 Composición química del vermicompost

**Cantidad de base o ácido:** la cantidad de ácido es muy importante, necesario para aumentar o disminuir el pH en la unidad del suelo, su capacidad amortiguadora es indispensable para formular sustratos y mezclas con suelo que requieren determinaciones precisas.

**Capacidad de intercambio catiónico:** varía entre 50 y 100 cm ol kg, este es un parámetro fundamental para determinar el grado de madurez del vermicompost.

**Materia orgánica del humus de lombriz:** está constituida por celulosas, hemicelulosas y ligninas, en menor cantidad por azúcares solubles en agua. Esta es parcialmente humificada con contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos.

**Nutrientes:** concentraciones variables de nutrientes para suelos y cultivos, esta varía dependiendo del tipo de residuos orgánicos que se utilice y de las características y condiciones que estas tengan (Vargas, Romero, & Fernández, 2014).

Se compone principalmente por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, como también por una cantidad de microorganismos, sus cantidades dependerán de la materia orgánica utilizada. Este es un abono rico en fitohormonas, producidas por el metabolismo de las bacterias que estimulan los procesos biológicos de las plantas (Besantes, 2015).

#### 2.2.3.2.9 Propiedades biológicas del vermicompost

**Microorganismos:** El vermicompost contiene un elevado número de microorganismos responsables de diferentes actividades enzimáticas, como también una variada comunidad microbiana constituida por taxones bacterianos y fúngicos con varias funciones.

Los microorganismos que colonizan los residuos orgánicos son por alimento o refugio, algunos también constituyen la dieta de las lombrices. Las cochinillas, nemátodos, ácaros e insectos detritófagos compiten con las lombrices por alimento sin causarles ningún daño, participando también en la descomposición del sustrato orgánico, aunque en menor cantidad, de lo contrario si estos se proliferan indica que el desarrollo del vermicompost es inadecuado.

**Compuestos:** fitohormonas y precursores, sustancias reguladoras de crecimiento, enzimas ligadas a ácidos húmicos, etc.

Todos estos compuestos hacen posible que los suelos agrícolas sean más productivos y sanos (Vargas, Romero, & Fernández, 2014).

#### **2.2.3.2.10 Fases del vermicompostaje**

Dentro de la tecnología del vermicompostaje, se han distinguido tres fases principalmente:

- a. Pretratamiento: Depende del tipo de residuo o residuos a procesar.
- b. Digestión: Dos subfases:
  1. Hidrolítica: Se caracteriza por biodegradar la materia orgánica más frágil, por los microorganismos presentes en el residuo o por los asociados al tracto intestinal de las lombrices.
  2. Maduración: En la cual la actividad hidrolítica desaparece
- c. Tamizado: Producto final (Besantes, 2015).

#### **2.2.3.2.11 Aplicación del vermicompost**

Para el correcto uso y aplicación, el vermicompost maduro debe ser evaluado antes, con el fin de evitar efectos negativos sobre la planta, el suelo y el medio ambiente agrícola. Los materiales inmaduros al ser aplicados pueden causar efectos dañinos como: la inmovilización del N asimilable del suelo provocando así su deficiencia en las plantas, disminución del oxígeno en el suelo, liberación de sustancias fitotóxicas que afectan el desarrollo de los cultivos. Por ello es recomendable medir el grado de estabilidad y madurez del vermicompost para evitar daños y obtener resultados exitosos (Vargas, Romero, & Fernández, 2014).

La cantidad a suministrar no es unánime pues depende de muchos factores como: el contenido de materia orgánica y nutrientes; el tipo de agricultura, extensiva, intensiva, convencional, integrada, biológica, tradicional, sustentable, etc.; tipo de cultivo; tipo de suelo como textura, estructura, pH, nutrientes, etc.; climatología, riego, entre otros. Por lo que puede variar en cada lugar, en general han resultado efectivas las cosechas al añadir vermicompost en dosis de 2 a 10 toneladas por hectárea (Besantes, 2015).

El vermicompost es muy utilizado exitosamente como sustrato de cultivo sin suelo, por su gran capacidad de producción, crecimiento y desarrollo de las plántulas, así como calidad de flores y frutos, este puede ser utilizado solo o mezclado con otros materiales. Su aplicación depende del tipo de cultivo.

A continuación, se presenta un cuadro general de las dosis recomendadas en diferentes cultivos según Vargas, Romero y Fernández en su libro “Vermicompostaje: Procesos, productos y aplicaciones”:

**Figura 1** Dosis recomendada en diferentes cultivos

	Cultivo nuevo	Mantenimiento	Cultivo nuevo	Mantenimiento
Semilleros	5-100%	-	20%	-
Hortalizas	120 g planta <sup>-1</sup>	-	40-50 g planta <sup>-1</sup>	-
Frutales	2 kg árbol <sup>-1</sup>	1 kg árbol <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	0,5-1 kg árbol <sup>-1</sup>	1-2 kg árbol año <sup>-1</sup>
Cespedes	1 kg m <sup>-2</sup>	500 g m <sup>-2</sup> año <sup>-1</sup>	200-500 g m <sup>-2</sup>	40-50 g m <sup>2</sup> año <sup>-1</sup>
Plantas ornamentales	150 g planta <sup>-1</sup>	-	50-200 g planta <sup>-1</sup>	50g planta <sup>-1</sup> mes <sup>-1</sup>
Plantas interior	50% con suelo	-	-	-
Rosales /leñosas	500 g	1 kg m <sup>-2</sup> año <sup>-1</sup>	-	-

**Fuente:** (Vargas, Romero, & Fernández, 2014)

#### 2.2.3.2.12 Beneficio del uso del vermicompost

El vermicompost es una fuente nutricional y energética de microorganismos edáficos, suministra micro y macro nutrientes que aumentan la germinación, el crecimiento, la productividad de flores y frutos, incrementa la capacidad de retener agua, reduce substancialmente las necesidades de agua en los cultivos ayudando a espaciar los procesos de riego, su pH es neutro por tanto se puede aplicar cualquier dosis sin ningún riesgo, este es un supresor de patógenos radiculares de plantas, enmienda la materia orgánica del suelo y con ello permite un buen drenaje del suelo para evitar su erosión, el humus de lombriz favorece la formación de micorrizas, controla plaguicidas del suelo mediante la introducción de especies beneficiosas con capacidad de reducir fitopatógenos, recupera suelos contaminados, retiene la energía calorífica y con ello evita efectos adversos de las heladas, amortigua los desequilibrios del pH del suelo aumentando así cuando el pH es ácido y disminuyendo cuando es alcalino, favorece el transporte de elementos esenciales a la raíz y aumenta la capacidad inmunológica de las plantas (Espinoza, 2013).

### **2.2.3.3 Bocashi**

Según los autores Aguilar, Alvarado, Franklin Martínez, Gutiérrez, & Morales (2016) mencionan que:

El bocashi es un abono orgánico producto de un proceso controlado de fermentación aeróbica de residuos orgánicos, a través de microorganismos quimioorganotróficos presentes en los residuos, el cual ejerce una acción positiva sobre el mejoramiento de la fertilidad del suelo, ya sea física, química o biológica. (pág. 2)

Es la descomposición fermentativa de la materia orgánica, bajo condiciones de oxidación incompleta con la acción de microorganismos fermentadores. Entre ellos están los microorganismos productores de ácido láctico y levaduras, tanto nativos provenientes de materiales propios como a través de una inoculación microbiana. Este abono incorpora al suelo, macro y micronutrientes como N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu y B, además favorece el desarrollo normal de la cadena trófica del suelo y por ende una mejor fuente de vida para los cultivos (Merino & Yahuara, 2019).

#### **2.2.3.3.1 Bocashi-lacto suero**

Los agricultores japoneses utilizaban bocashi como un abono orgánico desde hace varios años atrás. Esta palabra es traducida del japonés como “materia orgánica fermentada”. La principal función de este tipo de abono es que incrementa la actividad y cantidad de microorganismos en el suelo, para proveer con ello nutrientes al cultivo. Esta es una actividad beneficiosa para el agricultor que le gusta aprovechar los recursos con los que cuenta. En este tipo de abono el lacto suero ha brindado algunas soluciones en la agricultura, como la regulación del pH, aporte de nutrientes, y aceleración en la degradación de la materia. Algunos microorganismos presentes en el lacto suero son *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, y *Streptococcus lactis*, que promueven mayor resistencia a plagas y enfermedades de los cultivos e incrementa la eficiencia como fertilizante. Algunos estudios incluso indican que la aplicación de lacto-suero ácido a una conductividad eléctrica de 1 mS/cm incrementan el rendimiento en el cultivo (Sequeira, 2019).

#### **2.2.3.3.2 Factores implicados en el proceso del bocashi**

**Temperatura:** En la elaboración de este tipo de abono existen dos etapas que son:

- La primera etapa por la que pasa la fermentación del abono es la estabilización, en la que la temperatura puede alcanzar entre 70 y 75 °C aproximadamente, debido al incremento de la

actividad microbiana. Posterior a ello la temperatura empieza a caer nuevamente por el agotamiento de la fuente energética que retroalimentaba el proceso.

- Enseguida empieza a estabilizarse el abono y pasa a la segunda etapa que es la maduración, donde la degradación de los materiales orgánicos que aún permanecen es más lenta, para luego llegar a su estado final, donde su utilización será inmediata. La temperatura en esta etapa serán menores de 45 – 50 °C.

Generalmente durante los primeros días debe estar entre 50 y 60 °C. Se debe hacer volteos constantes, impidiendo que este alcance temperaturas superiores a los 65 °C.

**Oxígeno:** La presencia del oxígeno o una buena aireación es importante para que no existan limitaciones en el proceso aeróbico de la fermentación del abono. Como mínimo debe existir un 5% a un 10% de concentración de oxígeno en los macro poros de la masa. Cuando el micro poro se encuentra en estado anaeróbico (sin oxígeno) debido a un exceso de humedad, puede perjudicar el proceso y en consecuencia se obtendrá un producto de mala calidad.

**Humedad:** La humedad óptima para lograr la máxima eficiencia del proceso de la fermentación del abono, oscila entre el 50% y el 60% (en peso) o sea, los materiales están vinculados a una fase de oxidación. Cuando la humedad es inferior al 35%, se da una descomposición aeróbica muy lenta de los materiales orgánicos. Por otro lado, cuando la humedad supera el 60%, se dificulta la oxigenación de la fermentación, resultando un proceso anaeróbico putrefacto, que no es lo deseado ni lo ideal para obtener un abono de excelente calidad.

**pH:** La elaboración de este abono requiere de un pH entre 6 y 7,5, ya que los valores extremos inhiben la actividad microbiana durante el proceso de degradación de los materiales. Al inicio de la fermentación el pH es muy bajo, pero gradualmente se va auto-corrigiendo con la evolución de la fermentación o maduración del abono orgánico.

**Relación carbono-nitrógeno:** La relación ideal para la fabricación de un buen abono de rápida fermentación es de 1 a 25-35. Las relaciones menores pueden resultar pérdidas considerables de nitrógeno por volatilización, por otro lado, las relaciones mayores resultan en una fermentación y descomposición más lenta, y que en muchos casos es conveniente.

**El tamaño de las partículas de los ingredientes:** La forma de preparar el bocashi es variada y se ajusta a las condiciones y materiales que cada campesino dispone. Pues, no existe una única

receta o fórmula para hacer los abonos; lo más importante es el entusiasmo y la disponibilidad del tiempo para ser creativo e intentar superar la crisis que los agricultores heredaron de la agricultura convencional y los fertilizantes químicos altamente solubles (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2011).

### 2.2.3.3.3 Características del bocashi comercialmente aceptable

**Tabla 4** Características del bocashi comercialmente aceptable

<b>Características</b>	<b>Ámbito óptimo</b>
Materia orgánica (%)	45-70
N total (%)	2,19
P total (%)	0,48
K total (%)	0,90
Relación C/N	11,90
N inorgánico (%)	0,08
pH	6-7,5

**Fuente:** (Sequeira, 2019)

### 2.2.3.3.4 Elementos que pueden ser utilizados para realizar el bocashi

- Gallinaza o estiércol seco de ganado bovino, ovino, porcino, caprino, etc.
- Cascarilla de arroz, cascarilla de café, aserrín, cenizas de bagazo, paja picada o rastrojo.
- Suelo de vega (aluvión) o tierra arcillosa cernida
- Maíz molido
- Melaza, agua
- Levadura granulada o en barra, carbonato de calcio o cal agrícola
- Carbón molido (carbón vegetal)
- Ramas, arbustos, pasto picado, desperdicios de frutas y vegetales.

Los materiales a utilizar se mezclan homogéneamente agregando abundante agua solo durante su elaboración, y el manejo consiste en moverlo dos veces de manera diaria, durante 15 días de su fermentación (Aguilar, Alvarado, Franklin Martínez, Gutiérrez, & Morales, 2016).

En el bocashi la fermentación es más rápida que en un compost tradicional, pues la transformación se realiza a una temperatura inferior de 50 °C y en un tiempo más corto entre 1 a 3 semanas. El bocashi es un abono que proporciona al suelo nutrición, microorganismos y un

sustrato para la vida microbiana, por ser un abono que no se degrada en su totalidad, ideal para suelos pobres en materia orgánica y proceso de producción orgánica (Merino & Yahuara, 2019)

#### **2.2.3.3.5 Propiedades físicas del bocashi**

**Textura:** Polvosa como arena

**Color:** Su color es café tipo marron acercándose a negro.

**Olor:** No presenta un olor desagradable y es parecido a tierra.

#### **2.2.3.3.6 Composición química del bocashi**

Los nutrientes presentes en el abono pueden ser denominados de distinta manera:

**Elementos primarios:** Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

**Elementos secundarios:** Calcio, Magnesio y Azufre.

**Elementos menores o microelementos:** Boro, Zinc, Cobre, Hierro, Moliboteno, Manganeso, entre otros.

#### **2.2.3.3.7 Procedimiento para elaborar el bocashi**

Jeisser & Yahuara (2019) mencionan que:

- Durante la transformación del bocashi es importante evitar la contaminación con patógenos, por lo que se debe: limpiar las botas y herramientas antes de usarlo en el proceso.
- La preparación se realiza mediante una distribución de los materiales a utilizar en capas y que estos estén previamente picados en trozos, se coloca el material más grueso hasta el más delgado, las cuales se deben ir humedeciendo con la solución de agua con melaza, luego se debe mezclar los materiales moviéndolo de un lado al otro hasta obtener una consistencia homogénea, esta mezcla y preparación se la realiza de forma ágil.
- Durante la mezcla se debe seguir humedeciendo los materiales con agua y melaza poco a poco de manera que quede bien distribuido en toda la abonera evitando su exceso, para ello se realiza la “prueba de puño”, que consiste en apretar una pequeña porción de los materiales con la mano y no debe escurrir agua, de lo contrario muestra exceso y para ello se debe compensar agregando más materiales secos hasta que quede una consistencia que se desintegre con facilidad al tocarlo. Enseguida se debe espolvorear levadura de pan sobre los materiales en pequeñas cantidades y mezclarlo.
- Luego se procede a realizar un montículo de un metro de alto aproximadamente de estos materiales y finalmente cubrirlo con costales. Los materiales para este proceso de mezcla

deben tener la siguiente proporción: 60% de materiales secos y 40% de materiales verdes. Si lleva muchos materiales secos se necesitará poner más agua, si lleva muchos materiales verdes, no se necesitará mucha agua.

- Se debe controlar a partir del primer día la temperatura de tal forma que este no sobrepase los 50°C, se debe realizar dos volteadas por día para que obtenga aireación y con ello evitar malos olores o que este pueda pudrirse. A partir del tercer día los microorganismos empiezan a aparecer y el montículo comienza a reducir su altura a 20 cm hasta 15 cm aproximadamente en los siguientes 10 días, el proceso de maduración toma un color gris claro, quedando seco como polvo arenoso, este puede ser almacenado hasta seis meses. Todo este proceso debe ser realizado bajo techo.

Jeisser & Yahuara (2019) mencionan que, para la obtención de 70 sacos de bocashi se necesitan: 20 sacos de boñiga, gallinaza o cabraza, 15 sacos de ceniza, 10 sacos de bagazo, 2 sacos de semolina, 20 litros de suero, 40 litros de microorganismos, 1 kg de levadura, 7 sacos de bocashi como inoculante, 1 balde de microorganismos sólidos, y 5 kg de roca fosfórica, el cual estará listo en una semana. (ANEXO 6) se muestra el resultado del análisis del bocashi.

#### **2.2.3.3.8 Aplicación del bocashi**

En terrenos donde se utiliza la fertilización orgánica se pueden aplicar 4 libras por metro cuadrado de terreno, la aplicación debe hacerse 15 días antes de la siembra, al trasplante o en el desarrollo del cultivo. En terrenos donde nunca se ha aplicado bocashi, la dosis será 10 libras por metro cuadrado aproximadamente.

En cultivos anuales, se realizará una segunda aplicación, entre 15 y 25 días de la emergencia del cultivo, en dosis de 2 libras por metro cuadrado. Para cultivos de ciclo largo como frutales, se aplicará una libra al momento de la siembra y tres aplicaciones de 1 libra por año, durante el período de crecimiento. En árboles productivos se harán aplicaciones de 2 libras, tres veces por año. Para hortalizas, una sola aplicación de 4 libras por metro cuadrado, 15 días antes de la siembra o el trasplante. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2011).

#### **2.2.3.3.9 Beneficio del uso del bocashi**

Se mantiene un mayor contenido energético de la masa orgánica pues al no alcanzar temperaturas tan elevadas hay menos pérdidas por volatilización, tiene una alta carga

microbiana que mejora la actividad biológica del suelo, lo que facilita la asimilación de alto contenido de nutrimentos y por ende mejora la salud de los cultivos. El bocashi se puede preparar en corto tiempo y no produce malos olores (Merino & Yahuara, 2019).

Se autorregulan “agentes patogénicos” en la tierra, por medio de la inoculación biológica natural, principalmente de bacterias, actinomicetos, hongos y levaduras. El producto final se puede utilizar en los cultivos, en un período corto y a costos muy bajos. El crecimiento de las plantas es estimulado por una serie de fitohormonas y fitoreguladores naturales que se activan a través del abono.

Existe una reducción de costos de producción, pues el precio de los fertilizantes sintéticos es alto en comparación con el costo del Bocashi, lo que permite mejorar la rentabilidad de los cultivos, además de que también reduce el uso de productos sintéticos, disminuyendo el riesgo de contaminación al suelo, aire y agua. Se disminuye la acidez de los suelos al dejar de usar sulfato de amonio y sustituirlo por bocashi. Si la técnica es netamente de agricultura orgánica sin utilizar agroquímicos, se pueden lograr mejores precios de los productos en el mercado (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2011).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO**

##### **3.1.1. Enfoque**

La investigación se basa en un análisis de enfoque cuantitativo, esto se debe a que los datos que se recolectan son de carácter medible como, número de flores por planta, número de racimos por planta, número de frutos por planta y peso de frutos por parcela, los cuales permitirán determinar la hipótesis planteada en cuanto a productividad en el cultivo de mora de castilla (*Rubus Glaucus Benth*).

##### **3.1.2. Tipo de Investigación**

###### **3.1.2.1 Investigación Bibliográfica**

Se recolectó información de diferentes fuentes confiables con análisis de estudios anteriores, en revistas, páginas web, libros y artículos científicos tanto nacionales como internacionales., las cuales han sido de gran ayuda para desarrollar de forma adecuada la investigación.

###### **3.1.2.2 Investigación Experimental**

Se realizó el ensayo con un diseño de bloques completamente al azar donde se aplicó tres fertilizantes orgánicos en dos periodos diferentes del cultivo de mora de castilla para determinar el comportamiento de la planta frente a estos abonos.

###### **3.1.2.3 Investigación de Campo**

El sitio donde se llevó a cabo la investigación fue un lote de terreno de 1050 m<sup>2</sup> ubicado en la parroquia de Monte Olivo, sector Palmar Grande perteneciente al cantón Bolívar de la provincia del Carchi.

#### **3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER**

##### **3.2.1 Hipótesis Afirmativa**

La aplicación de diferentes fertilizantes orgánicos mejora la productividad en el cultivo de mora de castilla.

##### **3.2.2 Hipótesis Nula**

La aplicación de diferentes fertilizantes orgánicos no mejora la productividad en el cultivo de mora de castilla.

### 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.3.1. Definición de variables

Variable Independiente: fertilizantes orgánicos.

Variable Dependiente: Productividad en el cultivo de mora.

#### 3.3.2. Operacionalización de variables

**Tabla 5** Operacionalización de variables

HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	TÉCNICA
La aplicación de diferentes fertilizantes orgánicos mejora la productividad en el cultivo de mora de castilla.	<b>Variable Independiente</b>	Compost	Se aplicó dosis de 3 kg y 2,5 kg planta <sup>-1</sup> en la base de la planta, en el transplante y al inicio de la producción	Aplicación edáfica manual
	Fertilizantes Orgánicos	Vermicompost		
		Bocashi		
	Variable Dependiente	Número de racimos por parcela de forma separada según los tratamientos	Se realizó en la producción cada 15 días, durante tres meses, con un total de 6 conteos, racimos por parcela y tratamiento.	Observación por unidades

		Número de flores por parcela de forma separada según los tratamientos	Se realizó en la producción cada 15 días, durante tres meses, con un total de 6 conteos, flores por parcela y tratamiento	
		Número de frutos por parcela de forma separada según los tratamientos	Se realizó en la producción cada 15 días, durante tres meses, con un total de 6 conteos, frutos por parcela y tratamiento	
		Peso de frutos por parcela de forma separada según los tratamientos	Se realizó en la producción cada 15 días, durante tres meses, con un total de 6 cosechas y pesajes, peso kg/parcela y tratamiento	Observación por kg de peso
	Costo-Beneficio (C/B)	Suma total de los ingresos netos dividido para los costos totales de tratamientos y cultivo.	<b>C/B</b> = ingresos totales netos/costos totales	Costo de producción ( <b>CPcc</b> ) CPcc=MP+MOD+CI MP=materia prima MOD= mano de obra directa CI=costos indirectos

### 3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

#### 3.4.1. Localización del experimento

El ensayo se realizó en un terreno ubicado en la comunidad de Palmar Grande, parroquia de Monte Olivo perteneciente al cantón Bolívar, en la provincia del Carchi donde se consideran altitudes que van desde los 1600 hasta los 3800 msnm, se encuentra rodeado por los ríos El Carmen, Escudillas y San Miguel, entre las coordenadas 0° 20' 00" y 0° 28' 00" de latitud norte; 77° 48' 00" y 77° 75' 00" de longitud oeste, la altitud media es de 2650 metros. Posee dos climas ya que se encuentra en un punto de interacción entre las provincias del Carchi, Imbabura y Sucumbíos, el clima Ecuatorial mesotérmico semihúmedo con una temperatura entre 12 y máximo 30 °C, y el clima Ecuatorial de alta montaña con una temperatura entre 8 y 20 °C (GAD Parroquial de Monte Olivo, 2020).

**Figura 2** Ubicación geográfica del ensayo



**Fuente:** Google Earth, 2021

#### 3.4.2. Factor de estudio

Son tres fertilizantes orgánicos (COMPOST, VERMICOMPOST, BOCHASHI) para suministro vía edáfica al cultivo de mora de castilla.

## FACTOR 2

Dosis de fertilizantes orgánicos aplicados: 2,5 y 3 kg planta<sup>-1</sup>

### 3.4.3 Tratamiento

Los tratamientos fueron, tres fertilizantes orgánicos y un testigo sin fertilizantes con dos dosis.

A continuación, se presentan los tratamientos que se utilizaron en el ensayo:

**Tabla 6** Tratamientos del ensayo experimental

Variedad: Mora de castilla		
Tratamiento	Composición	Dosis
T0	Testigo absoluto	
T1D1	Compost	3 kg planta <sup>-1</sup>
T2D1	Vermicompost	3 kg planta <sup>-1</sup>
T3D1	Bocashi	3 kg planta <sup>-1</sup>
T1D2	Compost	2,5 kg planta <sup>-1</sup>
T2D2	Vermicompost	2,5 kg planta <sup>-1</sup>
T3D2	Bocashi	2,5 kg planta <sup>-1</sup>

### 3.4.4 Características del diseño experimental

La presente investigación se desarrolló en campo abierto y fue realizado en un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), total 7 tratamientos, tres de fertilizantes orgánicos, (compost, vermicompost y bocashi) con dos dosis y un testigo absoluto, con un total de 28 unidades experimentales, cada unidad experimental consta de 5 plantas, de las cuales 3 son de la parcela neta elegidas de manera aleatoria para la aplicación de los abonos. Cada tratamiento será aplicado en 4 unidades experimentales total en 20 plantas. La densidad de siembra es de 2,5 m entre planta y 3 m entre surco. A continuación, se detalla las características de este diseño experimental.

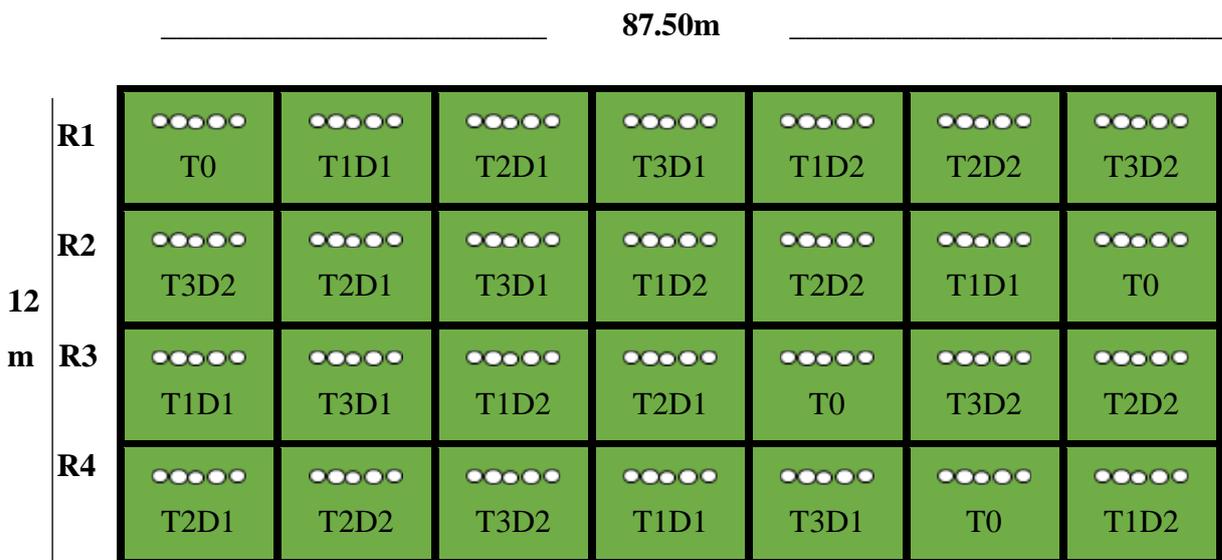
**Tabla 7** Características del diseño experimental

Diseño de bloques completos al azar	Dimensiones
Área total del experimento	1050 m <sup>2</sup>
Unidad experimental	37,50 m <sup>2</sup>

Parcela neta	22.5 m <sup>2</sup>
Distancia entre surcos	3 m
Distancia entre planta	2,5 m
Número de tratamientos	7
Número de abonos orgánicos	3
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	28
Plantas por unidad experimental	5
Plantas por parcela neta	3
Total, de plantas	140

### 3.4.5 Distribución de las unidades experimentales

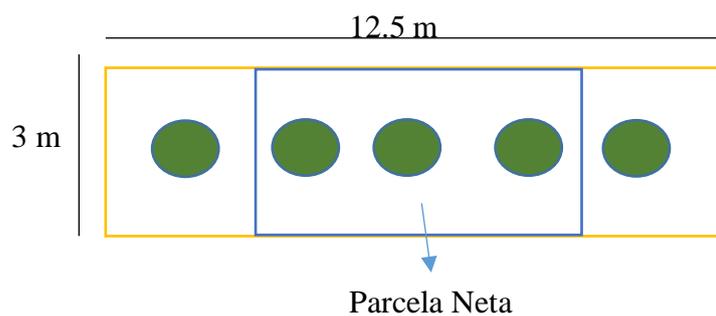
**Figura 3** Esquema del diseño experimental



#### 3.4.5.1 Selección de las unidades experimentales (plantas)

Cada una de las unidades experimentales está constituida por 5 plantas, tomando en cuenta el efecto del borde por los tratamientos aplicados se seleccionó 3 plantas centrales de cada unidad experimental para la toma de datos (parcela neta).

**Figura 4** Parcela neta de cada unidad experimental



### 3.4.6 Procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos en campo a lo largo de esta investigación fueron analizados y procesados con el programa estadístico Minitab, con el cual se realizó una comparación de medias utilizando la prueba de significación de Tukey al 5%

### 3.4.7 Manejo del experimento

#### • Materiales

Plantas de mora de castilla

Herramientas (bombas de fumigar, azadón, pala)

Abonos orgánicos: Compost, vermicompost y bocashi

Equipos de protección (botas, gorra, guantes, mascarilla)

Estacas

Rótulos

Piola

Marcador/ Esferos

Tijeras de podadoras

Libreta de apuntes

Recipientes de cosecha

Balanza electrónica

Fundas plásticas

Computadora

Flash memory

Calculadora

Celular/ Cámara fotográfica

Flexómetro

### **3.4.8 Procedimiento**

#### **3.4.8.1 Muestra para estudio de suelo**

Se realizó un muestreo del suelo utilizando la técnica de zigzag donde se recolectaron 8 submuestras de tierra para luego mezclarlas, del cual se sacó una muestra general de 1 kg para luego enviarlo al laboratorio LABONORT de Ibarra para su análisis, en el mismo lugar se realizó un estudio de nutrientes de los abonos orgánicos: compost, vermicompost y bocashi con los cuales se trabajó en esta investigación.

#### **3.4.8.2 Preparación del terreno**

Para los 1050 m<sup>2</sup> de terreno donde se realizó la investigación, se procedió a limpiar el espacio para luego realizar los hoyos de 40\*40 cm midiendo con un flexómetro cada 2.50 metros entre planta y 3 metros entre surcos.

#### **3.4.8.3 Instalación del ensayo**

Se delimitó con estacas los 1050 m<sup>2</sup>, que fueron divididos en 28 parcelas, en cuatro repeticiones y siete tratamientos, cada parcela de 37.50 m<sup>2</sup> delimitadas por 4 estacas, piola y rótulo para definir el área y diferenciar los tratamientos que se aplicaron.

#### **3.4.8.4 Siembra**

Se procedió a sembrar las plantas de mora de castilla en cada uno de los hoyos, 5 en cada parcela experimental, con un total de 140 plantas en todo el ensayo, se desinfectó los hoyos con 50 ml de methomil y 4 cucharadas de mancoceb y oxiclورو de cobre en una sola bomba de 20 litros al momento del trasplante para evitar que las plantas se afecten de hongos o bacterias presentes en el suelo, luego se procedió a poner los abonos orgánicos en cada planta y con ello cubrir los hoyos de acuerdo a cada tratamiento en cada parcela y de esta forma garantizar un buen desarrollo de la mora.

#### **3.4.8.5 Control de malezas**

Se procedió a realizar manualmente la limpieza de las malezas, ya que estas no permiten crecer adecuadamente a las plantas, en los primeros 30 días después de haber trasplantado la mora y posterior a ello cada dos meses.

### 3.4.8.6 Controles fitosanitarios

El control de plagas es muy importante ya que con ello se evita la propagación de estos en los cultivos; en este caso se presentó una enfermedad fúngica *botrytis cinérea* la cual se controló con carbendazin en dosis de 1 cc/litro con aplicaciones frecuentes cada quince días, y para controlar los ácaros presentes en los cultivos se aplicó abamectin en dosis de 60-80 cc/100 litros de agua.

### 3.4.8.7 Fertilización

Se colocó los tres fertilizantes orgánicos compost, vermicompost y bocashi con dosis de 3 y 2,5 kg por cada planta, de acuerdo a cada bloque experimental dependiendo al diseño establecido, con el fin de identificar cuál de los abonos resultó ser el mejor tratamiento en cuanto a la producción de mora.

#### 3.4.8.7.1 Composición de los abonos orgánicos según varios autores vs los utilizados para la aplicación en el ensayo experimental

**Tabla 8** Características de un compost comercialmente aceptable vs el compost aplicado en el ensayo

Compost comercialmente aceptable		Compost aplicado en el ensayo	
Características	Ámbito óptimo	Características	Ámbito óptimo
N (%)	>2	Materia orgánica (%)	41,41
C/N	<20	Humedad (%)	40
Cenizas (%)	10-20	N (%)	0,014
Humedad (%)	10-20<40	pH	6,85
pH	7,7 (aprox.)	K (%)	0,090
P (%)	0,15-1,5	Calcio (%)	0,715
Color	Café-Negro	Mg (%)	0,103
Olor	Tierra	P (%)	0,042
CICE (Meq/100g)	75-100	Relación C/N (%)	<20
		Ce	1,57 mS/cm

**Tabla 9** Características de un vermicompost comercialmente aceptable vs el vermicompost aplicado en el ensayo

<b>Vermicompost comercialmente aceptable</b>		<b>Vermicompost aplicado en el ensayo</b>	
<b>Característica</b>	<b>Ámbito óptimo</b>	<b>Característica</b>	<b>Ámbito óptimo</b>
Materia orgánica (%)	65-70%	Materia orgánica (%)	15,90
Humedad (%)	40-45%	Humedad (%)	65
N (%)	1-2	N (%)	0,013
pH	6,8-7,2	pH	7,83
Carbono orgánico (%)	14-30	K (%)	0,255
Calcio (%)	2-8	Calcio (%)	0,670
Mg (%)	1-2,5	Mg (%)	0,059
P (%)	2-2,5	P (%)	0,031
Relación C/N (%)	10-11	Relación C/N (%)	10/11
Flora bacteriana/gr	2x10 <sup>6</sup> colonias	Ce	2,06 mS/cm
K (%)	1-1,5		
Ácidos húmicos (%)	2-4		
Cu (%)	0,05		

**Tabla 10** Características del bocashi comercialmente aceptable vs el bocashi aplicado en el ensayo

<b>Bocashi comercialmente aceptable</b>		<b>Bocashi aplicado en el ensayo</b>	
<b>Características</b>	<b>Ámbito óptimo</b>	<b>Características</b>	<b>Ámbito óptimo</b>
Materia orgánica (%)	45-70%	Materia orgánica (%)	21,40
N total (%)	2,19%	Humedad (%)	50 a 60
P total (%)	0,48%	N (%)	0,070
K total (%)	0,90%	pH	7,85
Relación C/N	11,90%	K (%)	0,897
N inorgánico (%)	0,08%	Calcio (%)	0,665
pH	6-7,5	Mg (%)	0,202
		P (%)	0,039
		Relación C/N (%)	11/90
		Ce	12,42 mS/cm

Las características de cada uno de estos abonos orgánicos que se obtuvieron para aplicarlos en el cultivo de mora si cumplieron con los requerimientos establecidos por varios autores, por lo

tanto, si fueron aptos de ser utilizados en el ensayo, puesto que han sido madurados adecuadamente por ende no causaron ningún daño en las plantas ni en el suelo.

#### **3.4.8.8 Cosecha**

En el momento que el cultivo alcanzó su etapa de madurez fisiológica se procedió a la cosecha manual en cada parcela de acuerdo al tipo de tratamiento, para obtener resultados en peso de la producción de mora y con ello determinar el tratamiento más efectivo. Se realizó la cosecha en baldes de cinco libras según el tratamiento, para luego proceder a enfundar la mora en bolsas de cinco libras dependiendo el tipo de abono y la dosis aplicada, para evitar confusión se señaló con un marcador cada funda, enseguida se procedió a pesar en una balanza tradicional donde se obtuvo una respuesta cuantitativa en cuanto a producción del cultivo de mora, este resultado permitió determinar el tratamiento que generó el mejor rendimiento del producto y por ende el que resultó ser más rentable. Estos datos sirvieron para realizar los cálculos del análisis de varianza como de la prueba de Tukey donde se detalla el coeficiente de variación del peso y los promedios de cada tratamiento por cosecha según la producción obtenida. El total de la cosecha en todo el ensayo fue de 87,22 kg (incluida la parcela neta).

#### **3.4.9 Variables evaluadas**

##### **3.4.9.1 Número de racimos por parcela**

Esta variable fue evaluada durante la producción por 2 ocasiones mensuales, es decir cada 15 días, durante tres meses, con un total de 6 conteos los cuales fueron anotados en una libreta, los números de racimos por parcela y al final fue totalizado de acuerdo al tipo de tratamiento, para determinar el número de racimos existentes según el abono aplicado.

##### **3.4.9.2 Número de flores por parcela**

Dentro de esta variable se evaluó el número de flores por planta semanalmente durante tres meses, siendo así 12 conteos en su totalidad desde inicios de la etapa de producción para determinar el número de flores por parcela y en todo el ensayo según el tratamiento aplicado.

##### **3.4.9.3 Número de frutos por parcela**

Dentro de esta variable se evaluó el número de frutos por planta semanalmente durante tres meses, siendo así 12 conteos en su totalidad en la etapa de producción para determinar el número de frutos por parcela y en todo el ensayo según el tratamiento aplicado.

#### **3.4.9.4 Peso de frutos por parcela (kg/parcela)**

En esta variable se evaluó el rendimiento del fruto según el tratamiento aplicado en cada una de las parcelas para determinar cuál tratamiento resultó más efectivo, en la etapa de producción a los 8 meses posteriores al transplante. Se cosechó manualmente y posterior a ello se procedió a realizar el pesaje del fruto en kilogramos de la parcela neta de cada unidad experimental de acuerdo al tipo de tratamiento, sacando un resultado promedio por tratamiento aplicado.

#### **3.4.9.5 Costo-beneficio**

Luego de la cosecha se realizó el análisis de costos de producción de cada tratamiento, tomando en cuenta los egresos surgidos; también se determinó los ingresos producidos en base a las ventas, cuyo fin fue determinar el índice de costo-beneficio de cada tratamiento.

#### **Se aplicó la fórmula: $C/B = \text{ingresos totales netos} / \text{costos totales}$**

El análisis económico se realizó en función de ingreso por venta de la mora de castilla dividido para costo de producción total del ensayo experimental, esta relación Costo-Beneficio (C/B) permitió la identificación del mejor tratamiento en términos económicos.

En la tabla 38 se detalla el análisis económico, con el índice C/B en cada tratamiento donde se especifica un precio de venta promedio de \$ 1,30 dólares por kg de mora los cuales se comercializan en baldes de 3,18 kg, se estableció un rendimiento mensual y con ello se estimó el rendimiento anual por hectárea según el tratamiento. En este ensayo se realizó cosechas quincenales por tres meses cuyo valor de peso se multiplicó por dos para obtener un promedio de producción mensual y con esto se estimó la producción anual por hectárea.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

#### 4.1.1 Racimos

##### 4.1.1.1 Número de racimos por parcela al primer, segundo y tercer mes

En la tabla 11 se presenta el análisis de varianza correspondiente al número de racimos de acuerdo a los tratamientos utilizados en las dos quincenas de cada mes, la primera y segunda quincena del primer mes muestra que si existe una diferencia estadística entre tratamientos ( $p < 0,05$ ) y que no existe diferencia significativa entre repeticiones ( $p > 0,05$ ), el coeficiente de variación (CV) para este mes es de 25,72% y 19,03%, la media de racimos es de 45,92 y 54,82 unidades por parcela neta. En el segundo mes, la primera y segunda quincena muestran que si existe una diferencia estadística entre tratamientos pero no entre repeticiones, el coeficiente de variación (CV) para esta variable es de 23,27% y 25,59%, la media de racimos es de 55,86 y 57,14 unidades por parcela neta. En el tercer mes, la primera quincena muestra que sí existe una diferencia estadística entre tratamientos, pero no entre repeticiones, en la segunda quincena muestra que no tiene diferencia significativa entre tratamientos ni repeticiones, el coeficiente de variación (CV) para esta variable es de 21,12% y 32,28%, la media de racimos es de 55,93 y 51,92 unidades por parcela neta.

**Tabla 11** Número de racimos en la primera y segunda quincena del primer, segundo y tercer mes

PRIMER MES							
Fuente	GL	PRIMERA QUINCENA			SEGUNDA QUINCENA		
		SC Ajust.	MC Ajust.	Valor p	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor p
Tratamiento	6	5239	873,1	0,001**	3862,9	643,8	0,001**
Repetición	3	1054	351,5	0,091ns	385,2	128,4	0,345ns
Error	18	2511	139,5		1958	108,8	
Total	27	8804			6206,1		
CV %		25,72			19,03		
Promedio		45,92			54,82		

SEGUNDO MES							
Fuente	GL	PRIMERA QUINCENA			SEGUNDA QUINCENA		
		SC Ajust.	MC Ajust.	Valor p	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor p
Tratamiento	6	4002,4	667,07	0,011**	4131,4	688,6	0,025**
Repetición	3	162	54	0,811ns	810	270	0,317ns
Error	18	3041	168,94		3850	213,9	
Total	27	7205,4			8791,4		

<b>CV %</b>		23,27			25,59		
<b>Promedio</b>		55,86			57,14		
<b>TERCER MES</b>							
		<b>PRIMERA QUINCENA</b>			<b>SEGUNDA QUINCENA</b>		
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>Valor p</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>Valor p</b>
		<b>Ajust.</b>	<b>Ajust.</b>		<b>Ajust.</b>	<b>Ajust.</b>	
<b>Tratamiento</b>	6	5239	873,1	0,001**	3346,9	557,8	0,121ns
<b>Repetición</b>	3	1054	351,5	0,091ns	445,3	148,4	0,668ns
<b>Error</b>	18	2511	139,5		5055,7	280,9	
<b>Total</b>	27	8804			8847,9		
<b>CV %</b>		21,12			32,28		
<b>Promedio</b>		55,93			51,92		

#### 4.1.1.2 Prueba de Tukey según el número de racimos por parcela en el primer, segundo y tercer mes

En la tabla 12 se encuentran los resultados obtenidos según la prueba de Tukey para el número de racimos a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días. Se muestra que sí existe una diferencia significativa en los tratamientos por lo que se encuentran en dos rangos que son A y B, aquellos que no tienen una diferencia significativa se encuentran en el rango AB o en un solo rango, tal es el caso a los 90 días ya que todos tienden a estar en el rango A, sin embargo el mejor tratamiento mostrato por Tukey a los 15, 30, 45, 75 y 90 días fue el T2D1 (Vermicompost 3 kg planta<sup>-1</sup>) con un promedio de 61,25; 66,75; 69,25; 71,25 y 59,25 unidades de racimos por parcela; en comparación con el testigo T0 que muestra un resultado sumamente bajo con un promedio de 18,75; 29,50; 32,50; 28,75 y 25,75 unidades por parcela neta. A los 60 días, el mejor tratamiento fue el T3D1 (Bocashi 3 kg planta<sup>-1</sup>) con un promedio de 72,75 unidades de racimos por parcela; existen diferencias significativas con el testigo T0 que muestra una media de 35,75 unidades por parcela neta. Como se pudo notar los abonos orgánicos, en especial el vermicompost juega un papel muy importante en el crecimiento de nuevos tallos donde se forman los racimos florales para luego desarrollarse los frutos.

**Tabla 12** Prueba estadística Tukey para el número de racimos en el primer, segundo y tercer mes

<b>PRIMER MES</b>					
<b>15 DÍAS</b>			<b>30 DÍAS</b>		
<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>

T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	61.25	A		T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	66,75	A	
T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	56.75	A		T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	65,5	A	
T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	54.75	A		T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	60,25	A	
T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	51.50	A		T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	56,5	A	
T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	42.50	A	B	T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	56,25	A	
T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	36.00	A	B	T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	49	A	B
T0 Testigo absoluto	18.75		B	T0 Testigo absoluto	29,5		B

### SEGUNDO MES

45 DÍAS			60 DÍAS				
Tratamiento	Media	Agrupación	Tratamiento	Media	Agrupación		
T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	69,25	A	T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	72,75	A		
T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	66,00	A	T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	68,25	A	B	
T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	63,25	A	T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	65,00	A	B	
T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	60,80	A	B	T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	59,75	A	B
T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	52,50	A	B	T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	52,00	A	B
T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	46,75	A	B	T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	46,50	A	B
T0 Testigo absoluto	32,50		B	T0 Testigo absoluto	35,75		B

### TERCER MES

75 DÍAS			90 DÍAS		
Tratamiento	Media	Agrupación	Tratamiento	Media	Agrupación

T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	71,25	A		T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	59,75	A
T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	66,75	A		T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	58,00	A
T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	64,75	A		T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	57,50	A
T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	61,50	A		T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	56,25	A
T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	52,50	A	B	T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	53,75	A
T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	46,00	A	B	T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	52,50	A
T0 Testigo absoluto	28,75		B	T0 Testigo absoluto	25,75	A

#### 4.1.2 Flores

##### 4.1.2.1 Número de flores por parcela en el primer, segundo y tercer mes

En tabla 13 se puede observar el análisis de varianza para el número de flores de acuerdo a los tratamientos utilizados en las dos quincena de cada meses, la primera y segunda quincena del primer mes muestra que no existe diferencia significativa entre tratamientos ni repeticiones ( $p > 0,05$ ), con un coeficiente de variación (CV) para este mes de 34,91% y 35,75%, el promedio de flores es de 115,85 y 104,69 unidades por parcela neta. En el segundo mes, la primera y segunda quincena muestran que si existe una diferencia estadística entre tratamientos ( $p < 0,05$ ) pero no entre repeticiones, el coeficiente de variación (CV) para esta variable es de 23,88% y 35,51%, la media de flores es de 119,87 y 137,16 unidades por parcela neta. En el tercer mes, la primera quincena muestra que sí existe una diferencia estadística entre tratamientos, pero no entre repeticiones, en la segunda quincena muestra que no existe diferencia significativa entre tratamientos ni repeticiones, el coeficiente de variación (CV) para esta variable es de 25,79% y 36,46%, la media de flores es de 126,11 y 119,92 unidades por parcela neta.

**Tabla 13** Número de flores en la primera y segunda quincena del primer, segundo y tercer mes

PRIMER MES			
Fuente	GL	PRIMERA QUINCENA	SEGUNDA QUINCENA

		SC Ajust.	MC Ajust.	Valor p	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor p
<b>Tratamiento</b>	6	14571	2429	0,24ns	16006	2668	0,22ns
<b>Repetición</b>	3	3647	1216	0,54ns	5182	1727	0,42ns
<b>Error</b>	18	29422	1635		31152	1731	
<b>Total</b>	27	47640			52340		
<b>CV %</b>		34,91			35,75		
<b>Promedio</b>		115,85			104,69		

#### SEGUNDO MES

Fuente	GL	PRIMERA QUINCENA			SEGUNDA QUINCENA		
		SC Ajust.	MC Ajust.	Valor p	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor p
<b>Tratamiento</b>	6	40973	6828,9	0,00**	45437	7573	0,026**
<b>Repetición</b>	3	4612	1537,4	0,17ns	6691	2230	0,442ns
<b>Error</b>	18	14742	819		42695	2372	
<b>Total</b>	27	60327			94823		
<b>CV %</b>		23,88			35,51		
<b>Promedio</b>		119,87			137,16		

#### TERCER MES

Fuente	GL	PRIMERA QUINCENA			SEGUNDA QUINCENA		
		SC Ajust.	MC Ajust.	Valor p	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor p
<b>Tratamiento</b>	6	24974	4162	0,011**	28196	4699	0,065ns
<b>Repetición</b>	3	6360	2120	0,149ns	6036	2012	0,394ns
<b>Error</b>	18	19025	1057		34431	1913	
<b>Total</b>	27	50360			68663		
<b>CV %</b>		25,79			36,46		
<b>Promedio</b>		126,11			119,92		

#### 4.1.2.2 Prueba Tukey según el número de flores por parcela en el primer, segundo y tercer mes

En la tabla 14 se encuentran los resultados obtenidos según la prueba de Tukey para el número de flores a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días. Se muestra que sí existe una diferencia significativa en los tratamientos por lo que se encuentran en dos rangos que son A y B, aquellos que no tienen una diferencia significativa se encuentran en el rango AB o en un solo rango, tal es el caso a los 15 y 30 días ya que todos tienden a estar en el rango A, sin embargo el mejor tratamiento mostrado por Tukey en todos los días evaluados fue el T2D1 (Vermicompost 3 kg planta<sup>-1</sup>) con un promedio de 160,30; 152,50; 209; 225,80; 183,30 y 184,80 unidades de flores por parcela; en comparación con el testigo T0 que muestra un resultado bajo con un promedio de 79,50; 67,80; 82; 90,50; 79,50 y 76,30 unidades por parcela neta. El vermicompost al ser un

abono orgánico compuesto por carbono, oxígeno, nitrógeno, hidrógeno y fitohormonas, estimula el crecimiento vegetal de la planta con ello su desarrollo foliar por lo que muestra resultados más altos en comparación con los demás tratamientos.

**Tabla 14** Prueba estadística Tukey para el número de flores en el primer, segundo y tercer mes

15 DÍAS			30 DÍAS		
Tratamiento	Media	Agrupación	Tratamiento	Media	Agrupación
T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	160,30	A	T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	152,50	A
T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	125,80	A	T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	116,50	A
T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	117,80	A	T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	103,80	A
T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	117,30	A	T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	103,00	A
T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	108,00	A	T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	96,25	A
T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	102,25	A	T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	93,00	A
T0 Testigo absoluto	79,50	A	T0 Testigo absoluto	67,80	A
45 DÍAS			60 DÍAS		
Tratamiento	Media	Agrupación	Tratamiento	Media	Agrupación
T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	209,00	A	T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	225,80	A
T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	124,30	B	T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	144,30	A B
T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	111,25	B	T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	142,50	A B
T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	108,80	B	T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	126,75	A B
T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	102,25	B	T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	124,50	A B

T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	101,50	B	T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	105,75	B		
T0 Testigo absoluto	82,00	B	T0 Testigo absoluto	90,50	B		
75 DÍAS			90 DÍAS				
Tratamiento	Media	Agrupación	Tratamiento	Media	Agrupación		
T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	183,30	A	T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	184,80	A		
T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	139,80	A	B	T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	131,00	A	B
T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	127,30	A	B	T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	128,80	A	B
T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	126,25	A	B	T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	114,50	A	B
T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	125,30	A	B	T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	108,80	A	B
T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	101,30	B	T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	95,75	A	B	
T0 Testigo absoluto	79,50	B	T0 Testigo absoluto	76,30	B		

#### 4.1.3 Frutos

##### 4.1.3.1 Número de frutos por parcela en el primer, segundo y tercer mes

En la siguiente tabla se puede observar el análisis de varianza para el número de frutos en las dos quincenas de cada mes según los tratamientos aplicados, en la primera y segunda quincena del primer mes se muestra que si existe una diferencia significativa entre tratamientos ( $p < 0,05$ ), pero no existe una diferencia significativa entre repeticiones ( $p > 0,05$ ) con un coeficiente de variación (CV) para este mes de 25,97% y 24,08%, la media de frutos es de 375,24 y 378,09 unidades por parcela neta. En el segundo mes, la primera y segunda quincena también muestra que existe una diferencia significativa entre tratamientos, pero no entre repeticiones, con un coeficiente de variación (CV) de 23,31% y 18,51%, el promedio de frutos es de 397,60 y 419,31 unidades por parcela neta. En el tercer mes, la primera y segunda quincena muestra que si existe una diferencia significativa entre tratamientos y no entre repeticiones, con un coeficiente de variación (CV) de 23,42% y 26,62%, el promedio de frutos es de 404,13 y 409,80 unidades por parcela neta.

**Tabla 15** Número de frutos en la primera y segunda quincena del primer, segundo y tercer mes

PRIMER MES							
Fuente	GL	PRIMERA QUINCENA			SEGUNDA QUINCENA		
		SC	MC	Valor p	SC	MC	Valor p
		Ajust.	Ajust.		Ajust.	Ajust.	
Tratamiento	6	277401	46233	0,004**	245669	40945	0,004**
Repetición	3	8277	2759	0,832ns	8418	2806	0,798ns
Error	18	170927	9496		149193	8288	
Total	27	456605			403280		
CV %		25,97			24,08		
Promedio		375,24			378,09		

SEGUNDO MES							
Fuente	GL	PRIMERA QUINCENA			SEGUNDA QUINCENA		
		SC	MC	Valor p	SC	MC	Valor p
		Ajust.	Ajust.		Ajust.	Ajust.	
Tratamiento	6	294356	49059	0,002**	350096	58349	0,00**
Repetición	3	5859	1953	0,876ns	10477	3492	0,64ns
Error	18	154616	8590		108413	6023	
Total	27	454831			468986		
CV %		23,31			18,51		
Promedio		397,60			419,31		

TERCER MES							
Fuente	GL	PRIMERA QUINCENA			SEGUNDA QUINCENA		
		SC	MC	Valor p	SC	MC	Valor p
		Ajust.	Ajust.		Ajust.	Ajust.	
Tratamiento	6	312228	52038	0,002**	337451	56242	0,005**
Repetición	3	11093	3698	0,746ns	11937	3979	0,801ns
Error	18	161262	8959		214220	11901	
Total	27	484583			563609		
CV %		23,42			26,62		
Promedio		404,13			409,80		

#### 4.1.3.2 Prueba de Tukey según el número de frutos por parcela en el primer, segundo y tercer mes

En la tabla 16 se encuentran los resultados obtenidos según la prueba de Tukey para el número de racimos a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días. Se muestra que sí existe una diferencia significativa en los tratamientos por lo que se encuentran en tres rangos que son A, B y C, aquellos que no tienen una diferencia significativa se encuentran en el rango AB y BC, el mejor tratamiento mostrado por Tukey a los 15, 30, 45, 60 y 75 días fue el T2D1 (Vermicompost 3 kg planta<sup>-1</sup>) con un promedio de 516,30; 506,30; 533; 541,80 y 523,50 unidades de racimos por parcela;

mientras que el resultado más bajo fue el testigo T0 mostrando un promedio de 172,50; 186,50; 189,80; 192 y 186,30 frutos por parcela neta. A los 90 días, el mejor tratamiento fue el T3D1 (Bocashi 3 kg planta<sup>-1</sup>) con un promedio de 523,80 unidades de frutos por parcela, mientras que el resultado más bajo fue el testigo T0 que muestra un promedio de 187,80 frutos por parcela neta. El vermicompost mejora el número de microorganismos que forman relaciones simbióticas con las plantas, incrementando la absorción de nutrientes y con ello un mejor desarrollo del cultivo, generando nuevos tallos, racimos, botones florales y frutos de calidad.

**Tabla 16** Prueba estadística Tukey para el número de frutos en el primer, segundo y tercer mes

15 DÍAS			30 DÍAS				
Tratamiento	Media	Agrupación	Tratamiento	Media	Agrupación		
T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	516,30	A	T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	506,30	A		
T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	459,30	A	T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	461,00	A		
T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	386,30	A	T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	390,80	A		
T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	384,50	A	B	T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	389,00	A	
T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	363,50	A	B	T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	366,50	A	B
T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	344,30	A	B	T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	346,50	A	B
T0 Testigo absoluto	172,50	B	T0 Testigo absoluto	186,50	B		
45 DÍAS			60 DÍAS				
Tratamiento	Media	Agrupación	Tratamiento	Media	Agrupación		
T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	533,00	A	T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	541,80	A		
T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	484,50	A	T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	537,00	A		
T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	438,30	A	T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	470,80	A	B	

T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	409,80	A		T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	420,50	A	B
T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	378,50	A	B	T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	419,80	A	B
T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	349,30	A	B	T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	353,30		B C
T0 Testigo sin abono	189,80		B	T0 Testigo sin abono	192,00		C
<b>75 DÍAS</b>				<b>90 DÍAS</b>			
<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>		<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>	
T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	523,50	A		T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	523,80	A	
T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	511,50	A		T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	512,00	A	
T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	445,80	A		T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	494,00	A	
T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	410,00	A		T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	406,00	A	B
T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	402,80	A		T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	402,00	A	B
T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	349,00	A	B	T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	343,00	A	B
T0 Testigo sin abono	186,30		B	T0 Testigo sin abono	187,80		B

#### 4.1.4 Peso del fruto (kg/parcela)

##### 4.1.4.1 Peso del fruto por parcela en el primer, segundo y tercer mes

En la tabla 17 se puede observar el análisis de varianza para el peso de frutos en las dos quincenas de cada mes según los tratamientos aplicados, en la primera y segunda quincena del primer mes se muestra que si existe una diferencia significativa entre tratamientos ( $p < 0,05$ ) como también existe una diferencia significativa entre repeticiones de la primera quincena a diferencia de la segunda quincena que muestra que no existe diferencia estadística entre repeticiones ( $p > 0,05$ ) con un coeficiente de variación (CV) para este mes de 25,56% y 26,73%, el promedio de peso de los frutos es de 1,78 kg y 1,89 kg por parcela neta. En el segundo mes, la primera y segunda quincena muestra que si existe una diferencia significativa entre

tratamientos, pero no entre repeticiones, con un coeficiente de variación (CV) de 20,75% y 20,25%, el promedio de peso de los frutos es de 1,94 kg y 2,17 kg por parcela neta. En el tercer mes, la primera y segunda quincena muestra que si existe una diferencia significativa entre tratamientos y no entre repeticiones, con un coeficiente de variación (CV) de 17,60% y 26,38%, el promedio de peso es de 1,72 kg y 1,70 kg por parcela neta.

**Tabla 17** Peso del fruto en la primera y segunda quincena del primer, segundo y tercer mes

<b>PRIMER MES</b>									
Fuente	GL	PRIMERA QUINCENA				SEGUNDA QUINCENA			
		SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	6	2,234	0,3724	7,21	0,001**	1,595	0,2658	4,16	0,009**
Repetición	3	0,574	0,1913	3,70	0,031**	0,272	0,0906	1,42	0,270ns
Error	18	0,929	0,0517			1,150	0,0639		
Total	27	3,738				3,016			
CV %		25,56				26,73			
Promedio kg		1,78				1,89			
<b>SEGUNDO MES</b>									
Fuente	GL	PRIMERA QUINCENA				SEGUNDA QUINCENA			
		SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	6	0,8277	0,1380	3,40	0,02**	2,277	0,3796	7,85	0,00**
Repetición	3	0,0147	0,0049	0,12	0,95ns	0,170	0,0566	1,17	0,35ns
Error	18	0,7310	0,0406			0,870	0,0483		
Total	27	1,5735				3,318			
CV %		20,75				20,25			
Promedio kg		1,94				2,17			
<b>TERCER MES</b>									
Fuente	GL	PRIMERA QUINCENA				SEGUNDA QUINCENA			
		SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	6	1,564	0,26073	11,45	0,00**	1,167	0,19453	3,86	0,012**
Repetición	3	0,152	0,05055	2,22	0,12ns	0,125	0,04150	0,82	0,497ns
Error	18	0,410	0,02277			0,906	0,05033		
Total	27	2,126				2,198			
CV %		17,60				26,38			
Promedio kg		1,72				1,70			

#### 4.1.4.2 Prueba de Tukey según el peso del fruto por parcela en el primer, segundo y tercer mes

En la tabla 18 se encuentran los resultados obtenidos según la prueba de Tukey para la variable peso del fruto a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días. Se muestra que sí existe una diferencia significativa en los tratamientos por lo que se encuentran en tres rangos que son A, B y C, aquellos que no tienen una diferencia significativa se encuentran en el rango AB, BC y ABC, el mejor tratamiento mostrado por Tukey a los 15, 45, 60, 75 y 90 días fue el T2D1 (Vermicompost 3 kg planta<sup>-1</sup>) con un promedio de 2,57; 2,46; 3; 2,45 y 2,28 kg de peso del fruto por parcela; mientras que el testigo T0 fue el que menos rendimiento ha mostrado con una media de 0,97; 1,47; 1,25; 0,85 y 1,02 kg de peso del fruto por parcela. A los 30 días, el mejor tratamiento fue el T2D1 (Vermicompost 3 kg planta<sup>-1</sup>) al igual que el T2D2 (Vermicompost 2,5 kg planta<sup>-1</sup>) con una media de 2,45 kg de peso por parcela, mientras que el testigo T0 muestra una media de 1,18 kg de peso del fruto por parcela neta.

**Tabla 18** Prueba estadística Tukey para el peso del fruto en el primer, segundo y tercer mes

15 DÍAS			30 DÍAS		
Tratamiento	Media (kg)	Agrupación	Tratamiento	Media (kg)	Agrupación
T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	2,57	A	T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	2,45	A
T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	2,32	A	T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	2,45	A
T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	2,04	A B	T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	2,16	A B
T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	1,97	A B	T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	2,07	A B
T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	1,53	A B	T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	1,59	A B
T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	1,07	B	T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	1,36	A B
T0 Testigo sin abono	0,97	B	T0 Testigo sin abono	1,18	B
45 DÍAS			60 DÍAS		

Tratamiento	Media (kg)	Agrupación	Tratamiento	Media (kg)	Agrupación
T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	2,46	A	T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	3,00	A
T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	2,38	A B	T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	2,63	A B
T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	1,96	A B C	T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	2,57	A B
T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	1,90	A B C	T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	2,25	A B C
T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	1,86	A B C	T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	1,84	B C
T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	1,58	B C	T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	1,67	B C
T0 Testigo sin abono	1,47	C	T0 Testigo sin abono	1,25	C
<b>75 DÍAS</b>			<b>90 DÍAS</b>		
Tratamiento	Media (kg)	Agrupación	Tratamiento	Media (kg)	Agrupación
T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	2,45	A	T2D1 Vermicompost 3 kg planta <sup>-1</sup>	2,28	A
T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	2,20	A B	T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	2,15	A
T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	1,74	A B	T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	1,80	A B
T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	1,63	B	T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	1,74	A B
T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	1,63	B	T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	1,63	A B
T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	1,52	B C	T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	1,30	A B
T0 Testigo sin abono	0,85	C	T0 Testigo sin abono	1,02	B

#### 4.1.4.3 Resumen general del rendimiento (peso) del fruto por parcela y totalidad del ensayo, de acuerdo a los tratamientos utilizados

En la siguiente tabla se puede evidenciar de manera general el peso del fruto de acuerdo a los tratamientos en los seis conteos realizados en el diseño experimental, donde muestra que el mejor tratamiento en cuanto a rendimiento en peso es el T2D1 (Vermicompost 3 kg planta<sup>-1</sup>), con una media de 2,53 kg por parcela y el total del ensayo 10,12 kg, siendo así el abono que ha hecho que las plantas de mora tengan mayor desarrollo y con ello una mejor producción. Mientras que el testigo T0 ha mostrado resultados bajos con un promedio de 1,12 kg de peso por parcela. El promedio en cuanto a peso es 1,87 kg por parcela neta, siendo así el promedio de 7,47 kg por tratamiento con un total de 52,32 kg de peso recolectados en el ensayo, el cual está constituido por 84 plantas totales de la parcela neta, es decir, cada bloque cuenta con cinco plantas donde tres de ellas corresponden a la parcela neta.

**Tabla 19** Peso del fruto por parcela y por totalidad del ensayo

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>PESO EN Kg PARCELA NETA<sup>-1</sup></b>	<b>PESO TOTAL EN Kg ENSAYO<sup>-1</sup></b>
T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	1,68	6,72
T2D1 Vermicompost a 3 kg planta <sup>-1</sup>	2,53	10,12
T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	2,05	8,20
T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	1,46	5,84
T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	2,36	9,44
T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	1,88	7,52
T0 Testigo sin abono	1,12	4,48
<b>PROMEDIO TOTAL</b>	<b>1,87</b>	<b>7,47</b>
<b>PESO TOTAL DEL EXPERIMENTO</b>		<b>52,32</b>

#### 4.1.4.4 Peso total aproximado del fruto por hectárea según cada tratamiento utilizado

En la siguiente tabla se puede evidenciar el peso aproximado de los frutos por hectárea de cada uno de los tratamientos y en su totalidad un promedio de peso de todos los tratamientos, donde se muestra que el mejor tratamiento es el T2D1 (Vermicompost 3 kg planta<sup>-1</sup>) seguido del T2D2 (Vermicompost 2,5 kg planta<sup>-1</sup>) que muestran resultados altos en cuanto a peso 1 tonelada por hectárea, mientras que el T0 es el que menos rendimiento muestra con un total de 493,21 kg

por hectárea en una cosecha. Cabe recalcar que los cálculos realizados son de acuerdo a los tratamientos y dimensiones utilizadas en el diseño experimental, es decir se tomó en cuenta la distancia entre plantas de 2,5 metros y entre surcos de 3 metros lo que nos permitió evidenciar que en una hectárea se pueden plantar 1333 plantas de mora, cuyo valor sirvió para realizar el análisis de cuantos kilogramos de mora resultan en una hectárea.

Se realizó una división del peso por parcela neta para tres plantas a las cuales se tomó en cuenta en los cálculos, posterior a ello ese resultado obtenido que muestra el peso por cada planta se procedió a multiplicarlo por las 1333 plantas de una hectárea para sacar el resultado de cada tratamiento en cuanto al peso del fruto como se observa a continuación.

**Tabla 20** Peso total del fruto por hectárea cada 15 días

TRATAMIENTOS	PESO EN Kg PARCELA NETA <sup>-1</sup>	PESO EN Kg PLANTA <sup>-1</sup>	PESO TOTAL EN Kg HECTAREA <sup>-1</sup>
T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	1,68	0,56	746,48 kg
T2D1 Vermicompost a 3 kg planta <sup>-1</sup>	2,53	0,84	1119,72 kg
T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	2,05	0,68	906,44 kg
T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	1,46	0,49	653,17 kg
T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	2,36	0,79	1053,07 kg
T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	1,88	0,63	839,79 kg
T0 Testigo sin abono	1,12	0,37	493,21 kg
<b>PROMEDIO TOTAL</b>	<b>1,87</b>	<b>0,62</b>	<b>830,27 kg</b>

**Nota.** Se realizará dos cosechas en el mes para ver cuánto varía el peso cada 15 días por lo que, para obtener datos mensuales el promedio de cada tratamiento fue multiplicado por dos. Cabe indicar que la cosecha de este fruto es constante dependiendo del cuidado.

#### 4.1.5 Análisis económico

**Tabla 21** Análisis económico del cultivo de mora

Tratamiento	Costo total \$/ha/año	Rendimiento kg/ha/año	Precio \$/kg	Venta \$/año	Utilidad \$/año	C/B
T1D1 Compost 3 kg planta <sup>-1</sup>	16576,08	17915,52	1,3	23290,18	6714,10	1,41
T2D1 Vermicompost a 3 kg planta <sup>-1</sup>	14976,48	26873,28	1,3	34935,26	19958,78	2,33

T3D1 Bocashi 3 kg planta <sup>-1</sup>	16576,08	21754,56	1,3	28280,93	11704,85	1,71
T1D2 Compost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	15909,58	15676,08	1,3	20378,90	4469,32	1,28
T2D2 Vermicompost 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	14576,58	25273,68	1,3	32855,78	18279,20	2,25
T3D2 Bocashi 2,5 kg planta <sup>-1</sup>	15909,58	20154,96	1,3	26201,45	10291,87	1,65
T0 Testigo sin abono	12577,08	11837,04	1,3	15388,15	2811,07	1,22

La mejor relación costo/beneficio es el tratamiento T2D1 (Vermicompost 3 kg planta<sup>-1</sup>) el cual muestra un índice de \$ 2,33, lo que significa que por cada dólar invertido se obtiene un beneficio de \$ 1,33, seguido del T2D2 (Vermicompost 2,5 kg planta<sup>-1</sup>) con un índice de \$ 2,25 y un beneficio de \$1,25, mientras que el que indica una rentabilidad baja es el T0 (testigo absoluto) con un índice de \$ 1,22 y un beneficio de \$0,22 por cada dólar invertido.

## 4.2. DISCUSIÓN

Para la variable número de racimos se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, donde el tratamiento T2D1 (Vermicompost 3 kg planta<sup>-1</sup>) fue superior por lo que mostró mayor numeración de racimos por parcela, mientras que el T0 sin abono fue inferior a todos al igual que el T1D2 (Compost 2,5 kg planta<sup>-1</sup>). Estos resultados indican que a menor concentración de abono menor resultado puesto que a mayor concentración permite mejor desarrollo de la planta, es decir que los abonos no causan ningún daño a las plantas frutales si son usadas adecuadamente, estos resultados concuerdan con Aguilar, Alvarado, Franklin Martínez, Gutiérrez, & Morales (2016), quienes indican que el aprovechamiento de los residuos orgánicos cobran importancia cada día como medio eficiente de reciclaje de nutrientes, que ayudan al crecimiento de las plantas y devuelven al suelo muchos elementos extraídos durante el cultivo.

En la variable número de flores presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, el tratamiento T2D1 (Vermicompost 3 kg planta<sup>-1</sup>) fue estadísticamente superior a los demás tratamientos. Estos resultados muestran los beneficios que ofrece el vermicompost a la planta, ya que permite un mejor desarrollo y por ende una buena floración, pues aporta nutrientes necesarios para que la planta permanezca fuerte y resistente a enfermedades debido a que contiene varios microorganismos benéficos para el cultivo (Espinoza, 2013).

Para la variable número de frutos se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, el T2D1 (Vermicompost 3 kg planta<sup>-1</sup>) fue el tratamiento que más número de frutos mostró, mientras que el menor número de frutos se determinó con el testigo absoluto. Estos resultados señalan la efectividad del vermicompost en cuanto a la producción de frutos debido a que resultó adaptarse mejor al cultivo de mora frente al compost y bocashi, este favorece con micro y macro nutrientes que aumentan la germinación, el crecimiento, la productividad de flores y por ende de frutos, con ello un resultado efectivo en cuanto al peso del fruto. El vermicompost es un abono que genera microorganismos benéficos, los cuales protegen a la planta de patógenos que limitan el desarrollo y productividad de la planta, por lo que su uso es muy efectivo (Mota, Valdés, Quintana, & Pérez, 2019).

En la variable peso del fruto se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, los tratamientos T2D1 (Vermicompost 3 kg planta<sup>-1</sup>) y T2D2 (Vermicompost 2,5 kg planta<sup>-1</sup>) fueron estadísticamente superiores a los demás tratamientos. Estos resultados indican

que cada uno de los tratamientos afecta en cuanto a la producción del cultivo, donde el vermicompost es un abono muy efectivo seguido del bocashi que mostraron resultados altos en comparación con el compost y testigo que mostró resultados muy bajos, sin embargo, el vermicompost tiende a ser el mejor tratamiento por lo que sería efectivo que se aplique este abono en distintos cultivos. El vermicompost presenta mejores índices en cuanto a rendimiento de los cultivos por ende mayor pesaje; debido a su menor valor de pH, menor salinidad, menor concentración de sodio y una mayor humedad retenida en el suelo se adecua mejor a los cultivos lo que lo convierte en un sustrato más adecuado para ser utilizado en la agricultura (Vázquez & Loli, 2018).

El T2D1 (Vermicompost 3 kg planta<sup>-1</sup>) es la más rentable ya que genera mayor número de frutos a la vez mayor pesaje, lo que resulta con su producción mayor ganancia. Es importante tomar en cuenta que las plantas como el suelo necesitan de nutrientes para encontrarse en buen estado y con ello generar una productividad adecuada del cultivo, por lo que, cualquier tipo de abono orgánico es ideal siempre y cuando se lo utilice adecuadamente, cada cultivo es diferente por ello los resultados variarán, es decir, no en todos los casos el vermicompost será es mejor abono, dependerá mucho del tipo de cultivo, el suelo, los materiales utilizados para el proceso del abono orgánico, entre otros factores que harán que este se adapte o no al cultivo. Sin embargo, cabe mencionar que todos los abonos orgánicos son una buena opción dentro de la agricultura porque no causan contaminación como los agroquímicos, además de que estos son rentables puesto que se realizan con menor costo de producción (Llerena & Mayorga, 2016).

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Concluida la investigación se acepta la hipótesis alternativa que menciona que, la aplicación de diferentes fertilizantes orgánicos mejora la productividad en el cultivo de mora de castilla, ya que los tratamientos con abonos orgánicos generaron un rendimiento mayor en comparación con el testigo sin ningún tipo de abono.
- Con las nuevas alternativas orgánicas empleadas, se mostraron buenos resultados en rendimiento del cultivo de mora, las cuales fueron muy notorias en las variables: número de racimos, número de flores, número de frutos y peso de frutos, siendo así el vermicompost el abono más efectivo seguido del bocashi. El testigo absoluto presentó resultados bajos en todas las variables a comparación con los demás tratamientos.
- En cuanto a rendimiento de la producción, el mejor tratamiento en el cultivo de mora fue el T2D1 (Vermicompost 3 kg planta<sup>-1</sup>) con un promedio de 2239,44 kg/ha seguido del T2D2 con un promedio de 2106,14 kg/ha mensuales. El T0 mostró resultados bastante bajos porque no se usó ningún tipo de abono, con un promedio de 986,42 kg/ha.
- En cuanto a costo-beneficio, el mejor tratamiento es el T2D1 (Vermicompost 3 kg planta<sup>-1</sup>) con \$ 2,33 lo que muestra que por cada dólar invertido se gana \$ 1,33 dólares, seguido del T2D2 con un beneficio de \$ 1,25 dólares, mientras que el que indica rentabilidad baja es el T0 con un beneficio de \$ 0,22 dólares por cada dólar invertido.

### 5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los productores de mora de castilla que, utilicen alternativas orgánicas como compost, vermicompost y bocashi para mejorar los rendimientos del cultivo.
- Se recomienda que tanto estudiantes como agricultores realicen este tipo de investigaciones con los abonos orgánicos en otros cultivos, ya que estos generan una buena productividad y desarrollo de las plantas en el cultivo de mora, pues son de muy buena calidad y generan un bajo costo a diferencia de los fertilizantes químicos.
- El cultivo de mora es una excelente fuente de economía, su producción es constante por ende es beneficiosa, principalmente si se utilizan abonos orgánicos que son de bajo costo, lo que genera una relación costo-beneficio positivo, por ello se recomienda incurrir a este tipo de cultivos y abonos.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrodiario. (29 de 01 de 2019). *Cultivo de la Mora*. Obtenido de Periodico Agrícola Digital: <http://www.agrodiario.hn/web/2019/01/cultivo-de-la-mora/>
- Aguilar, C., Alvarado, I., Franklin Martínez, J. G., Gutiérrez, A., & Morales, J. (04 de 06 de 2016). *Evaluación de tres abonos orgánicos en el cultivo de café (Coffea arabica L.) en etapa de vivero*. Obtenido de Universidad Autónoma de Chiapas: <file:///C:/Users/Emily/Downloads/Dialnet-EvaluacionDeTresAbonosOrganicosEnElCultivoDeCafeCo-6140330.pdf>
- Besantes, W. (06 de 2015). *Evaluación del cultivo de mora de castilla (Rubus glaucus) con dos abonos orgánicos y dos tipos de podas en la finca Gabriela de el cantón Pangua, provincia de Cotopaxi*. Obtenido de Universidad Técnica de Cotopaxi: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3552/1/T-UTC-00829.pdf>
- Bohórquez, W. (2019). *El proceso de compostaje*. Bogotá-Colombia: Unisalles.
- Cardona, W., & Bolaños, M. (2019). *Manual de nutrición del cultivo de mora de Castilla (Rubus glaucus Benth.) bajo un esquema de buenas prácticas en fertilización integrada*. Obtenido de Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (agrosavia): <http://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/view/27/18/522-1>
- Carrasco, A. R., & Medina, J. (2018 ). *Análisis de los costos de producción de mora (Rubus) y los ingresos en los pequeños agricultores del sector Jalubí, del cantón Pallatanga, provincia de Chimborazo*. Obtenido de Universidad Laica Vicente Rocafuerte, Intercontinentales S.L.: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/02/produccion-mora-agricultores.html>
- Espinoza, J. (2013). *Proyecto de factibilidad para la creación de una microempresa productora y comercializadora de abonos en base a desechos orgánicos, para la provincia de Santo Domingo de los Tsachilas*. Obtenido de Universidad Nacional de Loja : <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/6272/1/Jenny%20Maribel%20Espinoza%20Rodr%C3%ADguez.pdf>
- Figueroa, M. E. (2017). *Aplicación foliar de calcio en el cultivo de mora (Rubus glaucus Benth) y su influencia en la calidad y productividad del fruto, en el cantón Tulcán, Carchi-Ecuador*. Obtenido de Universidad Politécnica Estatal del Carchi: <file:///C:/Users/Emily/Desktop/323%20Aplicaci%C3%B3n%20foliar%20de%20calcio%20en%20el%20cultivo%20de%20mora.pdf>

- Finck, A. (2021). *Fertilizantes y fertilización*. Obtenido de Fundamentos y métodos para la fertilización de los cultivos: <https://books.google.com.ec/books?id=2VApEAAAQBAJ&pg=PA13&dq=fertilizantes+definicion&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiM5LWg39TzAhXQRDABHfuOB6IQ6AF6BAGJEAI#v=onepage&q&f=true>
- GAD Parroquial de Monte Olivo. (12 de 02 de 2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Monte Olivo*. Obtenido de Monte Olivo: <https://gpmonteolivo.gob.ec/carchi/wp-content/uploads/2020/10/PDOT-MO-2020-12-FEBRERO-.pdf>
- Llerena, L., & Mayorga, E. (2016). *Aceleración y descomposición de sustratos orgánicos en la elaboración de compost mediante el uso de diferentes sustancias (azúcar, melaza, caña de azúcar)*. Obtenido de Quevedo UTEQ: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1643>
- Martínez, A., Villacis, L., Viera, W., Jácome, R., Espín, M., & Olguer León, R. S. (2019). *Evaluación de nuevas tecnologías de producción limpia de la mora de castilla (Rubus glaucus Benth), en la zona Andina de Ecuador, para un buen vivir de los fruticultores*. Obtenido de Journal of the Selva Andina Biosphere: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2308-38592019000100007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2308-38592019000100007&script=sci_arttext).
- Mayorga, E. (2016). *Aceleración y descomposición de sustratos orgánicos en la elaboración de compost mediante el uso de diferentes sustancias (azúcar, melaza, caña de azúcar)*. Obtenido de Universidad Técnica Estatal de Quevedo: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1643/1/T-UTEQ-0028.pdf>
- Merino, J., & Yahuara, L. (2019). *Biofertilización a través del "bocashi" para la mejora de la producción de culantro (Coriandrium sativum) y rabanito (Raphanus sativus), Pakuy 2019*. Obtenido de Universidad de Lambayeque: [https://repositorio.udl.edu.pe/bitstream/UDL/371/1/MerinoYahuara\\_Tesis%20IA.pdf](https://repositorio.udl.edu.pe/bitstream/UDL/371/1/MerinoYahuara_Tesis%20IA.pdf)
- Mota, I., Valdés, O., Quintana, G. S., & Pérez, A. (2019). *Respuesta al bocashi y a la lombricomposta de Moringa oleifera Lam. después de la poda*. Obtenido de Revista mexicana de ciencias agrícolas: <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i2.827>
- Municipalidad de General Pueyrredon. (S/f). *Compost*. Obtenido de Servicios urbanos: <https://www.mardelplata.gob.ar/emsur/compost>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (10 de 2011). *Elaboración y uso del Bocashi*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería del Salvador: <https://www.fao.org/3/at788s/at788s.pdf>
- Rodríguez, R. O. (5 de 2011). *Efectos de abonos orgánicos sobre las características agronómicas, el rendimiento y la calidad de fruta de la variedad de mora 'Vino' (Rubus*

- adenotrichus Schtdl.*), en dos zonas de Costa Rica. Obtenido de Universidad Nacional de Costa Rica: <http://repositorio.conicit.go.cr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/79/Rafael%20Orozco%20R.Tesis%20versi%c3%b3n%20final%2c%20mayo%202011..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Romero, M. N. (2015). *Proceso de transformación de biosólidos de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) con vermicompostaje y su aplicación en germinación, caso Colombia altitudes mayores a 1800 m.s.n.m.* Obtenido de Universidad Militar Nueva Granada: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/7450/TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ruíz, M. (2016). *Aceleración y descomposición de sustratos orgánicos en la elaboración de compost mediante el uso de diferentes sustancias (azúcar, melaza, caña de azúcar).* Obtenido de Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ, 73.
- Sequeira, J. (11 de 2019). *Uso de lacto-suero ácido en la elaboración de bocashi y su efecto en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) cv. Tropicana.* Obtenido de Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6668/1/CPA-2019-T068.pdf>
- Solis, M., & et al. (2021). *Evaluación de biol, bocashi, composta y vermicomposta en las variables morfológicas del cultivo de espinaca (Spinacia oleracea L.).* Obtenido de Brazilian Journal of Animal and Environmental Research: <https://brazilianjournals.com/index.php/BJAER/article/view/34268/26793>.
- Suarez, Y. (2019). *Apreciación e interés de la población por el uso de abonos orgánicos, caserio Pakuy - Chiriaco.* Obtenido de Universidad de Lambayeque - Facultad de ciencias de ingeniería - Escuela profesional de ingeniería ambiental: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUDL\\_18cf29b4efc11e38c67f5de55b51a4ae](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUDL_18cf29b4efc11e38c67f5de55b51a4ae).
- Suclupe, E. (2019). *Comparación de la eficiencia entre Bioabono Bocashi y Urea en el rendimiento del cultivo de maíz híbrido Inia 617.* Obtenido de Universidad César Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35265>
- Vargas, R., Romero, E., & Fernández, M. (29 de 10 de 2014). *Vermicompostaje: Procesos, productos y aplicaciones.* Obtenido de De residuo a recurso el camino hacia la sostenibilidad: <https://books.google.com.ec/books?id=AhpNBQAAQBAJ&lpg=PA106&dq=que%20es%20el%20vermicompost%20segun%20autores&pg=PA6#v=onepage&q&f=true>

- Vázquez, J., & Loli, O. (2018). *Compost y vermicompost como enmiendas en la recuperación de un suelo degradado por el manejo de Gypsophila paniculata*. Obtenido de Scientia Agropecuaria: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-99172018000100005](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172018000100005).
- Villegas, C., & Albarracín, W. (2016). *Aplicación y efecto de un recubrimiento comestible sobre la vida útil de la mora de castilla (Rubus glaucus Benth)*. Obtenido de Science: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/vitae/article/view/25235>.
- Cardona, W., & M, M. (2019). *Manual de nutrición del cultivo de mora de Castilla (Rubus glaucus Benth.) bajo un esquema de buenas prácticas en fertilización integrada*. Obtenido de agrosavia , p.90.
- Zschimmer y Schwarz. (28 de 01 de 2021). *Fertilizantes agrícolas: Tipos de fertilizantes, usos y beneficios*. Obtenido de Tendencias del sector químico: <https://www.zschimmer-schwarz.es/noticias/fertilizantes-agricolas-tipos-de-fertilizantes-usos-y-beneficios/>

## VII. ANEXOS

### Anexo 1 Certificado o Acta del Perfil de Investigación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI  
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES  
CARRERA DE AGROPECUARIA

### ACTA

#### DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:

NOMBRE: Anderson Edison Narváez Gomez  
NIVEL/PARALELO: EGRESADO  
CÉDULA DE IDENTIDAD: 1004465207  
PERIODO ACADÉMICO: 2022 A

TEMA DE INVESTIGACIÓN: "Evaluación de tres fertilizantes orgánicos en la productividad del cultivo de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) en la parroquia de Monte Olivo sector Palmar Grande."

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

**PRESIDENTE:** MSC HERRERA RAMIREZ CARLOS DAVID  
**LECTOR:** MSC ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO  
**ASESOR:** MSC RAMIRO MORA QUILISMAL

De acuerdo al artículo 21: Una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director de Carrera integrará el Tribunal de Pre-defensa del informe de investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

**EDIFICIO DE AULAS:** 4      **AULA:** 2  
**FECHA:** jueves, 25 de agosto de 2022  
**HORA:** 0,666666667

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa: 5,95  
2) Trabajo escrito 2,55  
**Nota final de PRE DEFENSA 8,50**

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 24.- De los estudiantes que aprueban el Plan de Investigación con observaciones. - El estudiante tendrá el plazo de 10 días laborables para proceder a corregir su informe de investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el jueves, 25 de agosto de 2022

  
MSC HERBERA RAMIREZ CARLOS DAVID  
**PRESIDENTE**

  
MSC RAMIRO MORA QUILISMAL  
**TUTOR**

  
MSC ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO  
**LECTOR**

Adj.: Observaciones y recomendaciones

Anexo 2 Certificado del abstract por parte de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI  
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

<b>ABSTRACT- EVALUATION SHEET</b>				
<b>NAME:</b> Narváez Gómez Anderson Edison				
<b>DATE:</b> 31 de agosto de 2022				
<b>TOPIC:</b> "Evaluación de 3 fertilizantes orgánicos en la productividad del cultivo de mora de castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth) en la parroquia de Monte Olivo sector Palmar Grande"				
<b>MARKS AWARDED</b>		<b>QUANTITATIVE AND QUALITATIVE</b>		
<b>VOCABULARY AND WORD USE</b>	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1 Vera Játiva Edwin Andrés,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>WRITING COHESION</b>	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>ARGUMENT</b>	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>CREATIVITY</b>	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>SCIENTIFIC SUSTAINABILITY</b>	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>TOTAL/AVERAGE</b>	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	<b>TOTAL 9</b>		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL  
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE  
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.**

**Autor:** Narváez Gómez Anderson Edison  
**Fecha de recepción del abstract:** 31 de agosto de 2022  
**Fecha de entrega del informe:** 31 de agosto de 2022

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

**Observaciones:**

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Firmado electrónicamente por:  
**EDISON BOANERGES  
PENAFIEL ARCOS**

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc  
Coordinador del CIDEN

Anexo 3 Estudio de suelo



L A B O N O R T

LABORATORIOS NORTE

Juan Hernández y Jaime Roldós (Entrada Mercado Mayorista) Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<b>DATOS DE PROPIETARIO</b> Nombre: ANDERSON NARVÁEZ Ciudad: Bolívar Teléfono: 0979603905 Fax:		<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Provincia: Carchi Cantón: Bolívar Parroquia: Monte Olivo Sitio: Palmar Grande	
<b>DATOS DEL LOTE</b> Sitio: Palmar Grande Superficie: Número de Campo: Lote 1 Cultivo Actual: Mora, granadilla y aguacate A Cultivar:		<b>DATOS DE LABORATORIO</b> Nro Reporte.: 10820 Tipo de Análisis: Completo Muestra: Suelo, lote 1 Fecha de Ingreso: 2022-03-17 Fecha de Reporte: 2022-03-23	

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
<b>N</b>	40.00	ppm	
<b>P</b>	73.69	ppm	
<b>S</b>	10.50	ppm	
<b>K</b>	0.70	meq/100 ml	
<b>Ca</b>	12.37	meq/100 ml	
<b>Mg</b>	2.74	meq/100 ml	
<b>Zn</b>	3.58	ppm	
<b>Cu</b>	4.43	ppm	
<b>Fe</b>	60.25	ppm	
<b>Mn</b>	3.55	ppm	
<b>B</b>	0.40	ppm	
<b>pH</b>	6.11		
<b>Acidez Int. (Al+H)</b>		meq/100 ml	
<b>Al</b>		meq/100 ml	
<b>Na</b>		meq/100 ml	
<b>Ce</b>	0.250	mS/cm	
<b>MO</b>	5.90	%	

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
4.51	3.91	21.59	15.81						

Dr. Quim. Edison M. Miño M.  
 Responsable Laboratorio



Anexo 4 Estudio de abono-Compost



L A B O N O R T

LABORATORIOS NORTE

Juan Hernández y Jaime Roldós (Entrada Mercado Mayorista) Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<b>DATOS DE PROPIETARIO</b> Nombre: ANDERSON NARVÁEZ Ciudad: Bolívar Teléfono: 0979603905 Fax:		<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Provincia: Carchi Cantón: Bolívar Parroquia: Monte Olivo Sitio: Palmar Grande	
<b>DATOS DEL LOTE</b> Sitio: Palmar Grande Superficie: Número de Campo: COMPOST Cultivo Actual: A Cultivar:		<b>DATOS DE LABORATORIO</b> Nro Reporte.: 10822 Tipo de Análisis: Elemental más %MO Muestra: ORGANICA, COMPOST Fecha de Ingreso: 2022-03-17 Fecha de Reporte: 2022-03-23	

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	137.50	ppm	
P	422.82	ppm	
S		ppm	
K	2.31	meq/100 ml	
Ca	35.75	meq/100 ml	
Mg	8.60	meq/100 ml	
Zn		ppm	
Cu		ppm	
Fe		ppm	
Mn		ppm	
B		ppm	
pH	6.85		
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	
Ce	1.570	mS/cm	
MO	41.41	%	

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural	
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla
4.16	3.72	19.20	46.66					

Dr. Quim. Edison M. Miño M.  
 Responsable Laboratorio



Anexo 5 Estudio de abono-Vermicompost



**L A B O N O R T**

LABORATORIOS NORTE

Juan Hernández y Jaime Roldós (Entrada Mercado Mayorista) Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<b>DATOS DE PROPIETARIO</b> Nombre: ANDERSON NARVÁEZ Ciudad: Bolívar Teléfono: 0979603905 Fax:		<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Provincia: Carchi Cantón: Bolívar Parroquia: Monte Olivo Sitio: Palmar Grande	
<b>DATOS DEL LOTE</b> Sitio: Palmar Grande Superficie: Número de Campo: VERMICOMPOST Cultivo Actual: A Cultivar:		<b>DATOS DE LABORATORIO</b> Nro Reporte.: 10821 Tipo de Análisis: Elemental más %MO Muestra: Orgánica Vermicompos Fecha de Ingreso: 2022-03-17 Fecha de Reporte: 2022-03-23	

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
<b>N</b>	127.50	ppm	
<b>P</b>	307.84	ppm	
<b>S</b>		ppm	
<b>K</b>	6.51	meq/100 ml	
<b>Ca</b>	33.45	meq/100 ml	
<b>Mg</b>	4.88	meq/100 ml	
<b>Zn</b>		ppm	
<b>Cu</b>		ppm	
<b>Fe</b>		ppm	
<b>Mn</b>		ppm	
<b>B</b>		ppm	
<b>pH</b>	7.83		
<b>Acidez Int. (AI+H)</b>		meq/100 ml	
<b>Al</b>		meq/100 ml	
<b>Na</b>		meq/100 ml	
<b>Ce</b>	2.060	mS/cm	
<b>MO</b>	15.90	%	

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Clases de Suelo (%)			Clase Textural
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
6.85	0.75	5.89	44.84						

Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
 Responsable Laboratorio



Anexo 6 Estudio de abono-Bocashi



**L A B O N O R T**

LABORATORIOS NORTE

Juan Hernández y Jaime Roldós (Entrada Mercado Mayorista) Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<b>DATOS DE PROPIETARIO</b> Nombre: ANDERSON NARVÁEZ Ciudad: Bolívar Teléfono: 0979603905 Fax:		<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Provincia: Carchi Cantón: Bolívar Parroquia: Monte Olivo Sitio: Palmar Grande	
<b>DATOS DEL LOTE</b> Sitio: Palmar Grande Superficie: Número de Campo: BOCASHI Cultivo Actual: A Cultivar:		<b>DATOS DE LABORATORIO</b> Nro Reporte.: 10823 Tipo de Análisis: Elemental más %MO Muestra: ORGANICA, BOCASHI Fecha de Ingreso: 2022-03-17 Fecha de Reporte: 2022-03-23	

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
<b>N</b>	700.00	ppm	
<b>P</b>	385.71	ppm	
<b>S</b>		ppm	
<b>K</b>	23.01	meq/100 ml	
<b>Ca</b>	33.25	meq/100 ml	
<b>Mg</b>	16.80	meq/100 ml	
<b>Zn</b>		ppm	
<b>Cu</b>		ppm	
<b>Fe</b>		ppm	
<b>Mn</b>		ppm	
<b>B</b>		ppm	
<b>pH</b>	7.85		
<b>Acidez Int. (Al+H)</b>		meq/100 ml	
<b>Al</b>		meq/100 ml	
<b>Na</b>		meq/100 ml	
<b>Ce</b>	12.420	mS/cm	
<b>MO</b>	21.40	%	

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural		
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla
1.98	0.73	2.18	73.06					

Dr. Quim. Edison M. Miño M.  
 Responsable Laboratorio



### Anexo 7 Costo de producción del cultivo de mora de castilla por hectárea

Tratamiento	Costos S/parcela	Costo total S/ensayo	Costo total S/ha	Rendimiento kg/ha/men	Rendimiento kg/ha/año	Precio S/kg	Venta S/año	Utilidad S/año	CB
T1D1	61,80	247,19	16576,08	1492,96	17915,52	1,3	23290,18	6714,10	1,41
T2D1	55,80	223,19	14976,48	2239,44	26873,28	1,3	34935,26	19958,78	2,33
T3D1	61,80	247,19	16576,08	1812,88	21754,56	1,3	28280,93	11704,85	1,71
T1D2	59,30	237,19	15909,58	1306,34	15676,08	1,3	20378,90	4469,32	1,28
T2D2	54,30	217,19	14576,58	2106,14	25273,68	1,3	32855,78	18279,20	2,25
T3D2	59,30	237,19	15909,58	1679,58	20154,96	1,3	26201,45	10291,87	1,65
T0	46,80	187,19	12577,08	986,42	11837,04	1,3	15388,15	2811,07	1,22

### Anexo 8 Preparación del terreno (limpieza y realización de hoyos)



### Anexo 9 Instalación del ensayo (trasplante)



**Anexo 10** Letreros y varas a colocar en cada parcela de acuerdo al diseño planteado



**Anexo 11** Aplicación de los abonos (en el trasplante y etapa de floración)



**Anexo 12** Recolección de datos (número de racimos, flores y frutos)



**Anexo 13** Cosecha del fruto por tratamiento (parcela neta)



**Anexo 14** Pesaje del fruto de acuerdo a cada tratamiento (parcela neta)

