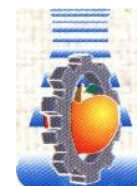




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS



CARRERA: INGENIERÍA BIOQUÍMICA

TEMA

***“ ELABORACIÓN DE UN ABONO ORGÁNICO A BASE DE
DESECHOS DEL PROCESAMIENTO DEL BRÓCOLI (*Brassica
oleracea itálica*), PARA DISMINUIR LA DEPENDENCIA DE
PRODUCTOS QUÍMICOS ARTIFICIALES”***

**Trabajo de Investigación (Graduación). Modalidad: Seminario de Graduación.
Presentando como Requisito Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en
Bioquímica, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad
de Ciencias e Ingeniería en Alimentos**

AUTOR: Karina Elizabeth Espinosa Jacho

TUTOR: Ing. Edwin Santamaría

AMBATO – ECUADOR

2011

Ing. Edwin Santamaría

TUTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICA:

Que el presente Trabajo de Investigación: “***ELABORACIÓN DE UN ABONO ORGÁNICO A BASE DE DESECHOS DEL PROCESAMIENTO DEL BRÓCOLI (Brassica oleracea itálica), PARA DISMINUIR LA DEPENDENCIA DE PRODUCTOS QUÍMICOS ARTIFICIALES***”, desarrollado por la egresada Karina Elizabeth Espinosa Jacho; observa las orientaciones metodológicas de la Investigación Científica.

Que ha sido dirigida en todas sus partes, cumpliendo con las disposiciones en la Universidad Técnica de Ambato, a través del Seminario de Graduación.

Por lo expuesto:

Autorizo su presentación ante los organismos competentes para la respectiva calificación.

Ambato, Junio del 2010

Ing. Edwin Santamaría
TUTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido del Trabajo de Investigación “***ELABORACIÓN DE UN ABONO ORGÁNICO A BASE DE DESECHOS DEL PROCESAMIENTO DEL BRÓCOLI (Brassica oleracea itálica), PARA DISMINUIR LA DEPENDENCIA DE PRODUCTOS QUÍMICOS ARTIFICIALES***”, corresponde a Karina Elizabeth Espinosa Jacho y del Ing. Edwin Santamaría Tutor del Trabajo de Investigación, y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Técnica de Ambato.

Karina Espinosa
Autor de Investigación

Ing. Edwin Santamaría
Tutor del Trabajo de Investigación

A CONSEJO DIRECTIVO DE LA FCIAL

El Tribunal de Defensa del Trabajo de Investigación “***ELABORACIÓN DE UN ABONO ORGÁNICO A BASE DE DESECHOS DEL PROCESAMIENTO DEL BRÓCOLI (Brassica oleracea itálica), PARA DISMINUIR LA DEPENDENCIA DE PRODUCTOS QUÍMICOS ARTIFICIALES***”, presentado por la señorita Espinosa Jacho Karina Elizabeth y conformada por: Dr. Ramiro Velasteguí, Ing. Homero Vargas, Miembros del Tribunal de Defensa y Tutor del Trabajo de Investigación Ing. Edwin Santamaría y presidido por el Ingeniero Romel Rivera, Presidente de Consejo Directivo, Ingeniera Mayra Paredes E, Coordinadora del Décimo Seminario de Graduación FCIAL-UTA, una vez escuchada la defensa oral y revisado el Trabajo de Investigación escrito en el cuál se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas por el Tribunal de Defensa del Trabajo de Investigación, remite el presente Trabajo de Investigación para uso y custodia en la Biblioteca de la FCIAL.

Ing. Romel Rivera
Presidente Consejo Directivo

Ing. Mayra Paredes E.
Coordinadora Décimo Seminario de Graduación

Dr. Ramiro Velasteguí
Miembro del Tribunal

Ing. Homero Vargas
Miembro del Tribunal

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre Segundo Luis Espinosa Galarza A mi madre Martha Jacho por el gran cariño y amor que me han sabido brindar en el transcurso de mi vida, y por sus sabios consejos que me han permitido seguir adelante.

A mis hermanos y familia por su apoyo incondicional.

A mi amor por estar siempre apoyándome.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mí querida madre por toda la fuerza que me ha sabido transmitir en los momentos más difíciles que nos ha tocado vivir, mami, gracias por tu valentía y por la fé que siempre has tenido en mí, aun cuando pensé decaer.

También por su noble dirección en esta etapa de mi vida, ya que ella no solo me apoyo económicamente a lo largo de todo el estudio universitario sino que en todo momento me brindo su afecto y atención.

Recuerdo con gran tristeza y cariño inmenso las ganas de mi padre de hacer de mí una persona de bien, que con sus sabios consejos y palabras alentadoras ha sabido impulsarme para nunca decaer y hoy con gran orgullo puedo decir que lo he logrado. Gracias por ello Papi.

A mis hermanos por los consejos transmitidos, y por escucharme pero sobretodo por ser me incondicional.

A mi Amore Alejandro por estar siempre a mi lado con su comprensión y amor y por ser mi apoyo incondicional, que me ha dado fuerzas para seguir adelante.

A mi Tutor Ing. Edwin Santamaría por sus enseñanzas y conocimientos compartidos, comprometiéndose con su profesión, experiencia, tiempo, paciencia y valiosa asesoría, transmitida a lo largo de esta investigación.

A mis amigas Anita, Danny, Tity, Fer y Belén por siempre estar prestas a escucharme y orientarme, y haber compartido éxitos, alegrías, tristezas y aventuras, siempre las llevare en mi corazón.

INDICE GENERAL

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1	Planteamiento de Investigación	1
1.1	Tema de la Investigación	1
1.2	Planteamiento del Problema	1
1.2.1	Contextualización	1
1.2.2	Análisis Crítico	4
1.2.3	Prognosis	5
1.2.4	Formulación del Problema.	5
1.2.5	Preguntas Directrices	5
1.2.6	Delimitaciones	6
1.3	Justificación	6
1.4	Objetivos	7
1.4.1	Objetivo General	7
1.4.2	Objetivos Específicos	7

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos	8
2.2 Fundamentación Filosófica	10
2.3 Fundamentación Legal	11
2.4 Categorías Fundamentales	12
Marco conceptual	13
Abono orgánico	13
Compost	13
Compostaje	14
Materias primas del compost	14
Factores del proceso de compostaje.	15
Calidad del compostaje	18
Alternativas de tratamiento de compost	19
Beneficios y desventajas del compostaje	22
2.5 Hipótesis	26
2.5.1 Hipótesis de Investigación	26
2.5.2 Hipótesis Estadísticas	26
2.6 Señalamiento de Variables	27
CAPITULO III	
METODOLOGÍA	
3.1 Enfoque de Investigación	28

3.2	Modalidad Básica de Investigación	28
3.3	Nivel o Tipo de Investigación	29
3.4	Recolección de Información, procesamiento, análisis e interpretación	29
3.4.1	Estrategias Procedimentales	29
3.4.1.1	Técnicas a Utilizarse	30
3.4.1.2	Determinación de condiciones	34
3.4.1.3	Análisis de Parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos	34
3.4.1.4	Identificación de Nutrientes	36
3.5	Población y Muestra	36
3.6	Diseño Experimental	36
3.7	Operacionalización de Variables	38
3.8	Plan de Recolección de Información	40
3.8.1	Fuente Primaria	40
3.8.2	Fuente Secundaria	40
3.9	Plan del Procesamiento de la Información	40

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.	Análisis de los Resultados	42
4.2.	Interpretación de Datos	42

4.2.1	Respuestas Experimentales Químicas	42
4.2.1.1.	pH	42
4.2.1.2.	Humedad	43
4.2.1.3	Macro y Micro Nutrientes	43
4.2.2	Respuestas Experimentales Microbiológicas	43
4.2.3	Respuestas Experimentales Físicas	44
4.3.	Análisis del Diseño Experimental	44
4.3.1	Análisis de las Respuestas Experimentales Químicas	44
4.3.1.1.	pH	44
4.3.1.2.	Humedad	45
4.3.2	Análisis de las Respuestas Experimentales Microbiológicas	45
4.3.3	Análisis de las Respuestas Experimentales Físicas	46
4.3.3.1.	Textura	46
4.3.3.2.	Olor	46
4.3.3.3.	Color	47
4.3.3.4.	Aceptabilidad	47
4.4.	Elección del mejor Tratamiento	48
4.5	Verificación De Hipótesis	48
4.6	Estudio Económico	49

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	50
5.2	Recomendaciones	52

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1. Datos Informativos	54
6.2. Antecedentes de la propuesta	55
6.3. Justificación	56
6.4. Objetivos	57
6.4.1 Objetivo General	57
6.4.2 Objetivos Específicos	57
6.5. Análisis de Factibilidad	58
6.6. Fundamentación	58
6.7. Metodología.	60
6.8. Administración	61
6.9. Previsión de la Evaluación	63
BIBLIOGRAFIA	64

ANEXOS

ANEXOS A	TABLA DE RESPUESTAS EXPERIMENTALES
ANEXOS B	FOTOGRAFÍAS
ANEXOS C	TABLA DE ANALISIS ESTADISTICOS
ANEXOS D	DIAGRAMA

ANEXO A
RESPUESTAS EXPERIMENTALES

Tabla A1: Datos experimentales de pH en el día 25	70
Tabla A2: Datos experimentales de De la Humedad en el día 25	70
Tabla A3: Datos experimentales de la Temperatura	71
Tabla A4: Datos experimentales de los Microorganismos en el día 25	71
Tabla A5: Datos experimentales de Propiedades Físicas	72
Tabla A6: Hoja de encuestas	73
Tabla A7: Datos del contenido de Nutrientes	74
Tabla A8: Gastos de Materiales Directos e Indirectos.	75
Tabla A9: Gastos de Equipos.	76
Tabla A10: Gastos de Suministros.	76
Tabla A11: Gastos del Personal.	77
Tabla A12: Costos de Producción	77
Tabla A13: Costos de Venta	77
Tabla A14: Determinación del Punto de Equilibrio	78
Tabla A14: Comparación de Contenido de Nutrientes	79

ANEXO B
FOTOGRAFÍAS

Foto 1: Materia Prima (Brócoli)	81
Foto2: Preparación para el secado Primer tratamiento	81
Foto3: Preparación para el secado del segundo tratamiento	81

Foto4: Adición de Estiércol.	82
Foto5: Adición de Estiércol de cuy.	82
Foto 6: Adición de Aditivos y tierra	82

ANEXO C

ANALISIS ESTADISTICOS

Tabla C1: Valores de pH a ingresar en el programa InfoStat.	84
Tabla C2: Tabla de Análisis de Varianza.	84
Tabla C3: Cuadro de Análisis de Varianza.	84
Tabla C4: Prueba de Tukey	84
Tabla C5: Valores de Humedad a ingresar en el programa InfoStat.	85
Tabla C6: Tabla de Análisis de Varianza.	86
Tabla C7: Cuadro de Análisis de Varianza.	86
Tabla C8: Prueba de Tukey	86
Tabla C9: Valores de Microorganismos a ingresar en el programa InfoStat.	87
Tabla C10: Tabla de Análisis de Varianza.	87
Tabla C11: Cuadro de Análisis de Varianza.	87
Tabla C12: Prueba de Tukey	87
Tabla C13: Valores de textura a ingresar en el programa InfoStat.	88
Tabla C14: Tabla de Análisis de Varianza.	89
Tabla C15: Cuadro de Análisis de Varianza.	89
Tabla C16: Prueba de Tukey	90
Tabla C17: Valores de olor a ingresar en el programa InfoStat.	90
Tabla C18: Tabla de Análisis de Varianza.	91

Tabla C19: Cuadro de Análisis de Varianza.	92
Tabla C20: Prueba de Tukey	92
Tabla C21: Valores de color a ingresar en el programa InfoStat.	92
Tabla C22: Tabla de Análisis de Varianza.	94
Tabla C23: Cuadro de Análisis de Varianza.	94
Tabla C24: Prueba de Tukey	94
Tabla C25: Valores de aceptabilidad a ingresar en el programa InfoStat.	95
Tabla C26: Tabla de Análisis de Varianza.	96
Tabla C27: Cuadro de Análisis de Varianza.	96
Tabla C28: Prueba de Tukey	96
Tabla C29: Resumen del mejor	97

ANEXO D

DIAGRAMAS

Diagrama 1: Diagrama del Proceso de Elaboración del Abono	99
--	----

RESUMEN

La obtención del abono orgánico se lo realizó a partir de los desechos del procesamiento de Brócoli (*Brassica olerácea itálica*), en donde el presente trabajo de investigación planteó un diseño experimental A*B para obtener las respuestas experimentales, en donde los dos factores de estudio fueron: tipo de secado y tipo de estiércol, con el fin de evaluar si estas variables generan un producto de buenas características físicas, químicas y microbiológicas.

Las características físicas, químicas y microbiológicas del abono fueron analizadas en base a los siguientes parámetros: temperatura, pH, humedad, contenido de nutrientes, carga microbiana, color, olor y textura.

En base a los análisis estadísticos, se reporta que los mejores resultados fueron un pH de 7,7 que se encuentra dentro del rango óptimo, la humedad reportada fue del 55%, mientras que en el contenido de nutrientes se reporto concentraciones de CO 24%, NO 2,36%, P 230ppm, NO3 655ppm, CE 5,4ds/m, K 0,92%, Ca 9,85%, Mg 1,55%, Fe 2,63%, y una alta carga microbiana sin riegos de contaminación de coliformes fecales ya que no se encuentran presentes en el abono, es decir, este no es nocivo para el agricultor.

Los resultados de la investigación indican que el secado por lixiviación y la utilización de estiércol de vaca, en tiempo de 30 días y bajo el control riguroso de las condiciones estipuladas en la metodología es posible obtener un abono orgánico de buena calidad.

En base a los análisis estadísticos obtenidos (Anexo C), se puede apreciar que no existió una diferencia significativa en lo experimental, pero si existió una diferencia mínima en lo estadístico, es decir que al aplicar la prueba Tukey con un nivel de significancia del 5% los tratamientos no presentan una gran diferencia, pero si es visible que el mejor tratamiento es a₀b₀, secado por lixiviación y la utilización de estiércol de vaca, a diferencia del a₁b₁ que fue el tratamiento que presentó resultados no esperados y es el Secado por exposición al sol y estiércol de cuy.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

2 Planteamiento de Investigación

2.1 Tema de la Investigación

“Elaboración de un abono orgánico a base de desechos del procesamiento del Brócoli (*Brassica oleracea itálica*), para disminuir la dependencia de productos químicos artificiales”

1.2 Planteamiento del Problema

La elaboración de un abono orgánico a base de los desechos del procesamiento de brócoli se lo realiza con la finalidad de mejorar la calidad del suelo, ya que debido al uso excesivo de compuesto químicos se ha provocando un desgaste del mismo, llevándonos a muy bajas productividades en los cultivos, cabe recalcar que debido a la humedad excesiva que posee el brócoli, se trata de investigar técnicas que permitan la formulación para elaborar este abono, que resultará de procesos de digestión microbiológica de materiales de origen vegetal con nutrientes adecuados para enriquecer el suelo, el mismo que es el sustento fundamental para el crecimiento y producción de las plantas.

1.2.1 Contextualización

Contexto Macro

(MONJE, 1994), en su tesis: Evaluación de la contaminación ambiental para la disposición final de los residuos sólidos: el relleno sanitario y la producción de compost, trata sobre los problemas de contaminación generados por un inadecuado manejo de los residuos sólidos y propone como alternativa el aprovechamiento de los mismos en la producción de compost, abono obtenido mediante la fermentación aerobia de la materia orgánica.

Según (FAGRO, 2000), un abono orgánico o compost es el producto de la transformación de residuos orgánicos en humus por restos orgánicos (bacterias, hongos, protozoarios, lombrices, etc.), la presencia de humus en el suelo cumple las siguientes funciones: provee elementos nutritivos, mejora la estructura la porosidad y retención de agua y aire en el suelo y aumenta la resistencia de las plantas a enfermedades.

(BUENO, 2004), en su libro Cómo hacer un buen compost, ha realizado una recopilación de los diferentes sistemas para elaborar el compost. Además, describe los sistemas sencillos para elaborar pequeñas huertas.

Existen varias investigaciones acerca de la elaboración de un abono orgánico en la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR), en la localidad de Zavalla, Santa Fe, con el objetivo de mejorar las condiciones del suelo; los resultados obtenidos, demuestran que el contenido de carbono orgánico y la conductividad hidráulica en el suelo aumentan, mejoran las condiciones físicas del suelo con mayor resistencia a la degradación microbiana. En cuanto a la estabilidad de agregados, se observó un marcado incremento en los cultivos con incorporación del abono, el pH y conductividad eléctrica no manifestaron diferencias entre las camas que analizaron.

Contexto Meso

A nivel nacional no se han reportado datos acerca de investigaciones sobre la elaboración de un abono orgánico a base de los desechos del procesamiento de brócoli, cabe recalcar que si existen reportes, datos estadísticos de abonos utilizando como materias primas los residuos sólidos urbanos, obteniéndose abono orgánico, el cual puede ser utilizado como cepa para posteriores tratamientos.

Según (LÓPEZ, 1975), El factor de conversión de residuos orgánicos en abono fue del 70%; generalmente se obtiene entre el 50 y el 60%, dependiendo de los residuos utilizados. En este ensayo, la mayor composición de residuos estaba compuesta por cítricos, mangos y hortalizas como repollo, tomates, hojas de remolacha, hojas de yuca y vástago de plátano. También se presentó incorporación del suelo el cual se adhiere a los residuos cuando se practica el volteo o aireación; por esta razón se aumentó el porcentaje de conversión.

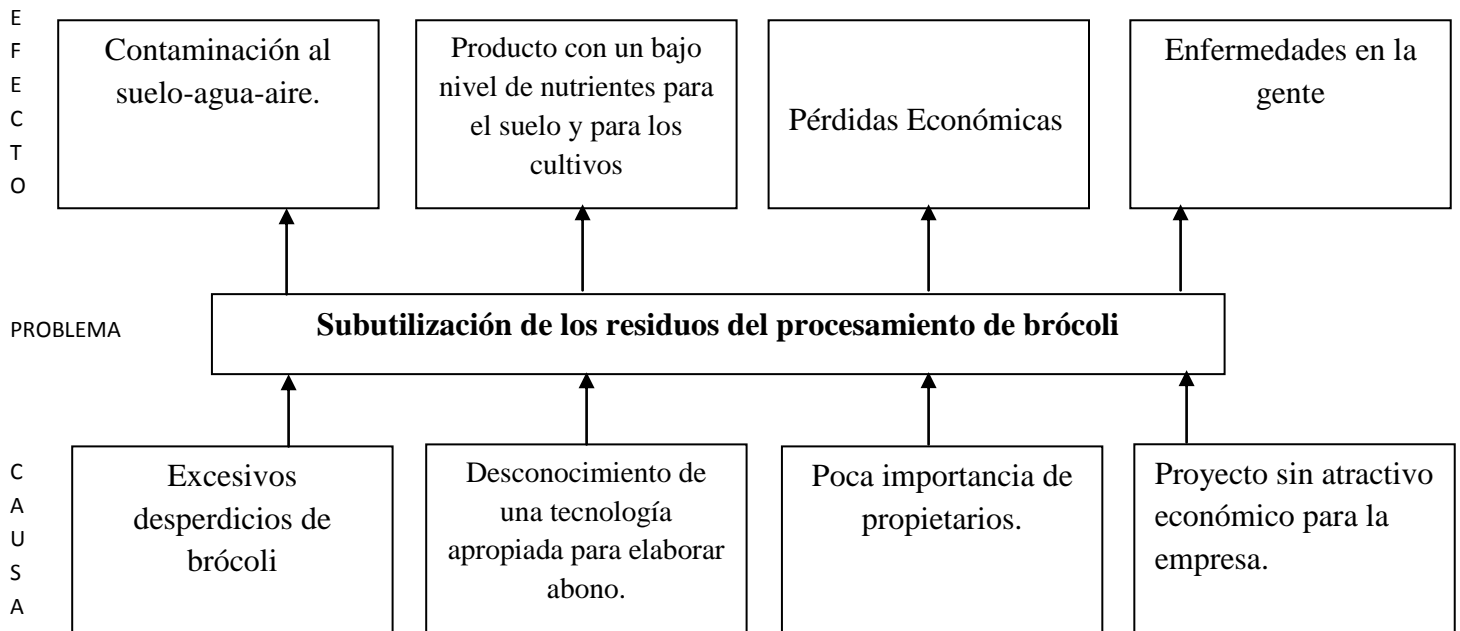
Los análisis de laboratorios de suelos, para la muestra del abono del invernadero dieron los siguientes resultados: pH 7.6; materia orgánica 7.64%, calcio 8.0 meq/g, magnesio 1,9 meq / 100 g y potasio en 7,5 meq/ 100g, una contextura francoarenosa. Se presentan altos contenidos de Ca, Mg y K con una relación alta de Ca/Mg y una relación invertida de K/Mg; los contenidos de hierro, manganeso y cobre son normales, pero el zinc se presenta alto con 65,0 ppm. y el fósforo con 41 ppm siendo un nivel normal. (LÓPEZ, 1975)

Contexto Micro

En el ámbito local no se han reportado datos sobre estudios similares al propuesto, es por eso que se ha creído conveniente elaborar un abono orgánico a base de los desperdicios del procesamiento de brócoli para mejorar las condiciones físicas del suelo, debido a que existe una gran cantidad de este material sin beneficio alguno,

podemos entonces darle utilidad a través de la presente propuesta, con lo que inclusive se va mejorar las condiciones medioambientales.

1.2.2 Análisis Crítico



Árbol de Problemas

Gráfico No. 1: Relación Causa – Efecto
Elaborado por: Espinosa Jacho Karina Espinosa

El abono orgánico que se va a elaborar a base de los desechos del procesamiento de brócoli permitirá contribuir en el mejoramiento de la productividad ya que con dicho abono, se reducirá el uso excesivo de productos químicos dañinos para el suelo y por su toxicidad para el agricultor, también aportará significativamente en el mejoramiento de las condiciones del suelo es decir existirá una cantidad de nutrientes suficientes para obtener cultivos de buena calidad, también permitirá diseñar una metodología de bajo costo para obtener abono orgánico a partir de desechos vegetales, que actualmente contaminan el ambiente; es fácilmente asimilable por las

plantas, lo que favorece a la producción agrícola y empresarial con un manejo sostenible de los recursos disponibles.

1.2.3 Prognosis

Si no se llega a culminar la investigación, existirá un problema muy grave puesto que se continuará utilizando excesivamente productos químicos que perjudican no solamente al suelo sino también al agricultor, con bajos niveles de rendimientos y productividad pues el suelo se desgasta, causando un incorrecto crecimiento de la planta, también será muy perjudicial para el agricultor ya que va a estar expuesto a productos tóxicos causantes de muchas enfermedades y en ocasiones hasta la muerte, también afectará al medio ambiente ya que los desperdicios no tratados se descomponen emando gases al ambiente, además de una acumulación excesiva de impurezas.

1.2.4 Formulación del Problema.

¿Es posible contar con una tecnología apropiada que permita transformar la materia orgánica desechada del procesamiento del Brócoli (*Brassica oleracea itálica*), para producir un abono rico en sustancias nutritivas que permita recuperar los suelos desgastados y elevar la productividad en los cultivos?

1.2.5 Preguntas Directrices

¿Se Elaborará un abono orgánico a base de los desechos del procesamiento de brócoli para disminuir la dependencia de productos químicos artificiales?

¿Se determinará cuál es el tiempo en el que se alcanza las condiciones óptimas para la elaboración de un abono orgánico a base de los desechos de brócoli?

¿Se analizará las variables químicas, físicas y microbiológicas en el abono orgánico?

¿Se determinará cuál de los tratamientos es el mejor?

¿Se Socializará los datos o resultados obtenidos?

1.2.6 Delimitaciones

- Campo:** Investigación, Bioquímica
- Área:** Bioingeniería y Biotecnología
- Sub Área:** Bioprocesos
- Aspecto:** Compostaje
- Temporal:** El Perfil de Investigación será realizado desde Noviembre del 2010 – Abril del 2011.
- Espacial:** El desarrollo experimental de la investigación se lo llevará a cabo en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos (FCIAL).

1.3 Justificación

La presente investigación se realizará con la finalidad de resolver un problema latente, en donde mediante un sondeo se ha podido apreciar que existe un gran desgaste del suelo, lo que a su vez provoca bajos niveles de rendimiento y productividad, así mismo se observa una excesiva cantidad de desechos vegetales que contaminan el ambiente, con los cuales es posible elaborar un abono orgánico, el mismo que se lo realizará con los desechos del procesamiento de brócoli, este material se lo puede adquirir sin ninguna dificultad ya que existen grandes cantidades que desperdician, sin ningún beneficio, creemos que es viable producir un abono a base de brócoli por su composición, producto que ayudará a mejorar los cultivos puesto que este tipo de fertilizante origina una fácil retención de agua y nutrientes minerales impidiendo así que los cultivos se laven y pierdan en profundidad, también aporta con minerales como Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Magnesio, etc.; produciendo también activadores del crecimiento que las plantas pueden absorber favoreciendo su nutrición y resistencia a enfermedades. El abono orgánico además ayuda a los agricultores debido a que van a disminuir el uso de los fertilizantes químicos; así mismo al utilizar estos abonos, se está contribuyendo con su salud, puesto que dicho abono se realiza en base de sustancias orgánicas y no tóxicas, por último diremos que

se incrementa la concienciación del agricultor en relación con la importancia de proteger el ambiente.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Elaborar un abono orgánico con desechos del procesamiento de brócoli para disminuir la dependencia de productos químicos artificiales.

1.4.2 Objetivos Específicos

- a) Determinar el tiempo en el cuál se alcanza las condiciones óptimas de pH, humedad y contenido microbiológico, para la elaboración de un abono orgánico.
- b) Analizar las características químicas, físicas y microbiológicas en el abono orgánico.
- c) Determinar que tratamiento es el mejor, el momento de elaborar un abono con desechos del procesamiento de brócoli.
- d) Socializar los datos o resultados obtenidos.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos

(MONJE, 1994), en su tesis: Evaluación de la contaminación ambiental para la disposición final de los residuos sólidos: el relleno sanitario y la producción de compost, trata sobre los problemas de contaminación generados por un inadecuado manejo de los residuos sólidos y propone como alternativa el aprovechamiento de los mismos en la producción de compost, abono obtenido mediante la fermentación aerobia de la materia orgánica.

Según (FAGRO, 2000), un abono orgánico o compost es el producto de la transformación de residuos orgánicos en humus por restos orgánicos (bacterias, hongos, protozoarios, lombrices, etc.), la presencia de humus en el suelo cumple las siguientes funciones: provee elementos nutritivos, mejora la estructura la porosidad y retención de agua y aire en el suelo y aumenta la resistencia de las plantas a enfermedades.

(BUENO, 2004), en su libro Cómo hacer un buen compost, ha realizado una recopilación de los diferentes sistemas para elaborar el compost. Además, describe los sistemas sencillos para elaborar pequeñas huertas.

El empleo de los residuos agroindustriales y forestales implica un efecto beneficioso sobre el ambiente, ya que se evita la contaminación que provoca la eliminación de estos desechos al medio ambiente. Durante la cosecha, pos cosecha, y procesos en planta de los principales productos agrícolas quedan los residuos sólidos entre ellos: tallos, ramas, hojas, polvo, tusa, pulpa, cascarilla, entre otras, y los desechos

líquidos como: aguas residuales, jugos, resinas y lodos, los que son vertidos a los ríos, riachuelos, esteros, campos, caminos, contaminando las aguas, el aire y causando problemas en el medio ambiente, por lo que es necesario aprovechar estos residuos en la obtención de alimentos, para animales, en lombricultura, y en la elaboración de abonos orgánicos (VIDAL, 1997).

En función de los recursos disponibles, los “desechos”, son materiales fuera de lugar y desde el punto de vista económico son el producto del uso ineficiente de los recursos en la producción de bienes y servicios demandados por la sociedad (Instituto Mexicano de Tecnologías Apropiadas, 1982).

La OCDE, define a los residuos como aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo que no alcanzan en el contexto que son producidas sin ningún valor económico; ello puede ser debido tanto a la falta de tecnología adecuada para su aprovechamiento como a la inexistencia de un mercado para los productos recuperados.

Los residuos son partes que quedan de un todo, de un cuerpo, luego que han sufrido un proceso de transformación natural o artificial que puede modificar o no sus características físico-químicas y estructurales e iniciales. En términos estrictamente físicos, los residuos son consecuencia de la transformación de la materia y la energía (PRAVIA, 1996).

Los abonos orgánicos constituyen la base fundamental para una agricultura sostenible, generando rastrojo (30%) que a la vez actúa como cobertura muerta, incrementando así el aporte de materia orgánica para mejorar las condiciones físicas del suelo. Es muy útil para suelos con pendientes y degradados (PUCHADES, 2001; BARBOZA, 2003).

(ROSELL, 1990), señala que la acción de las raíces, parece tener efectos positivos sobre la disponibilidad de nutrientes, principalmente nitrógeno, fósforo y potasio, pues éstos son absorbidos por la planta y devueltos al suelo en forma más disponible para ser usadas por el frutal al cual están asociados. Además, es importante la acción del ácido carbónico, producto final de la descomposición, el cual aumenta marcada y gradualmente la solubilidad y, por tanto, disponibilidad de nutrientes minerales del suelo (RAGGI, 1990).

Las plantas aumentan la concentración de fósforo, potasio y calcio en la parte superior del perfil del suelo, pues se supone que extraen los nutrientes desde los horizontes inferiores y depositan éstos en las capas superiores como residuos orgánicos cuando tienen un sistema radicular profundizador (BARBOZA, 2003).

Los microorganismos del suelo reciben un gran estímulo a través de la incorporación de un abono orgánico debido a la adición del carbono aprovechable y relativamente alto contenido de nitrógeno, todo lo cual acelera los procesos de descomposición con el consiguiente aumento de la producción de nitrógeno amoniacal y de nitratos (LE BLANC, 2000).

(RAGGI, 1990), menciona que si los abonos orgánicos no se manejan correctamente éstos pueden producir efectos nocivos sobre el suelo. Si el material incorporado está demasiado maduro, especialmente si se trata de no leguminosas o material con amplia relación carbono/nitrógeno, por las complicaciones que aparecerán durante la descomposición del material incorporado, por falta de nitrógeno.

2.2 Fundamentación Filosófica

El perfil de investigación científica tiene un fundamento de carácter académico científico con clara predisposición dialéctica en la que predomina el análisis, la síntesis, la inducción y la deducción.

El análisis porque permite desglosar las partes del tema investigativo y someterlo al crisol de la ciencia. Es sintético por cuanto se abstrae el conocimiento para poder llegar a generalizaciones. Es inductivo porque vamos de lo particular a lo general en el proceso de investigación; y por último es deductivo por cuanto en algunas etapas de la investigación hemos iniciado de lo general a lo particular.

2.3 Fundamentación Legal

La calidad del compost de residuos verdes es determinada principalmente por la clase, composición y procedencia del material de origen. Además la conducción del proceso de descomposición tiene influencia sobre las propiedades del compost.

Para el uso como mejoramiento de suelos o como suplemento para tierras de jardín (substratos) el compost debe cumplir las siguientes exigencias:

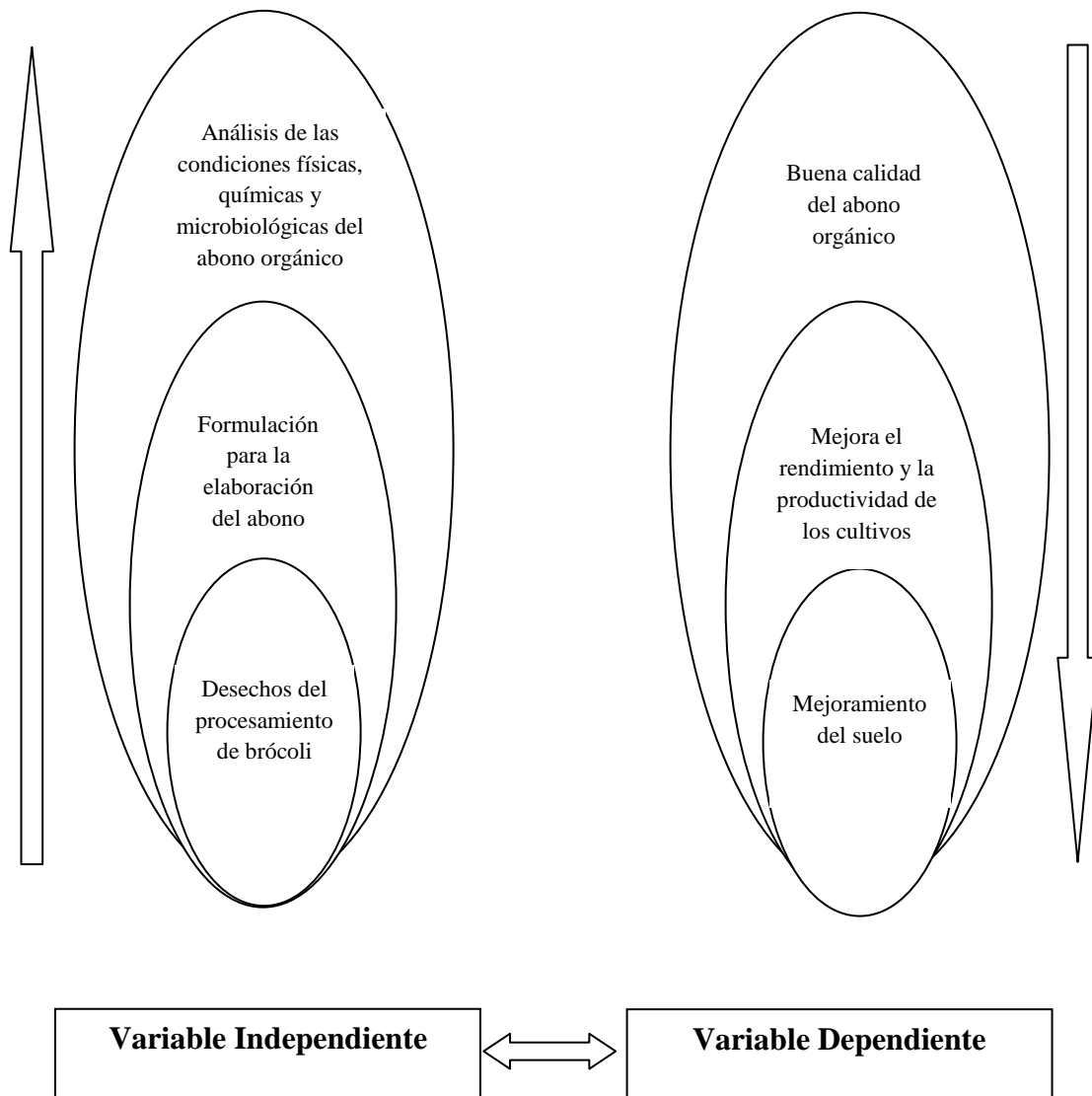
- Escaso contenido de sustancias nocivas
- Contenidos adecuados de sustancias nutritivas y sustancias orgánicas
- Relación adecuada C: N
- Valor pH neutro tendiendo a alcalino
- Humedad favorable
- Estado óptimo de madurez
- Contenido Microbiológico adecuado
- Tolerancia vegetal
- En lo posible libre de partículas extrañas
- Impresión general positiva (olor, estructura, color)

Directivas para la evaluación de calidad.

Para la evaluación de la calidad de compost de residuos orgánicos pueden usarse las directivas de la "Base para la caracterización ambiental de mejoradores de suelos /

materiales adicionales de compost”, en donde un principio básico, es la prohibición de utilizar material genéticamente modificado, es decir no hay lugar para la ingeniería genética en la agricultura y el procesamiento orgánico (BENAVENTE, 2000).

2.4 Categorías Fundamentales



Elaborado por: Karina Espinosa

MARCO CONCEPTUAL

ABONO ORGÁNICO

Un Abono orgánico es un fertilizante que no está fabricado por medios industriales, como los abonos nitrogenados, que son hechos a partir de combustibles fósiles y aire, o los obtenidos de minería, como los fosfatos o el potasio, en cambio los abonos orgánicos provienen de animales, humanos, restos vegetales de alimentos u otra fuente orgánica y natural. Los abonos orgánicos no son substitutos de los fertilizantes sino complementarios de éstos y su origen es 100% de productos que antes tuvieron una forma de vida y ahora tienen otra, es decir, es materia viva: Composta, Humus, Estiércol y toda clase de vida orgánica en descomposición como restos vegetales (hojas, ramitas, etc.). Todos los abonos son fertilizantes pero los fertilizantes no son abonos, en donde fertilizar significa mejorar la fecundidad de la tierra, los abonos orgánicos tienen unas propiedades, que ejercen unos determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este. Actualmente los fertilizantes inorgánicos suelen ser más baratos y con dosis más precisas y más concentradas. Sin embargo, salvo en cultivo hidropónico, siempre es necesario añadir los abonos orgánicos para reponer la materia orgánica del suelo.

COMPOST

El compost, es el producto que se obtiene del compostaje, y constituye un grado medio de descomposición de la materia orgánica, que ya es en sí un buen abono. Se denomina humus al "grado superior" de descomposición de la materia orgánica. El humus supera al compost en cuanto abono, siendo ambos orgánicos. La materia orgánica se descompone por vía aeróbica o por vía anaeróbica. El compost, es obtenido de manera natural por descomposición aeróbica de residuos orgánicos como restos vegetales, animales, excrementos y purines, por medio de la reproducción masiva de bacterias aerobias termófilas que están presentes en forma natural en

cualquier lugar, posteriormente, la fermentación la continúan otras especies de bacterias, hongos y actinomicetos. Normalmente, se trata de evitar en lo posible la putrefacción de los residuos orgánicos por exceso de agua, que impide la aireación-oxigenación y crea condiciones biológicas anaeróbicas malolientes, aunque ciertos procesos industriales de compostaje usan la putrefacción por bacterias anaerobias. El compost se usa en agricultura y jardinería como enmienda para el suelo, aunque también se usa en paisajismo, control de la erosión, recubrimientos y recuperación de suelos.

COMPOSTAJE

(DE CARLO, 2001), lo han descrito como un proceso biológico termofílico en donde la materia orgánica es descompuesta por una gran cantidad de microorganismos. Bacterias, hongos, protozoos, ácaros, miriápodos, entre otros organismos aeróbicos, digieren los compuestos orgánicos transformándolos en otros más simples. El compostaje bajo condiciones de aireación, humedad y temperaturas controladas y combinando bases mesófilas (temperatura y humedad medias) y termófilas (temperatura superior a 45%), transforma los residuos orgánicos degradables, en un producto estable e higienizado, aplicable como abono o sustrato, es decir es una técnica de estabilización y tratamiento de residuos orgánicos biodegradables. El calor generado durante el proceso fase termófila va a destruir las bacterias patógenas, huevos de parásitos y muchas semillas de malas hierbas que pueden encontrarse en el material de partida, dando lugar a un producto higienizado.

MATERIAS PRIMAS DEL COMPOST

Para la elaboración del compost, es posible utilizar cualquier materia orgánica, ya sea restos vegetales, guanos, purines, desechos del hogar, etc. siempre y cuando esta no se encuentre contaminada (OPS, 1999).

(CONTRERAS, 1996), indican que la corteza de especies arbóreas, resulta ser un buen material para transformarlo en un biofertilizante, aún cuando resulta necesaria su corrección en nitrógeno y pH.

(GARCIA, 1991), mencionan como una muy buena alternativa, el tratar la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos. Por otra parte, es posible reciclar los lodos de depuradoras.

(KEELEY, 1988), menciona que también es posible obtener un fertilizante de buenas características para la agricultura, utilizando como material base, los desechos provenientes de animales, ya sea de cerdos, vacunos, corderos, etc.

Tabla 1. Principales fuentes de materia prima para la obtención del Compost

Residuos agrícolas	Residuos forestales	Residuos pecuarios	Otros
De cosechas	Corteza de árbol	Estiércoles	Residuos de
Heno	Aserrín	Purines	mataderos
Restos de	Viruta		Residuos del
ensilaje	Chipeado		procesamiento de
Hojas	Papeles		pescado
	Cartones		Lodos

Fuente: Natural Resource Agriculture And Engineering Service (1992)

FACTORES DEL PROCESO DE COMPOSTAJE.

Según lo descrito, el proceso de compostaje está basado en la actividad de microorganismos, ya que son ellos los encargados de descomponer la materia orgánica. Para que estos perduren y puedan realizar su actividad con la máxima eficiencia, requieren de condiciones óptimas de humedad, pH, nutrientes, temperatura, y aireación (GUERRERO, 1996).

Humedad. Esta es necesaria para que los microorganismos lleven a cabo sus procesos metabólicos. Provee el medio para las reacciones químicas, transporte de nutrientes y movilidad de los microorganismos (NRAES, 1992).

(MENDEZ, 1997), señala que el contenido de humedad que debiera mantenerse en el proceso de compostaje fluctúa entre 50 a 70% del peso seco, ya que valores mayores hacen disminuir la actividad microbiana, debido a una disminución del oxígeno, además indica que, contenidos superiores de humedad disminuiría la temperatura de las pilas de compostaje mientras que contenidos de humedad inferiores a 50% conllevan a una descomposición muy lenta, aún cuando sea aeróbica.

pH. Este factor afecta los procesos bióticos y en consecuencia la tasa y velocidad a la cual ocurren. Los microorganismos que transforman la materia orgánica, principalmente bacterias y actinomicetes, prefieren un medio neutro o ligeramente alcalino, para desarrollarse ya que por debajo de pH 6 no actúan (GUERRERO, 1996)

Por otra parte, los hongos presentan un buen desarrollo, dentro de un rango más amplio de pH (NRAES,1992). De esta manera, se debe trabajar en el óptimo que fluctúa de 6 a 8

Relación carbono/nitrógeno. Una relación C/N inicial ideal es entre 25 y 30 (DE CARLO, 2001), de esta forma se favorecerá un buen crecimiento y desarrollo de los microorganismos, ya que estos utilizan el carbono como fuente de energía y el nitrógeno para la síntesis proteica (OPS, 1999).

Si la relación C/N es inferior a 15:1, el nitrógeno se volatilizaría en forma de amoníaco; pues no existirá el suficiente carbono para que los microorganismos puedan utilizar todo el nitrógeno disponible (VENEGAS, 1997).

Mientras que una relación mayor hace que el proceso ocurra lentamente, debido a que los microorganismos fijarán el nitrógeno disponible y el compost será muy pobre

Aireación. (SOLBRAA, 1979), señala que es de vital importancia una buena aireación durante el proceso de compostaje. Es una forma de evitar condiciones de anaerobiosis que llevarían a la producción de ácidos orgánicos, metano, anhídrido carbónico, etc., provocando un cese del proceso de descomposición aeróbica.

Si el suplemento de oxígeno es limitado, el proceso de compostaje se retarda (NRAES, 1992). Puesto que se propician las condiciones para el desarrollo de organismos distintos a los de una descomposición aeróbica, por lo tanto es necesario una concentración mínima de oxígeno de 5% en los espacios porosos de la pila de Compostaje.

Temperatura. Es un parámetro de gran utilidad en el proceso de descomposición, debido a su efecto en el crecimiento y actividad metabólica de los microorganismos (RUSKIN, 1981). Debido a que cada grupo de microorganismos que se suceden en el compostaje, poseen una temperatura óptima para realizar su actividad (Criófilos, de 5 a 15°C; Mesófilos, de 15 a 45°C; o Termófilos de 45 a 70°C).

El grupo favorecido descompondrá la materia orgánica de modo de obtener materia y energía. En este proceso se emitirá calor, el que hará variar la temperatura de la pila de residuos, dependiendo del volumen de esta y de las condiciones ambientales (NRAES, 1992).

Tabla A7: Parámetros de estabilidad del Compost

Temperatura	Estable
Color	Marrón oscuro-negro ceniza
Olor	sin olor desagradable
PH	alcalino (anaerobic. ,55°C,24 hs)
C/N	> =20
Nºde termófilos	decreciente a estable
Respiración	0 < 10 mg/g compost
Media	0 < 7.5 mg/compost
COD	< 700 mg/g (peso seco)
ATP	decreciendo a estable
CEC	> 60 meq./100 libre de cenizas
Actividad de enzimas hidrosolubles	Incrementándose-estable
Polisacáridos	< 30-50 mg glucidos/g. peso seco
Reducción de azúcares	35%
Germinación	< 8
Nemmatodes	Ausentes

Fuente: Organización Panamericana de Salud

CALIDAD DEL COMPOSTAJE

La calidad del compost está inicialmente determinada por el material original (composición de los materiales, grado de digestión y contenido de nutrientes), el contenido de materia orgánica, niveles máximos de elementos trazas, niveles máximos de materia inerte y por el sistema de compostaje (STOFELLA, 2004).

La calidad de un compost incluye la estabilidad y madurez, también factores, como por ejemplo, la presencia de metales pesados, granulometría, contenido en nutrientes esenciales para las plantas a dosis reducidas. Se han usado tradicionalmente parámetros físicos- químicos, junto con los microbiológicos como índices o requerimientos de calidad del compost (ESTRADA, 2006).

Los índices microbiológicos son utilizados como medida de garantía higiénica y sanitaria para el uso del compost; se debe a la presencia de elementos y sustancias que pueden afectar negativamente a las propiedades del suelo y al ser humano como: la salinidad, presencia de metales pesados y la presencia de patógenos.

La calidad microbiológica del compost se debe evaluar de forma similar a la del suelo. Un análisis estándar del contenido microbiológico del compost, se determina por la concentración de seis grupos funcionales de microorganismos.

ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE COMPOST

La recuperación, reutilización y transformación de los residuos en insumos útiles a los sectores productivos es una opción con posibilidades, en la medida que las alternativas surjan como consecuencia de un diagnóstico objetivo de la problemática ambiental de cada sector.

Las alternativas seleccionadas, deben ser adecuadas técnicamente a las características locales, viables económicamente y sustentables ecológicamente. Sobre estas bases es posible validar, adecuar y promover tecnologías de alternativa que representen una solución efectiva y ajustada a cada realidad.

Las alternativas que se han manejado con mayor o menor resultado para la reutilización y reconversión han sido:

- Los residuos como fuente de alimento animal

- Los residuos como fuente energética
- Los residuos orgánicos como fuente abonos

- **Los Residuos Como Fuente De Alimento Animal**

La utilización de los residuos orgánicos de la actividad agropecuaria como fuente de alimento animal, así como la aplicación directa en el suelo de los mismos como abonos, son quizás las alternativas de reutilización de mayor importancia.

La actividad agroindustrial genera una gran cantidad y diversidad de residuos susceptibles de ser transformados en forrajes y pastos para animales.

Algunos residuos de la industria de frutas y legumbres, cereales, láctea y azucarera pueden ser utilizados en forma directa como alimento animal. Otros, como es el caso de la melaza se emplea para la preparación de ensilados.

- **Los Residuos Como Fuente De Energía**

Los restos de origen biógeno presentan una composición que se caracteriza por el predominio de macromoléculas orgánicas con un alto potencial energético almacenado como energía química de enlace. Si artificialmente degradamos estas macromoléculas rompiendo estos enlaces, es posible liberar la energía química de enlace.

A los recursos de origen biógeno como fuente de energía se le denomina Biomasa, definiendo a esta con fines energéticos como la masa de material biológico que es soporte de dicha energía.

(CALS. 1984), establece dos categorías de biomasa como fuentes energéticas: Fuentes Primarias y Fuentes Secundarias.

Fuentes Primarias: Es aquella biomasa cuya utilidad es la producción energética y que no constituye residuo de alguna actividad agroindustrial o utilización humana.

Fuentes secundarias: Biomasa que siendo subproducto de una primera utilización, es susceptible de ser sometida a una conversión energética adecuada.

En segundo término es necesario contar con los procedimientos técnicos que permitan la transformación de la energía contenida en la biomasa en formas de energía compatible con los equipamientos existentes, diseñados para el consumo de combustibles derivados de hidrocarburos.

- **Los Residuos Orgánicos Como Materia Prima Para La Producción De Abonos Orgánicos .**

Parece oportuno, discutir algunas definiciones referentes a lo que se entiende por abonos, bio-abonos o biofertilizantes.

Por abonos minerales se entienden sustancias o compuestos químicos que pueden pertenecer al campo de la química inorgánica u orgánica. Son inorgánicos todos los abonos potásicos y fosfatados; entre los nitrogenados, algunos, como la urea y el amoníaco, pertenecen a la química orgánica.

Por contraposición, los abonos orgánicos o bioabonos, son aquellas sustancias compuestas de origen biógeno vegetal o animal que pertenecen al campo de la química orgánica, y que son en general incorporados directamente al suelo sin tratamientos previos.

La aplicación de estiércoles y purines es una práctica tradicional de abonado orgánico. En esta categoría se puede incluir los abonos verdes. Si bien potencialmente, la incorporación al suelo de residuos orgánicos puede llegar a tener algún efecto beneficioso sobre la estructura y fertilidad de los suelos, no en todos los casos esto se cumple e inclusive el efecto puede ser perjudicial. Cuando incorporamos residuos orgánicos frescos o en proceso incipiente de biodegradación al suelo, el orden natural, conlleva a que se cumplan los procesos de mineralización. Es frecuente, que para que esta serie de procesos se cumplan, se produzca un alto consumo de oxígeno e inclusive si los materiales aportados no tienen una buena relación carbono/nitrógeno se agoten inicialmente las reservas de nitrógeno del suelo. En algunos casos, se terminan favoreciendo los procesos anaerobios, con la consiguiente acidificación, movilización y pérdidas de nutrientes.

BENEFICIOS Y DESVENTAJAS DEL COMPOSTAJE

Desde el punto de vista ecológico e industrial las ventajas del compostaje se manifiestan en la eliminación y reciclado de muchos tipos de residuos, solventando los problemas que ocasionaría su vertido, y en la obtención de materiales apropiados para su uso en la agricultura. En este último sentido, se persigue aumentar la similitud entre la materia orgánica de los residuos y el humus de los suelos, eliminar los posibles productos tóxicos que puedan permanecer en los residuos por la descomposición incompleta del sustrato, y aumentar la estabilidad biológica o resistencia a la biodegradación, con lo que se resuelven o atenúan los efectos desfavorables de la descomposición de los restos orgánicos sobre el propio suelo.

- **Beneficios del uso del compost**

Entre los beneficios del compostaje se incluyen:

Acondicionamiento del suelo: La utilización de compost como enmienda orgánica o producto restituidor de materia orgánica en los terrenos de labor tiene un gran potencial e interés en nuestro país, ya que la presencia de dicha materia orgánica en el suelo en proporciones adecuadas es fundamental para asegurar la fertilidad y evitar la desertización. Además, cabe comentar que la materia orgánica en el suelo produce una serie de efectos de repercusión agro-biológica muy favorable como:

Mejora de las propiedades físicas del suelo: la materia orgánica contribuye favorablemente a mejorar la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, aumenta la permeabilidad hídrica y gaseosa, y contribuye a aumentar la capacidad de retención hídrica del suelo mediante la formación de agregados.

Mejora las propiedades químicas: la materia orgánica aporta macronutrientes N, P, K y micronutrientes, y mejora la capacidad de intercambio de cationes del suelo, esta propiedad consiste en absorber los nutrientes catiónicos del suelo, poniéndolos más adelante a disposición de las plantas, evitándose de esta forma la lixiviación. Por otra parte, los compuestos húmicos presentes en la materia orgánica forman complejos y quelatos estables, aumentando la posibilidad de ser asimilados por las plantas.

Mejora la actividad biológica del suelo: la materia orgánica del suelo actúa como fuente de energía y nutrición para los microorganismos presentes en el suelo. Estos viven a expensas de los abonos orgánicos y contribuyen a su mineralización. Una población microbiana activa es índice de un suelo fértil.

Mejora la aplicación al suelo:

Tanto el compost como los estiércoles son buenos acondicionadores del suelo con valor fertilizante. Normalmente el estiércol se añade al suelo directamente, proporcionándole calidades comparables a las que alcanzaría con el compost. Sin

embargo, el acondicionamiento del suelo, no justifica por si solo hacer compost a partir de estiércoles. Hay beneficios complementarios por la utilización de compost, como son:

- El compost convierte el contenido en nitrógeno presente en los estiércoles en una forma orgánica más estable. Por tanto, esto produce menores pérdidas de nitrógeno, el cuál permanece en una forma menos susceptible de lixiviarse y, por tanto, de perder amonio.
- La mayoría de los estiércoles tienen una elevada relación carbono/nitrógeno. Cuando se aplican al suelo directamente, el exceso de carbono en los estiércoles hace que el nitrógeno en el suelo quede inmovilizado y, por tanto, no disponible para el cultivo.
- El compostaje disminuye la relación carbono/nitrógeno a niveles aceptables para la aplicación al suelo.
- El calor generado mediante el proceso de compostaje reduce la viabilidad de las semillas que pudieran estar presentes en el estiércol.

Disminuye los riesgos de contaminación y malos olores:

En la mayoría de las granjas, el estiércol es más un pasivo que un activo. Los principales inconvenientes son los olores y la contaminación por nitratos. El compostaje puede potencialmente disminuir estos problemas.

DESVENTAJAS DEL USO DE COMPOST

Entre las principales desventajas que se le atribuyen al compost están:

Las de tipo económico: A la hora de plantearse un compostaje hay que tener en cuenta que este proceso supone una cierta inversión, ya que se necesitan una serie de equipos y a veces unas mínimas instalaciones, si bien es cierto que la mayoría de las operaciones del proceso se pueden realizar con maquinaria existente en cualquier granja.

Las de la disponibilidad de terreno: No hay que olvidar que dentro del proceso de compostaje hay que proveer un terreno para almacenar los materiales de partida, otro para mantener el compost, durante la fase de maduración y otro para almacenar los productos ya terminados, además del espacio dedicado al compostaje propiamente dicho.

Las de tipo climatológico: si el clima es muy frío, el proceso se alarga debido a las bajas temperaturas, e incluso, a veces, se para, debido a la imposibilidad de hacer funcionar los equipos adecuadamente a causa de las heladas y nevadas. Las lluvias excesivas también pueden dar lugar a problemas de encharcamientos y de anaerobiosis si no hay un buen drenaje y una inclinación adecuada del terreno.

Las de tipo medioambiental: estas desventajas se pueden evitar con una buena práctica a la hora de realizar el proceso y con una buena elección del terreno donde se van a almacenar, tanto los materiales iniciales como los compost en fase de maduración, ya que es en este periodo donde hay más peligro de que las pérdidas de nitrógeno, en forma de nitratos, contaminen las aguas subterráneas.

Las de valor fertilizante: en general los compost tienen fama de que su contenido en nitrógeno es muy bajo, pero eso sólo es cierto si a lo largo del proceso ha habido pérdidas debido a una mala práctica. Por otra parte, las cantidades que hay que aplicar de compost son superiores a las que habría que aplicar cuando se usan fertilizantes químicos de síntesis, debido a que en un compost los nutrientes se encuentran en formas muy complejas que necesitan sufrir en el suelo un proceso de mineralización

para ser asimilados por las plantas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la aportación en sucesivas cosechas será menor debido al efecto residual a que da lugar la más lenta liberación de nutrientes.

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis de Investigación

Se determinará el mejor tratamiento (condiciones físicas y composición de materiales orgánicos) para elaborar un abono con un alto contenido nutritivo para el suelo y los cultivos.

2.5.2 Hipótesis Estadísticas

Hipótesis Nula

El desconocimiento de tecnologías apropiadas para la elaboración de abonos orgánicos, no influye en su contenido de nutrientes para el suelo y el cultivo.

Hipótesis Alternativa

El desconocimiento de tecnologías apropiadas para la elaboración de abonos orgánicos, influye en su contenido de nutrientes para el suelo y el cultivo.

2.6 Señalamiento de Variables

Variable Independiente:

Tecnologías apropiadas para la elaboración de abonos orgánicos, a partir de residuos del procesamiento de brócoli.

Variable Dependiente:

Nivel de nutrientes en el producto elaborado a partir de residuos del procesamiento de brócoli.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque de Investigación

La presente investigación será tanto cualitativa como cuantitativa puesto que en el proceso de elaboración del abono orgánico se va a tomar en cuenta varios factores: físicos, químicos y microbiológicos, por lo tanto, se realizan pruebas cuantitativas para determinar los parámetros del abono orgánico, aquí se involucrarán variables de tipo numérico, y también pruebas cualitativas para determinar los criterios del mismo, permitiendo así tener una valoración y calificación del abono que se está elaborando, siempre teniendo en cuenta que las dos deben ir de forma coherente.

3.2 Modalidad Básica de Investigación

La modalidad que se empleará en la investigación será de tipo Bibliográfica – Experimental.

Bibliográfica

La investigación es bibliográfica porque se consultará libros, textos, revistas, internet que facilitarán el desarrollo de la investigación.

Experimental

Es experimental puesto que durante el proceso de elaboración del abono orgánico se realizará un seguimiento a varias características físicas, químicas y microbiológicas en función del tiempo, teniendo en cuenta los factores que requiere el abono para ser elaborado, también se analizará en el producto terminado (mejor tratamiento),

macro y micronutrientes, así como el contenido microbiológico, para determinar la calidad del abono orgánico.

3.3 Nivel o Tipo de Investigación

El tipo de investigación será tanto evaluativa como descriptiva. Evaluativa, porque valora, describe y analiza las distintas partes y cualidades en el proceso de elaboración del abono orgánico, permitiendo determinar la calidad del mismo; y es descriptiva porque se realizan pruebas que permitirán descubrir los mejores parámetros y criterios.

3.4 Recolección de Información, procesamiento, análisis e interpretación

“Las técnicas utilizadas para la recolección de la información serán la observación directa, puesto que se estará en contacto con el objeto de estudio en escenarios y ambientes debidamente preparados y equipados para realizar la investigación que conduzca a la comprobación o rechazo de las hipótesis planteadas.”

3.4.1 Estrategias Procedimentales

El compostaje es un proceso biológico aerobio, que bajo condiciones de aireación, humedad y temperaturas controladas, transforma los residuos orgánicos degradables, en un producto estable e higienizado, aplicable como abono o sustrato, para el cual se seleccionaron los siguientes materiales: desechos de brócoli que es la materia prima, acelerantes como estiércol y EMs. Los sustratos se triturarán y acondicionarán en los espacios establecidos para la elaboración, humedeciéndolos cada cuatro días; se removerán periódicamente para oxigenar el medio y obtener una mayor descomposición. También se registrará diariamente la temperatura; cuya variación se espera, seguirá el típico patrón de este tipo de sistema, con tres fases diferenciadas.

3.4.1.1 Técnicas a Utilizarse

Recolección

Se recolecta la materia prima, proveniente de los desechos del procesamiento del brócoli, sean estas, hojas, tallos o el fruto que lo rechazan.

Preparación de la Materia Prima

Para poder utilizar los desechos del procesamiento de brócoli en el compostaje se procede a disminuir su tamaño, en partículas más pequeñas, aproximadamente cuadritos de 2*2 cm con la finalidad de acelerar el proceso de descomposición.

Secado

En la investigación se procede a realizar el secado con el fin de deshidratar los desechos de brócoli, debido a que por su alta humedad existe el peligro de descomposición inmediata sin tener buenos resultados, pues existirá un lavado de microorganismos y nutrientes beneficiosos para el suelo. Se prueba con dos tipos de secado:

El primero se lo hizo por escurrimiento o eliminación de lixiviados, para ello se tuvo que realizar unos pequeños orificios en el recipiente de compostaje, el secado sin la adición de los demás ingredientes se lo hizo durante 5 días, con la finalidad de eliminar solo el agua que se encuentra en exceso para conservar los nutrientes y microorganismos.

El otro tratamiento de secado se lo realiza con la exposición directa al sol, pero teniendo en cuenta que no existe lixiviación, no se le realizó los orificios, pero si existe un control permanente de las condiciones, de igual

manera que en el caso anterior, no se colocó ningún ingrediente adicional durante los 5 primeros días.

Es importante tener en cuenta que durante estos 5 días (sin agregados), se debe tener un control de aireación.

Adición del Abono

Se añadió el estiércol de vaca y de cuy, en los diferentes tratamientos que tiene la investigación una vez que se haya concluido con el secado, es necesario indicar que la cantidad de agregados, se lo hizo teniendo en cuenta la relación C/N, (30% en relación a la materia prima, desechos de brócoli).

Adición de Aditivos

Los aditivos que se adicionaron fueron la levadura de pan y EMs que son microorganismos que ayudaron en la descomposición, también se adicionó un poco de melaza que sirvió como sustrato para los microorganismos presentes, debido a los nutrientes que tiene la misma y tierra que nos servirá para controlar los valores de Humedad del abono.

Esta adición se lo hizo en forma de capas al igual que la materia prima y el estiércol. Primero extendemos la tierra a lo largo del recipiente de compostaje con una altura de 1cm, seguidamente colocamos la levadura de pan y EMs, esperamos un día y mezclamos todos los ingredientes.

Hidratación

Se lo realizó pasando un día, se adiciona 50 ml de agua para mantener la humedad que el proceso requiere, pero si la humedad no se encuentra dentro de los límites se debe bajar los ml de agua o a su vez no se debe colocar.

En esta etapa se debe tener un seguimiento riguroso de la humedad ya que cuando se empieza a colocar el agua, esta cambia mucho, en los tratamientos de la investigación era alta por lo que se colocó 15 gr de Cal para equilibrar la misma.

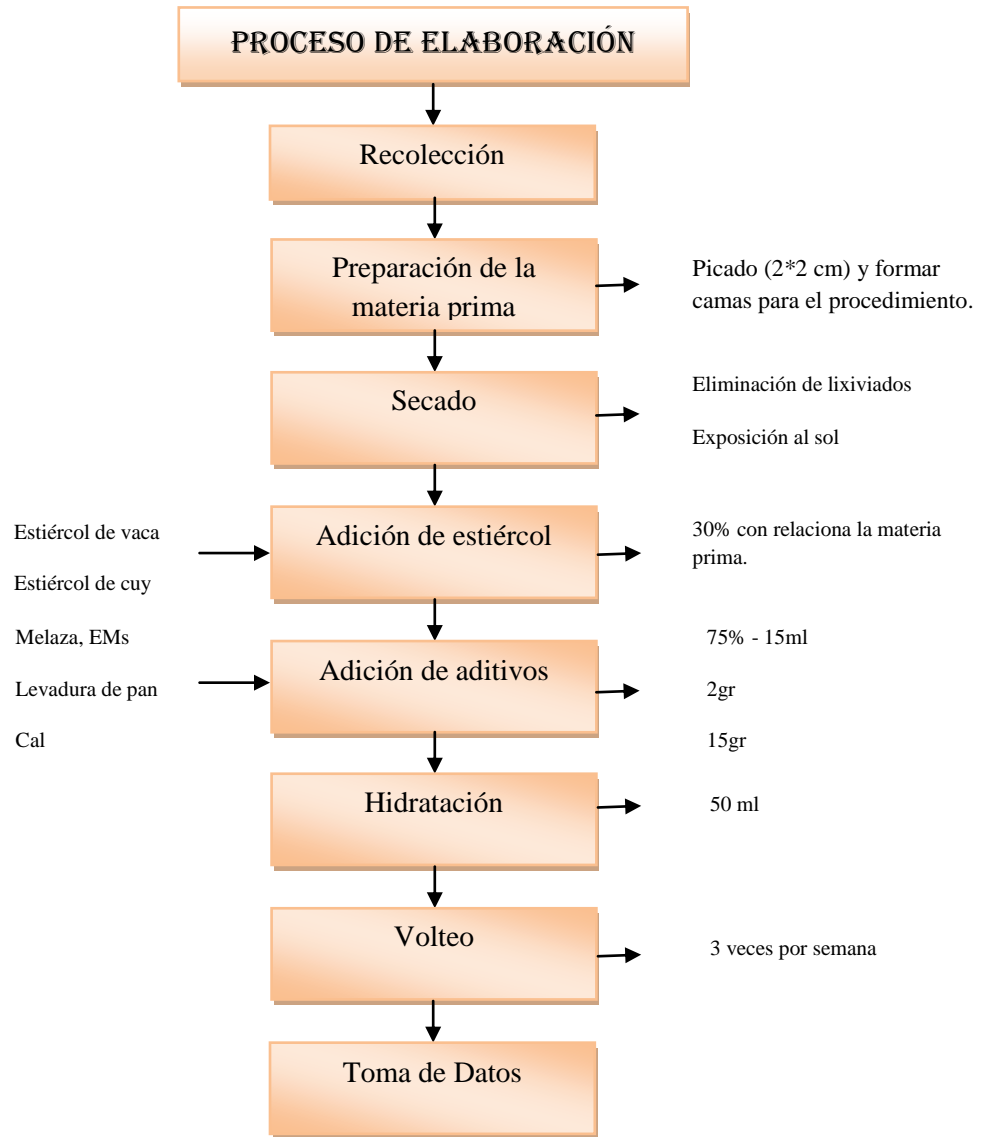
Volteo

El volteo se lo realiza tres veces por semana para que exista presencia de oxígeno, y así mantener un proceso aeróbico.

Toma De Datos

A los tratamientos se tomo lecturas de temperatura, pH, humedad y se realizó el análisis microbiológico, también se controló algunas variables importantes en el proceso como la aireación y textura.

DIAGRAMA 1: Diagrama del proceso de Elaboración del Abono Orgánico



3.4.1.2 Determinación de condiciones

Para la determinación de las condiciones del abono como la temperatura, Humedad, pH, Oxígeno, Relación C/N, Población microbiana se realizó un riguroso seguimiento siendo este químico, físico y microbiológico con las respectivas alícuotas de abono tomadas.

3.4.1.3 Análisis de Parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos

Determinaciones Físico-Químicas

Pruebas Físicas

Para las determinaciones físicas como olor, color, textura se realizó una encuesta a 10 personas indicando los 4 tratamientos de la investigación, para lo cual se diseñó una hoja de preguntas, similar a la de las cataciones, la misma que se puede apreciar en el Anexo A, Tabla 6.

Pruebas Químicas

Se determinó Carbono y Nitrógeno con solución extractante formada por bicarbonato sódico, y posteriormente con una reacción colorimétrica con molibdato de amonio-ácido ascórbico, posteriormente se realizó la medición por espectrofotometría; a diferencia de la materia orgánica que se valorizó por un método volumétrico basado en la oxidación de la materia, debemos mencionar que una muestra del producto obtenido con el mejor tratamiento (a_0b_0), se envió a analizar en un laboratorio externo

La medición del pH se lo realizó por el método potenciométrico, utilizando un pH-metro, tomando alícuotas de los tratamientos cada dos días hasta finalizar con la elaboración.

Los valores de humedad de igual manera fueron tomados cada dos días, mediante la utilización de un Higrómetro y midiendo directamente es decir se midió en el recipiente que se elaboró el abono.

La Temperatura se midió con un termómetro de mercurio y se lo hizo en la capa de compostaje, las lecturas se realizaron pasando un día.

Determinación Microbiológica

La medición microbiológica se realizó mediante el crecimiento y recuento de los microorganismos presentes en el abono para determinar su variedad. Se tomó alícuotas de cada tratamiento, se realizaron diluciones, y luego el aislamiento, obteniéndose valores de UFC y tipo de microorganismos.

El aislamiento de los microorganismos se lo realizó tomado una alícuota de 5g de cada tratamiento, cada una se colocó en 100 ml agua. Estas soluciones son el patrón para realizar diluciones de (1/10; 1/100; 1/1000; 1/10000), se inocula 1 ml de cada dilución en placas con medio de cultivo de Agar Papa Dextrosa; por último se incubó a una temperatura de 28 °C por un tiempo de 8 días.

La determinación de coliformes totales y fecales, se practicaron solo en el mejor tratamiento a₀b₀.

3.4.1.4 Identificación de Nutrientes

Para poder determinar los nutrientes presentes en el abono orgánico se procedió a tomar una alícuota del mejor tratamiento (a₀b₀), las mismas que se mandaron analizar en un laboratorio externo, para determinar todos los micro y macro nutrientes existentes.

3.5 Población y Muestra

La población en la presente investigación vendría a ser las camas de compost o abono orgánico, mientras que las muestras serán pequeñas alícuotas del abono, las mismas que serán tomadas aleatoriamente de las camas con la finalidad de determinar la calidad del abono, y también determinar los parámetros del mismo.

3.6 Diseño Experimental

El diseño experimental a utilizarse en la presente investigación será A x B, teniendo como factores (a: Tipo de abonos) y (b: Tipo de secado) trabajando así con cuatro tratamientos y tres replicas.

FACTORES DE ESTUDIO

Variables

A: Abonos Orgánicos

B: Tipo de Secado

R: Replicas

Niveles

a0: Estiércol de vaca

a2: Estiércol de cuy

b0: secado (escurrimiento)

b1: secado (exposición al sol)

r1: Replica 1

r2: Replica 2

r3: Replica 3

TRATAMIENTOS

Los tratamientos resultantes de los factores de estudio en el desarrollo de la elaboración de un abono orgánico a base de los desechos del procesamiento del Brócoli son:

Tabla 2: Tratamientos de Estudio

Tratamientos		Factores de Estudio	
N°	Codificación	Abono Orgánico	Tipo de secado
1	a ₀ b ₀	Estiércol de vaca	secado (escurrimiento)
2	a ₀ b ₁	Estiércol de vaca	secado (exposición al sol)
3	a ₁ b ₀	Estiércol de cuy	secado (escurrimiento)
4	a ₁ b ₁	Estiércol de cuy	secado (exposición al sol)

Elaborado por: Karina Espinosa

3.7 Operacionalización de Variables

Variable Independiente: Tecnologías apropiadas para la elaboración de abonos orgánicos, a partir de residuos del procesamiento de brócoli

Tabla 3: Operacionalización de Variable Independiente

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas e Instrumentos de recolección de Información
Conjunto de factores que se deben considerar durante el proceso de abonos orgánicos, para obtener un producto con altos niveles de sustancias nutritivas para el suelo y los cultivos.	Proceso	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura - Humedad - pH - Oxígeno - Población microbiana 	¿Cuál son las mejores condiciones para el procesamiento de residuos del procesamiento de brócoli?	Termómetro Higrómetro pH-metro Titulaciones Conteo
	Finanzas	<ul style="list-style-type: none"> - Costo unitario - Punto de equilibrio. - Índices económicos 	¿Es rentable?	Costeos

Elaborado por: Karina Espinosa

Variable Dependiente: Nivel de nutrientes en el producto elaborado a partir de residuos del procesamiento de brócoli

Tabla 4: Operacionalización de Variable Dependiente

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas e Instrumentos de recolección de Información
Parámetros físico-químicos y microbiológicos que caracterizan a un abono orgánico	Físico-Químicas	<ul style="list-style-type: none"> - Carbono orgánico - N mineralizable - Fósforo disponible - Potasio intercambiable - Materia orgánica 	¿Cuáles tratamientos produjeron los mejores resultados?	Por titulaciones
	Microbiológica	<ul style="list-style-type: none"> - Recuento Total - Coliformes Fecales 	¿Es nocivo para la salud humana?	<ul style="list-style-type: none"> - Conteo - Presuntivo
	Identificación de nutrientes	<ul style="list-style-type: none"> - Nitrógeno - Nitritos - Fósforo disponible 	¿Es apto para mejorar el suelo y los cultivos?	<ul style="list-style-type: none"> - Kjeldahl - Solución Saturada de sulfato de Calcio - Burriel

Elaborado por: Karina Espinosa

3.8 Plan de Recolección de Información

La recolección de la información empleada en el presente trabajo de investigación es de dos tipos:

3.8.1 Fuente Primaria

La información se recolectó directamente durante la fase experimental, mediante lectura de datos y análisis físicos-químicos del abono, en el proceso de elaboración del mismo, y en el producto final para poder apreciar su aceptabilidad mediante una encuesta.

La encuesta se realizó con 10 personas, los resultados se recolectaron en un formato que contiene un cuestionario sobre; color, olor, textura y aceptabilidad, con diferentes niveles en las respuestas que el encuestado debe escoger entre: Agrade, ni agrada-ni desagrada, no agrada mucho. Se analizaron los resultados estadísticamente, para determinar el mejor tratamiento.

También se realizaron evaluaciones químicas y microbiológicas.

3.8.2 Fuente Secundaria

Se basa en la información que se pudo recolectar mediante fuentes bibliográficas como libros, artículos, tesis, revistas, e internet.

3.9 Plan del Procesamiento de la Información

Se realizó una revisión de los datos recolectados. Mediante tablas comparativas se determinó la efectividad del abono orgánico. Se tabularon y procesaron los datos

en el programa informático de EXCEL, pero para poder comprobar las hipótesis y determinar el mejor tratamiento, se utilizó el programa INFOSTAT.

Con esta información estamos en condiciones de establecer las respectivas conclusiones y recomendaciones sobre la investigación.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis de los Resultados

Los resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos que se realizaron a los respectivos tratamientos se presentan en el Anexo A, teniendo en cuenta que las en las tablas A1, A2, A3 contienen los datos experimentales de pH, Humedad y temperatura respectivamente, mientras que la tabla A4 contiene los datos de microorganismos, Finalmente tenemos la tabla A5 en donde se presenta los datos de las características físicas del abono.

En el Anexo B se muestra el análisis estadístico efectuado con los datos obtenidos y tabulados en el Anexo A utilizando el programa InfoStat. Aquí determinamos, cual es el mejor tratamiento.

4.2. Interpretación de Datos

4.2.1 Respuestas Experimentales Químicas

4.2.1.1. pH

Al analizar la Tabla A1 del Anexo A, se observan los valores de pH que se reportaron a los 25 días de la elaboración del abono, ya que fue el día en donde el pH alcanzo un nivel optimo, es decir al analizar los 4 tratamientos se puede apreciar que están dentro de un rango de 6 a 8 aproximadamente.

4.2.1.2. Humedad

La humedad que se ha reportado en la Tabla A2 del Anexo A, de igual manera se observan los valores que se reportaron a los 25 días de la elaboración del abono, cabe recalcar que esta humedad siempre dependerá del lugar y las condiciones donde se elabora, observando que los tratamientos se encuentran en rango de 50 a 60 % de Humedad.

4.2.1.3. Macro y Micro Nutrientes

Los macro y micro nutrientes del abono orgánico (mejor tratamiento a₀b₀), se determinaron en un laboratorio externo, los valores se reporta en la Tabla A7, del Anexo A.

4.2.2 Respuestas Experimentales Microbiológicas

La respuesta del análisis microbiológico se lo puede apreciar en la tabla A4 del anexo A, en donde se observa el numero de microorganismos presentes al momento de realizar el conteo respectivo que fueron tomados a los 25 días de elaborado el abono ya que en este tiempo es donde se puede apreciar la mayor cantidad, debido a que las condiciones del medio fueron las correctas tanto de temperatura, pH y humedad permitiendo así que los microorganismos se encuentren en mayor cantidad.

Con respecto a coliformes fecales, el análisis efectuado externamente en el abono con el mejor tratamiento (a₀b₀), indica ausencia de los mismos. Anexo A, Tabla A7.

4.2.3 Respuestas Experimentales Físicas

En la tabla A5 del Anexo A, se reportaron los datos que se obtuvieron luego de realizar una encuesta sobre la textura, color, olor y aceptabilidad del abono donde se contó con 10 encuestados, dando ellos su criterio para poder determinar el mejor tratamiento para cada característica física.

4.3. Análisis del Diseño Experimental

4.3.1 Análisis de las Respuestas Experimentales Químicas

4.3.1.1. pH

El Anexo C, en la Tabla C1 se puede observar la forma en la que se ordenan los datos para ingresarlos al programa InfoStat, teniendo en cuenta las replicas, los tratamientos y la respuesta experimental, en cambio en la Tabla C2 vemos análisis de varianza realizado a la respuesta experimental del pH en donde N es el número de muestras total realizadas 12; R^2 es el coeficiente de determinación y debido a que el valor es cercano a 1 nos indica que hay un ajuste lineal perfecto, esto quiere decir que el 97% de la variación del pH sobre el tipo de secado es explicada por el tipo de abono que se utiliza. El Valor de CV es el coeficiente de variación, el valor que se obtenga debe ser menor que el 10% ya que se está trabajando en condiciones de laboratorio, el valor que se obtuvo es de 2,60 que está dentro del rango, en cambio en la Tabla C3 se reportan los resultados del análisis de varianza, en donde p-valor nos indica que no existe una diferencia significativa tanto para los tratamientos como para las replicas. Para determinar el mejor tratamiento, se procedió a realizar la prueba de Tukey, la misma que se muestra en la tabla C4 del Anexo C, con un nivel de significancia del 0,05 el resultando nos indica que el mejor tratamiento es el a_0b_0 que corresponde al secado por eliminación de lixiviados y compostado con estiércol de vaca.

4.3.1.2. Humedad

El Anexo C, en la Tabla C5 de igual manera se puede observar la forma en la que se ordenan los datos para ingresarlos a InfoStat, Tabla C6 vemos análisis de varianza realizado a la respuesta experimental de la Humedad en donde el coeficiente de determinación es de 91%, indicándonos que la variación de la humedad sobre el tipo de secado es explicada por el tipo de abono que se utiliza. El Valor de CV es de 2,60 que está dentro del rango, en la Tabla C7 se reportan los resultados del análisis de varianza, la misma que determina que no existe una diferencia significativa tanto para los tratamientos como para las replicas, mientras que en la tabla C8 del Anexo C, con un nivel de significancia del 0,05 se aplicó la prueba de Tukey para determinar el mejor tratamiento el mismo que fue a_0b_0 que corresponde al secado por eliminación de lixiviados y compostado con estiércol de vaca, a diferencia de lo que sucede con el tratamiento a_1b_0 que hace referencia al secado con exposición al sol y la utilización del estiércol de vaca que fue el tratamiento que presento los resultados más bajos.

4.3.2 Análisis de las Respuestas Experimentales Microbiológicas

El Anexo C, en la Tabla C9 de igual manera se observa la forma en la que se ordenan los datos para ingresarlos a InfoStat, Tabla C10 vemos análisis de varianza realizado a la respuesta experimental de Microorganismos en donde el coeficiente de determinación es de 82%, indicándonos que la variación de los microorganismos sobre el tipo de secado es explicada por el tipo de estiércol que se utiliza. El Valor de CV es de 9,63 que sigue dentro del rango, en la Tabla C11 se reportan los resultados del análisis de varianza, la misma que determina que no existe una diferencia significativa tanto para los tratamientos como para las replicas, mientras que en la tabla C12 del Anexo C, con un nivel de significancia del 0,05 se aplicó la prueba de Tukey para determinar el mejor tratamiento el mismo que fue a_0b_0 que corresponde al secado por eliminación de lixiviados y

compostado con estiércol de vaca ya que con estos tratamientos se puede obtener la mayor cantidad de microorganismos que son beneficiosos para el suelo a diferencia de lo que sucede con el tratamiento a_1b_1 que hace referencia al secado con exposición al sol y la utilización del estiércol de cuy ya que es el tratamiento que presento los resultados más bajos.

4.3.3 Análisis de las Respuestas Experimentales Físicas

4.3.3.1. Textura

El Anexo C, en la Tabla C13 de igual manera se observa la forma en la que se ordenan los datos para ingresarlos a InfoStat, Tabla C14 vemos análisis de varianza realizado a la respuesta experimental de Textura en donde el coeficiente de determinación es de 82%, indicándonos que la variación de la Textura sobre el tipo de secado es explicada por el tipo de abono que se utiliza. El Valor de CV es de 20,61 que está dentro del rango ya que para pruebas de campo el límite es de 30%, en la Tabla C15 se reportan los resultados del análisis de varianza, la misma que determina que no existe una diferencia significativa en los tratamientos y en las replicas, mientras que en la tabla C16 del Anexo C, con un nivel de significancia del 0,05 se aplicó la prueba de Tukey para determinar el mejor tratamiento el mismo que fue a_0b_0 que corresponde al secado por eliminación de lixiviados y estiércol de vaca, en donde su textura es poco compacta mientras que el peor fue a_1b_1 es decir su textura es muy compacta, es necesario indicar que se evaluó con 3 niveles de textura: poco compactas, compactas y muy compactas, siendo mejor el primer nivel: poco compactas.

4.3.3.2. Olor

El Anexo C, en la Tabla C17 de igual manera se observa la forma en la que se ordenan los datos para ingresarlos a InfoStat, Tabla C18 vemos análisis de varianza realizado a la respuesta experimental de Textura en donde el coeficiente de determinación es de 85%, indicándonos que la variación del Olor sobre el tipo

de secado es explicada por el tipo de abono que se utiliza. El Valor de CV es de 15,89 que está dentro del rango, en la Tabla C19 se reportan los resultados del análisis de varianza, la misma que determina que no existe una diferencia significativa en los tratamientos y en las replicas, mientras que en la tabla C20 del Anexo C, con un nivel de significancia del 0,05% se aplicó la prueba de Tukey para determinar el mejor tratamiento el mismo que fue a0b0 que corresponde al secado por eliminación de lixiviados y compostado con estiércol de vaca, en donde su olor es poco perceptible y similar a la tierra húmeda; mientras que el peor fue a1b1 es decir su olor es muy perceptible, de igual manera se utilizó escalas que se reportan en el Anexo A tabla A5 .

4.3.3.3. Color

El Anexo C, en la Tabla C21 de igual manera se observar la forma en la que se ordenan los datos para ingresarlos a InfoStat, Tabla C22 vemos análisis de varianza realizado a la respuesta experimental de Textura en donde el coeficiente de determinación es de 76%, indicándonos que la variación del Color sobre el tipo de secado es explicada por el tipo de abono que se utiliza. El Valor de CV es de 24,23 que está dentro del rango, en la Tabla C23 se reportan los resultados del análisis de varianza, la misma que determina que no existe una diferencia significativa en los tratamientos y en las replicas, mientras que en la tabla C24 del Anexo C, con un nivel de significancia del 0,05% se aplicó la prueba de Tukey para determinar el mejor tratamiento el mismo que fue a0b0 que corresponde al secado por eliminación de lixiviados y estiércol de vaca, en donde su color es opaco mientras que el peor fue a1b1 es decir su color es claro, de igual manera se utilizo escalas que se reportan en el Anexo A tabla A5 .

4.3.3.4. Aceptabilidad

El Anexo C, en la Tabla C25 de igual manera se observar la forma en la que se ordenan los datos para ingresarlos a InfoStat, Tabla C26 vemos análisis de varianza realizado a la respuesta experimental de Textura en donde el coeficiente

de determinación es de 54%, es decir tiene un ajuste lineal perfecto, indicándonos que la variación de la aceptabilidad sobre el tipo de secado es explicada por el tipo de abono que se utiliza. El Valor de CV es de 23 que está dentro del rango, en la Tabla C27 se reportan los resultados del análisis de varianza, la misma que determina que no existe una diferencia significativa en los tratamientos y en las replicas, mientras que en la tabla C28 del Anexo C, con un nivel de significancia del 0,05% se aplicó la prueba de Tukey para determinar el mejor tratamiento el mismo que fue a₀b₀ que corresponde al secado por eliminación de lixiviados y estiércol de vaca, en donde su aceptabilidad es que agrada mucho a los encuestados mientras que el peor fue a₁b₁ es decir no agrada mucho, de igual manera se utilizó escales que se reportan en el Anexo A tabla A5 .

4.4. Elección del mejor Tratamiento

Una vez analizado todos los diseños experimentales aplicados tanto para las respuestas experimentales químicas, microbiológicas y físicas se puede indicar que el mejor tratamiento para la elaboración del abono orgánico con los desechos del procesamiento del Brócoli es a₀b₀ es decir utilizando estiércol de vaca y con un secado por eliminación de lixiviados. Anexo C tabla C29.

4.5 Verificación De Hipótesis

Luego de aplicar la prueba de comparación Tukey se puede observar que no existe una diferencia significativa por ende se ha rechazado la hipótesis nula que señala que el desconocimiento de tecnologías apropiadas para la elaboración de abonos orgánicos, no influye en el contenido de nutrientes para el suelo y el cultivo.

En consecuencia, se acepta la hipótesis alternativa, que expresa que el desconocimiento de tecnologías apropiadas para la elaboración de abonos orgánicos, si influye en el contenido de nutrientes para el suelo y el cultivo.

4. 6 Estudio Económico A Nivel del Laboratorio.

El estudio económico se realizó sobre el mejor tratamiento que resulta de la investigación, a₀b₀, es decir aquel que se lo sometió a un secado por lixiviación y con la colocación de estiércol de vaca, esto nos permite verificar si es o no rentable la elaboración del mismo. Se determina el costo de producción, el costo de venta y el punto de equilibrio.

Para el cálculo de los costos de producción se detallan todas las inversiones que se realizaron: materiales, equipos, suministros y gastos personales los mismos que se reportan en el Anexo A, Tablas A8, A9, A10, A11 respectivamente. Se determina que el costo de producción para elaborar abono es de 14.45 USD. Tabla A12, del Anexo A.

Luego se determina el precio de venta, para ello primero determinamos el costo unitario (Cu), al que se le agrega una utilidad del 30%:

$$Cu = \frac{\text{costos de producción}}{\text{capacidad de producción}}$$

Obteniéndose que el precio de venta sugerido es de 1.88 USD cada kilo con una utilidad del 30%, estos valores se detallan en la tabla A13 del Anexo A.

Como referencia indicaremos que el precio de venta comercial del compost es de 6-7 USD por Kg

Finalmente se obtuvo el Punto de equilibrio que es de 11.29 USD, Tabla A 14 del Anexo A, en donde se lo calcula con la siguiente expresión:

$$PE(USD) = \frac{\text{Costo Fijo}}{1 - \frac{\text{Costo Variable Total}}{\text{Ingresos Totales}}}$$

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- ❖ Se elaboró un abono orgánico a base de los desechos del procesamiento de brócoli para disminuir la dependencia de productos químicos artificiales, al terminar esta investigación se pudo determinar que los resultados fueron los esperados tanto en los aspectos químicos, físicos y microbiológicos, cabe recalcar que la elaboración de este abono se lo hizo en 30 días. A nivel industrial, el tiempo dependerá mucho del lugar donde se lo elabore ya que las condiciones de proceso no son las mismas.
- ❖ Se determinó que las condiciones óptimas para la elaboración de un abono orgánico, a base de los desechos de brócoli fueron un pH que está en rango de 7,5-8; una humedad de 55%, la utilización de estiércol de vaca debido a su contenido moderado de N, con un secado de eliminación de lixiviados debido a la alta humedad que tienen los desechos de brócoli ayudando así que no exista un lavado de microorganismos.
- ❖ Se analizó las características químicas, físicas y microbiológicas del abono orgánico. El pH obtenido es neutro, este valor asegura el desarrollo de la gran mayoría de microorganismos, no precipitan los nutrientes esenciales del medio. En lo referente a la humedad, podemos indicar que se obtuvo un valor del 55 %, un valor óptimo, que también favorece el crecimiento y la actividad de

microorganismos y además, mantiene las capas de agua facilitando el movimiento y difusión de compuestos solubles.

Los macro y micro nutrientes reportados en el Anexo A, tabla A7 se puede visualizar que los contenidos son beneficiosos para la planta ayudando mucho en su crecimiento.

- ❖ En referencia a las variables físicas, los encuestados determinan: una textura poco compacta que permite el paso de los compuestos solubles, olor poco perceptible, similar a la tierra húmeda, mientras que el color fue opaco (marrón oscuro). En sí el abono que la gente escogió fue el que corresponde al tratamiento a_0b_0 .
- ❖ En las pruebas microbiológicas se identificó que el mejor tratamiento (a_0b_0) contiene la mayor cantidad de microorganismos, entre ellos Bacterias, Hongos y Actinomicetes, también se puede destacar que el abono orgánico no tiene coliformes fecales es decir este producto es apto para aplicación directa al suelo.
- ❖ En la presente investigación se pudo determinar que si es posible elaborar un abono orgánico a base de los desechos de brócoli. Luego de analizar cada una de las variables de proceso y de control de calidad, se logra identificar el mejor tratamiento para procesar abono orgánico, a_0b_0 , es decir, secado por lixiviación y la utilización de estiércol de vaca; a diferencia que el peor fue a_1b_1 que corresponde al secado con exposición al sol y uso de estiércol de cuy. Indicaremos que el sol provoca la disminución de microorganismos por efecto de los rayos UV, además influye sobre la temperatura, humedad y pH.

- ❖ En si el abono obtenido se puede considerar apto para ser utilizado en el suelo, ya que existe un número significativo de microorganismos beneficiosos que permiten a su vez la recuperación de microorganismos en los suelos. Así mismo, al comparar el contenido microbiano del abono obtenido con los desechos de brócoli y el compost elaborado con desechos urbanos, podemos decir que es de buena calidad, como se puede observar en el anexo A, tabla A 16.

- ❖ En base a los análisis estadísticos (Anexo C), se puede apreciar que no existió una diferencia significativa en lo experimental, pero si existió una diferencia mínima en lo estadístico, es decir que al aplicar la prueba Tukey con un nivel de significancia del 5% los tratamientos no presentan una gran diferencia, pero si es visible que el mejor tratamiento es a₀b₀, secado por lixiviación y la utilización de estiércol de vaca, a diferencia del a₁b₁ que fue el tratamiento que presentó resultados no esperados y es el Secado por exposición al sol y estiércol de cuy.

5.2 Recomendaciones

- ❖ La aplicación constante de abonos orgánicos en áreas pobres para facilitar el crecimiento de los microorganismos hasta obtener un equilibrio.

- ❖ El momento en que la humedad sea mayor a un 55%, se recomienda colocar un poco más de tierra, la humedad tiende a incrementarse debido al agua propia del brócoli, es por eso que los primeros días que es proceso de descomposición se debe tener mucho cuidado porque se puede llegar a una etapa de putrefacción en donde morirían los microorganismos y sería e imposible recuperarlos, también se ven afectados los nutrientes que contiene el abono orgánico.

- ❖ En lo referente al pH se recomienda colocar un poco de cal, si el pH es bajo (es decir ácido); Un sistema ácido, con bajos valores de pH, inhibe o precipita los nutrientes del medio, de igual manera bloquea el crecimiento de microorganismos esenciales que como se puede apreciar son la parte fundamental para elaborar el abono.

- ❖ Una alternativa para la utilización de los lixiviados obtenidos del compostaje del brócoli sería la implementación de lagunas artificiales, ya que una vez analizados todos los componentes de los lixiviados se pueden tratarlos ya que sus característica de contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, presencia de patógenos, sustancias tóxicas como metales pesados y constituyentes orgánicos no son dañinos para el suelo, agua y planta, además este proceso presenta una gran ventaja en lo referente a la simplicidad en la operación y los costos son reducidos en comparación con otras alternativas.

- ❖ También se puede decir que una vez realizado el proceso de obtención del abono orgánico este es aplicable al suelo ya que el contenido de los desechos de brócoli no son perjudiciales tanto para la planta como para el suelo debido a que no contienen productos químicos dañinos, lo que si contienen los desechos son macro y micro nutrientes.

- ❖ La aplicación de abono orgánico obtenido en la investigación puede hacerse en suelos alcalinos esto referente al pH obtenido del abono.

- ❖ Es importante mencionar que a la hora de hacer la investigación por falta de tiempo, no se pudo llegar a comprobar la disminución de productos químicos artificiales con la aplicación del abono obtenido.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1. Datos Informativos

- **Título:** Evaluar la calidad del compost en un proceso de recuperación del suelo.
- **Unidad Ejecutora:** Universidad Técnica de Ambato (UTA), a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos (FCIAL) y Laboratorios.
- **Beneficiario:** Estudiantes de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos
- **Director del Proyecto:** Ing. Edwin Santamaría.
- **Personal Operativo:** Egda. Karina Elizabeth Espinosa Jacho.
- **Tiempo de Duración:** Cuatro meses.
- **Lugar de Ejecución:** Laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.
- **Costo:** 350,00 \$.

6.2. Antecedentes de la propuesta

La contaminación en los suelos provoca su degradación, especialmente cuando en el suelo se depositan de forma voluntaria o accidental, diversos productos como papel, vidrio, plástico, materia orgánica, materia fecal, solventes, plaguicidas, residuos peligrosos o sustancias radioactivas y los residuos sólidos que pueden ser degradables o no degradables y otros, los cuales afectan de manera directa las características físicas, químicas y sobre todo biológicas del suelo, desencadenando con ello innumerables efectos sobre los seres vivos (LLOVET, 2006).

El abandono y las excesivas prácticas agrícolas provocan también su degradación y por consecuencia, un cambio en la calidad microbiológica y la productividad del suelo. En la superficie de la mayoría de suelos se observan restos que tienen una mínima degradación, lo que provoca un crecimiento lento en las plantas nativas que se utilizan para reforestar y una disminución en la cantidad de microorganismos propios del suelo, que deben adaptarse a estas condiciones para sobrevivir.

Al verse afectada la calidad microbiológica del suelo, es evidente observar alteraciones en la evolución de la materia orgánica, edificación, fijación del nitrógeno, la capacidad de almacenamiento de carbono y la calidad ambiental.

Al encontrarse el suelo deteriorado es necesario el añadir más cantidad de abonos orgánicos para poder recuperar su productividad (FAO, 2008). Como se considera al compost un abono orgánico, y es utilizado en el suelo como fertilizante, diremos que el proceso de compostaje debe realizarse según las normas estándar.

Independiente del origen de los residuos y la tecnología aplicada en el proceso de producción del compost, debemos tener en cuenta que se deben cumplir normas de calidad, para evitar la producción de plagas y enfermedades a las plantas, animales y el hombre (CARRY, 1999).

El compost, específicamente, suele ser utilizado como el mejorador de algunas propiedades físicas, químicas y biológicas; es decir, la recuperación de suelos degradados y superficie alteradas. La aplicación del compost en los suelos degradado aumenta la población microbiana existente, responsable de la mineralización de materia orgánica y liberación de nutrientes esenciales como N, P, C, por ende la producción de sustancias biológicas activas útiles para mejorar y promover el desarrollo especialmente de la vegetación existente (CARILLO, 2007).

6.3. Justificación

En el Ecuador existe mucho la degradación de los suelos agrícolas, parques y áreas verdes lo que es considerado entre los problemas ambientales más serios del país (BYERS, 1991); este problema es causado por factores contaminantes, como la basura, agentes químicos y otros; reflejándose de forma directa sobre la degradación de la vegetación, de forma especial en la disminución o desaparición de la flora microbiana del suelo.

Con esta investigación lo que se busca es la aplicación de la biotecnología ambiental y el estudio de los microorganismos, por medio de las técnicas como la microbiología, junto con metodologías y aplicaciones biotecnológicas que son herramientas que permiten establecer o desarrollar métodos y mecanismos para mejorar la calidad de los suelos que presentan contaminación o alguna alteración biológica.

En la actualidad, los factores biológicos se han convertido en importantes instrumentos para valorar el manejo de los suelos, se acepta que la actividad de los microorganismos, no solo es un factor clave de la fertilidad del suelo, sino también de sensibilidad frente a procesos no deseables como la contaminación (ACUÑA, 2005).

Los microorganismos del suelo como las bacterias, hongos y actinomicetos son responsables de transformaciones bioquímicas y de la intervención en el

aprovechamiento de nutrientes, la solubilización y absorción de iones; características que la aplicación de abono debe retribuir al suelo, cuando se lo aplica para mejorar en calidad. Todos estos procesos pueden ser evaluados a partir de las determinaciones de la biomasa microbiana, su actividad metabólica y el conteo de las poblaciones microbianas del suelo y el compost.

La importancia de iniciar con esta investigación, es que permita cuantificar la población microbiana en suelos que presentan un grado de contaminación como basura, insecticidas etc. Y se lo realizará sobre la población microbiana como indicador de la calidad del suelo y del compost. Además de ser una fuente para establecer estrategias directas e indirectas para determinar el potencial de degradación en un suelo contaminado y proponer técnicas de remediación, en los mismos.

6.4. Objetivos

6.4.1 Objetivo General

Determinar la calidad microbiológica del suelo y del compost en un proceso de recuperación de suelos desgastados.

6.4.2 Objetivos Específicos

- ❖ Aislar e identificar hongos, bacterias y actinomicetes, del suelo y del compost.
- ❖ Analizar si las condiciones de aislamiento son las óptimas.
- ❖ Realizar un recuento de hongos, bacterias y actinomicetes del suelo y del compost.

- ❖ Comparar el tipo y número de hongos, bacterias y actinomicetes presentes en el suelo y en el compost.
- ❖ Determinar si la calidad del compost permite tener una recuperación adecuada y rápida del suelo.

6.5. Análisis de Factibilidad

El análisis de factibilidad de la investigación nos indica que es posible aplicar los resultados a nivel industrial, ya que en los aspectos tanto tecnológicos como económicos, si se podrá realizar la valoración microbiológica del compost y del suelo determinando su calidad, constituyendo un aporte valioso para la recuperación del suelo.

Al determinar la calidad microbiológica del compost, sería de gran utilidad para la recuperación de los suelos desgastados ya que de esta manera se podrá contrarrestar la contaminación de los mismos, por la actividad que desempeñarán los microorganismos presentes en el compost.

6.6. Fundamentación

El suelo constituye un sistema complejo que alberga una gran riqueza de microorganismos, los cuales establecen relaciones muy variadas y contribuyen a conformar las características propias del suelo, participan en los ciclos del carbono, nitrógeno, oxígeno, azufre, fósforo, hierro y otros metales; aportan a la fertilidad del suelo y a la degradación de compuestos. Además, el crecimiento de la vegetación está condicionado por una amplia gama de microorganismos que viven en el suelo y que se encuentran también alrededor de las raíces (GRANT, 1999).

La población de microorganismos es uno de los parámetros que busca establecer estándares de calidad para el recurso suelo, por ser sensibles a los cambios generados por su uso (CERÓN, 2005).

El número y variedad de organismos del suelo también está relacionado con la aparición y control de enfermedades en los vegetales; ya que existe una alteración del equilibrio natural por la manipulación inadecuada de los suelos, condiciona el surgimiento de fitopatógenos y la disminución de microorganismos benéficos. La evaluación de las poblaciones biológicas permite reconocer el estado nutricional y de salubridad de un suelo, por lo que se lo considera un excelente indicador ambiental (ASTER, 2004).

Los microorganismos presentes en el compost o abono orgánico son los componentes más importantes y constituyen su parte viva, son los responsables de la dinámica de transformación y desarrollo del suelo. Entre los microorganismos presentes están bacterias, actinomicetos y hongos (ALEXANDER, 1980).

Entre las funciones más importantes que cumplen asociadamente en los procesos de transformación están:

- ❖ Suministro directo de nutrientes (fijación de nitrógeno).
- ❖ Transformación de compuestos orgánicos que la planta no puede tomar a formas inorgánicas que si pueden ser asimiladas (mineralización); como proteínas hasta aminoácidos y nitratos.
- ❖ Solubilización de compuestos inorgánicos (fosfato tri-cálcico a fosfato mono-cálcico) para facilitar la absorción por las plantas.
- ❖ Cambios químicos en compuestos inorgánicos debido a procesos de oxidación y reducción.

- ❖ Aumento del desarrollo radicular en la planta que mejora la asimilación de nutrientes, la capacidad de campo y el desarrollo.

En si los microorganismos van a cumplir su actividad en la superficie del suelo hasta unos 20 centímetros de profundidad, estos se debe a que permanecen adheridas a las partículas del compost y a las raíces de las plantas que les suministran sustancias orgánicas, que sirven de alimento y estimulación en su reproducción, por lo tanto, mientras algunos microorganismos actúan sobre un substrato, otros se desarrollan en los productos de la transformación.

La población microbiana es la que proporciona nutrientes de forma permanente para que el suelo sea fértil y pueda alcanzar un balance que permita el desarrollo ambiental.

6.7. Metodología.

Para poder desarrollar la investigación sobre la calidad del abono orgánico en la regeneración o recuperación del suelo mediante la evaluación de la calidad del compost se seguirá el siguiente modelo operativo:

Tabla 5. Modo Operativo

Fases	Metas	Actividades	Responsables	Recursos	Presupuesto	Tiempo
Formulación	Evaluar las bondades del compost en un proceso de recuperación del suelo.	Investigación Bibliográfica	Investigador	Humanos Económicos	100 dólares	2 meses
Desarrollo	Pormenores de la propuesta	Realización de los análisis preliminares de la calidad del compost	Investigador	Humanos Económicos Tecnológicos	200 dólares	2 meses
Ejecución	Puesta en marcha de la propuesta	Aplicación del compost para la recuperación de los suelos	Investigador	Humanos Tecnológicos Económicos	300 dólares	1 mes
Valoración	Comprobación de la calidad del suelo	Verificación de los análisis microbiológicos en la recuperación del suelo.	Investigador	Humanos Tecnológicos Económicos	300 dólares	1 mes

Elaborado por: Karina Espinosa

6.8. Administración

Para realizar la ejecución de la propuesta, estará dirigida por los responsables del proyecto Egda. Karina Espinosa y el Ing. Edwin Santamaría para lo cual se debe tener en cuenta varios aspectos como:

❖ **Indicadores a Mejorar**

Lo que se busca mejor es el contenido microbiológico del suelo a través de la adición del compost.

❖ **Situación Actual**

En la actualidad existen métodos de compostaje artesanal, que no involucra el análisis microbiológico el cual permite determinar una buena calidad del mismo, debido a los altos costo.

❖ **Resultados esperados**

Los resultados que se espera al momento de desarrollar esta propuesta, es el enriquecimiento que tendrá el suelo por la aplicación del abono orgánico o compost, debido al seguimiento que se dará al momento de determinar la calidad del compost mejorando así la calidad del suelo, por ende existirá mayor productividad a menor tiempo.

❖ **Actividades**

Con la propuesta establecida se podrá determinar la calidad del compost, como también se podrá regenerar todos aquellos suelos deteriorados ya sea por la contaminación o por la utilización excesiva de productos tóxicos como plaguicidas, insecticidas, etc.

Finalmente se podrá también establecer un método confiable para obtener abonos de buena calidad.

❖ **Responsables**

Los responsables para que la ejecución de esta propuesta sea viable son:

Egda Karina Espinosa, Ing. Edwin Santamaría

6.9. Previsión de la Evaluación

Tabla 6. Previsión de la Evaluación

Preguntas Básicas	Explicación
¿Quiénes solicitan evaluar?	Personas que requieren enriquecer su suelo desgastado. Sector Agrícola y Científico.
¿Por qué evaluar?	Determinar un método adecuado de la calidad del compost.
¿Para qué evaluar?	Mejoramiento de suelos Incrementar la carga microbiana del compost
¿Qué evaluar?	Método a utilizarse. Materias primas. Datos obtenidos
¿Quién evalúa?	Director del proyecto. Tutor. Calificadores.
¿Cuándo evaluar?	Evaluar una vez se hayan aprobado las pruebas preliminares, hasta los análisis finales de comparación de calidad.
¿Cómo evaluar?	Mediante técnicas de evaluación.
¿Con qué evaluar?	Instrumentación adecuada Método establecido

Elaborado por: Karina Espinosa

BIBLIOGRAFIA

- **ACUÑA, O. (2005).** La importancia de los microorganismos en la calidad y salud de suelos. Centro de Investigaciones Agronómicas – Universidad de Costa Rica.
- **ALEXANDER, M. (1961).** “Introducción a la Microbiología”. New York, USA. Wiley. pág. 472
- **AÑEZ, B (2003).** Respuestas de abonos a la fertilización química y orgánica. Revista Forest Venezuela pág. 73-82.
-
- **ASTER, M. (2002).** Derivación de indicadores de calidad de suelo en el contexto de la agricultura sostenible .Agro-ciencia Vol.36 .Texcoco –México. pp. 605-620.
- **BARBOZA, V. (2003).** Abonos verdes, Valencia - España, págs: 57-80.
- **BYERS, W (1991).**The use and conservation of nature resource in the Andes of southern Ecuador. In Mountain Research and Development.pag 37-55.
- **BENAVENTE, C. (2000).** Manejo orgánico, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Madrid- España, pág. H2-H5.
- **BUENO, Marino (2004).** Cómo hacer buen compost, “Nuevas técnicas Ecológicas”, México-DF, pág. 56-78.

- **BRODIE, H. GOUIN, F. y CARR, L. (1994).** What makes a good compost- “Como hacer un Buen Compost”. Bio Cycle Journal of Waste Recycling. Pág. 66-68.
- **CARIELLO, M. (2007).** Inoculante de microorganismos endógenos para acelerar el proceso compostaje de residuos sólidos urbanos. R.C. Suelo Nutr.Veg.7 . Paraná- Argentina, pp. 25-29
- **CERÓN, L. (2005).** Enzimas del Suelo: Indicadores de salud y calidad. Vol.10 Acta Biológica Colombiana. Bogotá – Colombia. Pp. 32-35
- **CONTRERAS, A. (1996).** Efecto de la adición de nitrógeno y cenizas en el proceso de compostaje de una mezcla de cortezas de especies nativas, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. pág. 73.
- **DE CARLO, E (2001).** Estudio de la población microbiana en las etapas iniciales del compostaje. Revista Ceres. pp. 48-280.
- **ECHEVERRÍA, P (2006).** Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Ediciones INTA. Buenos Aires-Argentina. Pág. 69-97.
- **ESTRADA, I. (2006).** La valorización del compost. Proyecto Biometanización, Valorización de los residuos a través de la producción de Biogás. Biomasa Peninsular. Madrid- España.
- **GARCIA, C. (1991).** Compostaje de la fracción orgánica de un residuo sólido urbano - Evolución de su contenido en diversas fracciones de metales pesados en el suelo, Chile-Santiago, pág. 4-13.

- **GRANT W. (1989).** Microbiología Ambiental. Editorial Acribia, S.A. Madrid- España. pp. 189-195.
- **GUERRERO, A. (1996).** El suelo, los bonos y la fertilización de los cultivos. Madrid, España, Mundiprensa. pág. 206
- **KEELEY, G. (1988).** The use of aerobic thermophilic composting for the stabilization of primary waste solids. “El uso de un compost aeróbico para la estabilización de los desechos sólidos”. Londres. pp. 120- 131.
- **LE BLANC, F. (2000).** Evaluación de los efectos del compost, Tesis (Ingeniero Agrónomo), Santiago-Chile, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 48p.
- **LLOVET, J. (2006).** Degradación del suelo posterior al fuego en condiciones mediterráneas. Ecosistema. Vol.36. España.
- **LÓPEZ, G. (1975).** Basura urbana, recogida, eliminación y reciclaje. Barcelona-España; Editores Técnicos Asociados, pág. 295.
- **MENDEZ, H. (1997).** Evaluación de cuatro tratamientos para la compostización de aserrín de *Pinus radiata*. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. pág. 99
- **MONJE, G. (1994).** Evaluación de la contaminación ambiental, El relleno sanitario y la producción de compost. En Tesis para optar el título de Ingeniero Químico, UNMSM, Lima, pág. 65.

- **NRAES, (1992).** Natural Resource, Agriculture And Engineering Service, On-Farm composting handbook. “Manual de Compostaje” . pág.187.
- **OPS, (1999).**Organización Panamericana De La Salud, Manual para la elaboración de compost: Bases conceptuales y procedimientos. <http://www.ops.org.uy/pdf/compost.pdf>.
- **PUCHADES, J. (2001).** Empleo de cubiertas vegetales. Valencia - España, págs: 126 149.
- **RAGGI, R. (1990).** Importancia de la materia orgánica en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, editor Croveto, Panamá, pp. 254-259.
- **RODALE, R. (1978).** Resumen del libro “how to grow vegetable and fruit by the organic method” - “Como crecer vegetales y frutas por un método orgánico”. New York, Rodale, Pág. 6p.
- **ROSELL, R. (1990).** “Dinámica de la materia orgánica edáfica”, Microbiología, Temuco, pp. 1-17
- **ROTONDO, R; (2009);** Facultad de Ciencias Agrarias; “Abono Orgánico”, pp. 23-27. PDF
- **STOFELLA, M. (2004).** Utilización de compost en los sistemas de cultivo hortícola. Grupo Mundi-Prensa .España. p.p 95-97 y 287-290.

- **VARNERO, M. (1991).** Manejo de suelo en frutales. Santiago, Universidad de Chile, publicaciones misceláneas agrícolas, pp. 20-40.
- **VELASTEGUÍ, R; (2005).** “Preparación de Abonos Orgánicos”; Editorial Agro-Express; Quito; pp. 116-119
- **VENEGAS, R. (1997).** Desarrollo de sustratos activos para la protección de las plántulas hortícolas, forestales. Santiago, Rosario, pág. 39
- **VIDAL.G (1997).** El efecto real de los residuos agroindustriales sobre el medio ambiente, Universidad Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador.

ANEXO A

RESPUESTAS

EXPERIMENTALES

Dentro de las respuestas experimentales que se pudo obtener son:

- Respuestas Experimentales Químicas

Tabla A1: Datos experimentales de pH en el día 25

Datos de pH en día 25			
	R1	R2	R3
a0b0	7,5	7,8	7,8
a0b1	6,5	6,8	6,4
a1b0	6,2	6	6,3
a1b1	5,7	6	5,9

Fuente: Laboratorio del Instituto Tecnológicos Superior Simón Rodríguez (ITSSR)

Elaborado por: Karina Espinosa

Tabla A2: Datos experimentales de De la Humedad en el día 25

Datos de Humedad en día 25 (%)			
	R1	R2	R3
a0b0	50	55	53
a0b1	52	55	55
a1b0	59	62	60
a1b1	58	57	60

Fuente: Laboratorio del Instituto Tecnológicos Superior Simón Rodríguez (ITSSR)

Elaborado por: Karina Espinosa

Tabla A3: Datos experimentales de la Temperatura durante el proceso de compostaje.

Datos de Temperatura				
Días	a0b0	a0b1	a1b0	a1b1
0	15	16	18	17
3	58	56	65	55
6	47	48	60	43
9	50	49	58	45
12	55	54	59	46
15	27	25	35	20
18	24	26	38	21
21	14	13	20	12
24	22	20	22	18
27	18	17	18	18
30	17	16	17	15

Fuente: Laboratorio del Instituto Tecnológicos Superior Simón Rodríguez (ITSSR)

Elaborado por: Karina Espinosa

Tabla A4: Datos experimentales de los Microorganismos (Actinomicetes, Hongos, y Bacterias) en el día 25

Datos de UFC en día 25			
	R1	R2	R3
a0b0	62	58	60
a0b1	50	53	52
a1b0	45	51	48
a1b1	31	50	42

Fuente: Laboratorio de Microbiología

Elaborado por: Karina Espinosa

Tabla A5: Datos experimentales de Propiedades Físicas

CARACTERISTICAS	TRATAMIENTOS	ENCUESTADOS									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	XI	X
TEXTURA	(a0b0) = 100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	(a0b1) = 101	2	1	2	1	2	2	1	2	2	2
	(a1b0) = 103	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3
	(a1b1) = 104	3	3	2	2	3	2	3	2	3	2
OLOR	(a0b0) = 100	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1
	(a0b1) = 101	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	(a1b0) = 103	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3
	(a1b1) = 104	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3
COLOR	(a0b0) = 100	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
	(a0b1) = 101	2	1	2	2	1	1	2	1	2	1
	(a1b0) = 103	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3
	(a1b1) = 104	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2
ACEPTABILIDAD	(a0b0) = 100	3	2	2	3	3	2	3	3	2	2
	(a0b1) = 101	3	3	2	2	2	2	3	2	3	2
	(a1b0) = 103	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	(a1b1) = 104	1	1	2	1	2	1	1	2	2	2

Elaborado por: Karina Espinosa

Tabla A6: Hoja de encuesta para las características físicas

CARACTERISTICAS	ALTERNATIVAS	100	101	102	103
Textura	1. Poco Compacta				
	2. Compacta				
	3. Muy Compacta				
OLOR	1. Poco Perceptible				
	2. Característico				
	3. Muy Perceptible				
COLOR	1. Opaco				
	2. Característico				
	3. Claro				
ACEPTABILIDAD	1. Desagrada				
	2. Ni Agrada Ni desagrada				
	3. Agrada				

Elaborado por: Karina Espinosa

Nota: Para la toma de datos en la presente encuesta se tuvo de referencia a los cuatro tratamientos pero es importante recalcar para determinar la textura se aplico escalas en donde:

Poco compacta: se refiere a que la textura es similar a un suelo arenoso.

Compacta: se refiere a que la textura es rígida o dura.

Muy compacta: se refiere a que la textura es bien dura.

Referente al Olor:

Poco perceptible: No se percibe el olor de los componentes de abono si no un olor similar a tierra húmeda.

Característico: Presenta un olor a Tierra Húmeda

Muy perceptible Presencia de olores a estiércol de vaca o cuy o demás componentes.

Referente al color:

Claro: Presenta un color marrón o gris

Característico: Presenta un color Café

Opaco: Color verdusco.

Tabla A7: Datos del contenido de Nutrientes

Características del Abono	Contenido
Carbono Orgánico	24%
Nitrógeno Orgánico	2,36%
Fosforo Soluble	230ppm
NO3	655ppm
Conductividad Eléctrica	5,4ds/m
Coliformes	ND
Microorganismos	57UFC
Potasio (K)	0,92%
Calcio (Ca)	9,85%
Magnesio (Mg)	1,55%
Hierro (Fe)	2,63%
Manganeso (Mg)	0,007%
Cobre (Cu)	0,004%
Zinc (Zn)	0,001%

Elaborado por: Laboratorios de la Escuela Politécnica Nacional

Estudio Económico

- Datos para determinar el Costo de Producción

Tabla A8: Gastos de Materiales Directos e Indirectos.

Material	Unidad	Cantidad	Valor Unitario. (\$)	Valor Total (\$)
Desechos de Brócoli	Kg	5	0,75	3,75
Estiércol de vaca	Kg	2	0,25	0,50
Estiércol de cuy	Kg	2	0,25	0,50
Tierra	Kg	3	0,25	0,75
Cal	Kg	1	0,4	0,4
Levadura de pan	Fundas	5	0,3	1,50
Melaza	ml	50	0,01	0,50
			TOTAL (\$)	7,90

Elaborado por: Karina Espinosa

Tabla A9: Gastos de Equipos.

Equipo	Costo (\$)	Vida útil (años)	Costo Hora (\$)	Horas utilizadas	Costo por uso (\$)
Balanza de precisión electrónica	590	10	0,03	0,3	0,01
Incubadora	2000	10	0,10	4,0	0,40
pH – metro	800	10	0,040	1,2	0,048
Termómetro	70	10	0,00	1,2	0,004
Higrómetro	200	10	0,010	1,2	0,012
Recipiente	50	5	0,005	12,0	0,060
				TOTAL (\$)	0,53

Elaborado por: Karina Espinosa

Tabla A10: Gastos de Suministros.

Servicios	Unidad	Consumo	Valor Unitario. (\$)	Valor Total (\$)
Agua	lt	5 lt	0,0032	0,016
			TOTAL (\$)	0,016

Elaborado por: Karina Espinosa

Tabla A11: Gastos del Personal.

Personas	Sueldo	Costo día (\$)	Costo Hora (\$)	Horas utilizadas	Total (\$)
1	240	12	1.50	4	6,00
				TOTAL (\$)	6,00

Elaborado por: Karina Espinosa

Tabla A12: Costos de Producción

1. Materiales directos e indirectos	7,90
2. Equipos	0,53
3. Suministros	0,016
4. Personal	6,00
TOTAL (\$)	14,443

Elaborado por: Karina Espinosa

Nota: El costo total de producción es la sumatoria de los gastos realizados en los materiales, equipos, suministros y gastos personales.

Tabla A13: Costos de Venta

Capacidad de producción	10 Kilos
Costo unitario	1,44
Precio de venta (30% utilidad)	1,88
Ingresos totales	18,78

Elaborado por: Karina Espinosa

Tabla A14: Determinación del Punto de Equilibrio

Descripción	Costo fijo (\$)	Costo Variable (\$)
Materiales		7,90
Equipos	0,53	
Suministros		0.016
Personal	6,00	
SUBTOTAL	6,53	7,916
TOTAL	14,45	
PUNTO DE EQUILIBRIO (USD)	11,29	

Elaborado por: Karina Espinosa

Tabla A14: Comparación de Contenido de Nutrientes

Abono con desechos de Brócoli		Abono con desechos Orgánicos	
Características del Abono	Contenido	Características del Abono	Contenido
Carbono Orgánico	24%	Carbono Orgánico	22%
Nitrógeno Orgánico	2,36%	Nitrógeno Orgánico	2,23%
Fosforo Soluble	230ppm	Fosforo Soluble	630ppm
NO3	655ppm	NO3	1856ppm
Conductividad Eléctrica	5,4ds/m	Conductividad Eléctrica	4,9ds/m
Coliformes	ND	Cenizas	39,25%
Microorganismos	57UFC	Potasio	0,45%
Potasio (K)	0,92%	Calcio	6,93%
Calcio (Ca)	9,85%	Hierro	3,04%
Magnesio (Mg)	1,55%	Fuente: Trabajo reportado en República Dominicana	
Hierro (Fe)	2,63%		
Manganeso (Mg)	0,01%		
Cobre (Cu)	0,00%		
Zinc (Zn)	0,00%		

Fuente: Laboratorios de la
Escuela Politécnica Nacional

Nota: Al analizar los contenidos podemos decir que si existe un abono de calidad a base de los desechos de Brócoli.

ANEXO B

FOTOGRAFIAS

- Proceso inicial de la elaboración del abono orgánico

Foto 1: Materia Prima (Brócoli)



Foto2: Preparación para el secado Primer tratamiento



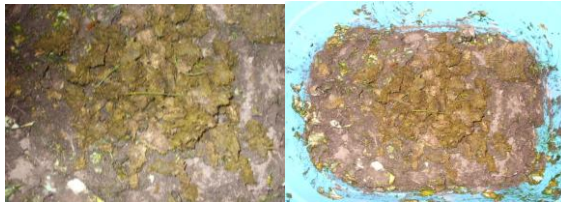
Expuestos directamente al sol

Foto3: Preparación para el secado del segundo tratamiento



Lixiviación

Foto4: Adición de Estiércol de vaca.



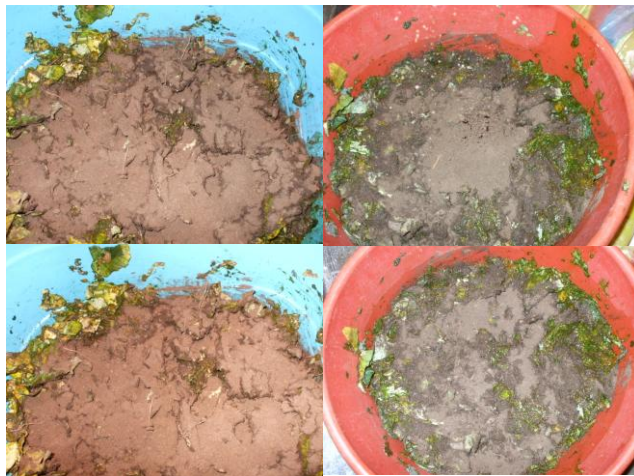
Tratamientos de exposición al sol y adición de estiércol de vaca

Foto5: Adición de Estiércol de cuy.



Tratamientos por lixiviación y adición de estiércol de cuy.

Foto 6: Adición de Aditivos y tierra



ANEXO C

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Tabla C1: Valores de pH a ingresar en el programa InfoStat.

Réplicas	Tipo de Secado	Abono	Ph
I	a0	b0	7,5
I	a0	b1	6,5
I	a1	b0	6,2
I	a1	b1	5,7
II	a0	b0	7,8
II	a0	b1	6,8
II	a1	b0	6
II	a1	b1	6
III	a0	b0	7,8
III	a0	b1	6,4
III	a1	b0	6,3
III	a1	b1	5,9

Elaborado por: Karina Espinosa

Tabla C2: Tabla de Análisis de Varianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	12	0,97	0,95	2,60

Tabla C3: Cuadro de Análisis de Varianza.

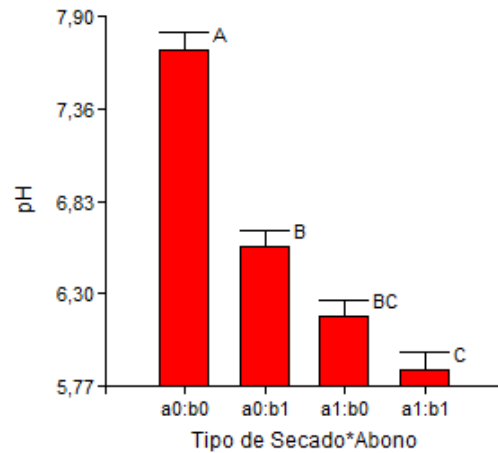
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,87	5	1,17	40,23	0,0002
Tipo de Secado	3,74	1	3,74	128,26	<0,0001
Abono	1,54	1	1,54	52,83	0,0003
réplicas	0,06	2	0,03	1,11	0,3877
Tipo de Secado*Abono	0,52	1	0,52	17,86	0,0055
Error	0,18	6	0,03		
Total	6,04	11			

Tabla C4: Prueba de Tukey

Error: 0,0292 gl: 6

Tipo de Secado	Abono	Medias	n	
a0	b0	7,70	3	A
a0	b1	6,57	3	B
a1	b0	6,17	3	B C
a1	b1	5,87	3	C

Grafico #1: Determinación del mejor pH



Elaborado por: Karina Espinosa.

Conclusión: Al aplicar la prueba de Tukey podemos observar que el mejor tratamiento es a0b0 con un valor de 7,7 aproximándose al pH neutro que es el óptimo al elaborar un abono orgánico.

Tabla C5: Valores de Humedad a ingresar en el programa InfoStat.

Réplicas	Tipo de Secado	Abono	Humedad (%)
I	a0	b0	50
I	a0	b1	52
I	a1	b0	59
I	a1	b1	58
II	a0	b0	55
II	a0	b1	55
II	a1	b0	62
II	a1	b1	57
III	a0	b0	53
III	a0	b1	55
III	a1	b0	60
III	a1	b1	60

Elaborado por: Karina Espinosa

Tabla C6: Tabla de Análisis de Varianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad (%)	12	0,91	0,84	2,60

Tabla C7: Cuadro de Análisis de Varianza.

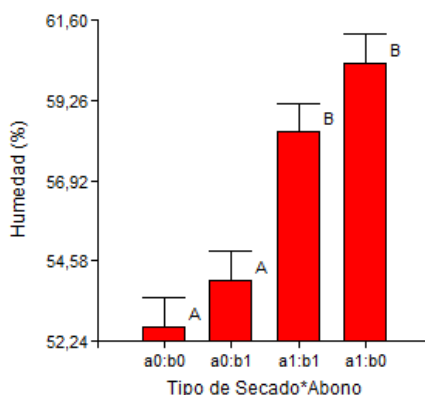
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		131,83	5	26,37	12,33	0,0041
Tipo de Secado		108,00	1	108,00	50,49	0,0004
Abono		0,33	1	0,33	0,16	0,7067
Réplicas		15,17	2	7,58	3,55	0,0963
Tipo de Secado*Abono		8,33	1	8,33	3,90	0,0958
Error		12,83	6	2,14		
Total		144,67	11			

Tabla C8: Prueba de Tukey

Error: 2,1389 gl: 6

Tipo de Secado	Abono	Medias	n
a0	b0	52,67	3 A
a0	b1	54,00	3 A
a1	b1	58,33	3 B
a1	b0	60,33	3 B

Grafico #2: Determinación de la mejor Tratamiento (Humedad)



Elaborado por: Karina Espinosa.

Conclusión: La prueba de Tukey nos indica que el mejor tratamiento es a0b0 y a0b1 ya que no existe una diferencia significativa en la humedad pero si existe una diferencia estadística.

Tabla C9: Valores de Microorganismos a ingresar en el programa InfoStat.

Réplicas	Tipo de Secado	Abono	Microorganismos
I	a0	b0	62
I	a0	b1	50
I	a1	b0	45
I	a1	b1	31
II	a0	b0	58
II	a0	b1	53
II	a1	b0	51
II	a1	b1	50
III	a0	b0	60
III	a0	b1	52
III	a1	b0	48
III	a1	b1	42

Elaborado por: Karina Espinosa

Tabla C10: Tabla de Análisis de Varianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Microorganismos	12	0,82	0,67	9,63

Tabla C11: Cuadro de Análisis de Varianza.

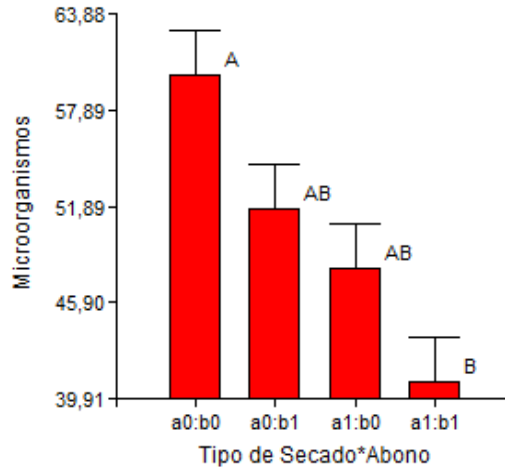
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	635,67	5	127,13	5,45	0,0310
Réplicas	72,67	2	36,33	1,56	0,2853
Tipo de Secado	385,33	1	385,33	16,51	0,0066
Abono	176,33	1	176,33	7,56	0,0333
Tipo de Secado*Abono	1,33	1	1,33	0,06	0,8190
Error	140,00	6	23,33		
Total	775,67	11			

Tabla C12: Prueba de Tukey

Error: 23,3333 gl: 6

Tipo de Secado	Abono	Medias	n
a0	b0	60,00	3 A
a0	b1	51,67	3 A B
a1	b0	48,00	3 A B
a1	b1	41,00	3 B

Grafico #3: Determinación de la mejor Tratamiento (Microorganismos)



Elaborado por: Karina Espinosa.

Conclusión: La prueba de Tukey nos indica que el mejor tratamiento es a0b0 puesto que es el tratamiento que contiene el mayor número de microorganismos.

TEXTURA

Tabla C13: Valores de textura a ingresar en el programa InfoStat.

ENCUESTADOS	TRATAMIENTOS	TEXTURA
I	(a0b0)	1
I	(a0b1)	2
I	(a1b0)	3
I	(a1b1)	3
II	(a0b0)	1
II	(a0b1)	1
II	(a1b0)	2
II	(a1b1)	3
III	(a0b0)	1
III	(a0b1)	2
III	(a1b0)	3
III	(a1b1)	2

IV	(a0b0)	1
IV	(a0b1)	1
IV	(a1b0)	2
IV	(a1b1)	2
V	(a0b0)	1
V	(a0b1)	2
V	(a1b0)	3
V	(a1b1)	3
VI	(a0b0)	1
VI	(a0b1)	2
VI	(a1b0)	3
VI	(a1b1)	2
VII	(a0b0)	1
VII	(a0b1)	1
VII	(a1b0)	2
VII	(a1b1)	3
VIII	(a0b0)	1
VIII	(a0b1)	2
VIII	(a1b0)	3
VIII	(a1b1)	2
IX	(a0b0)	1
IX	(a0b1)	2
IX	(a1b0)	3
IX	(a1b1)	3
X	(a0b0)	1
X	(a0b1)	2
X	(a1b0)	3
X	(a1b1)	2

Elaborado por: Karina Espinosa

Tabla C14: Tabla de Análisis de Varianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TEXTURA	40	0,82	0,74	20,61

Tabla C15: Cuadro de Análisis de Varianza.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20,50	12	1,71	10,31	<0,0001
ENCUESTADOS	2,23	9	0,25	1,49	0,2012
TRATAMIENTOS	18,28	3	6,09	36,75	<0,0001
Error	4,47	27	0,17		

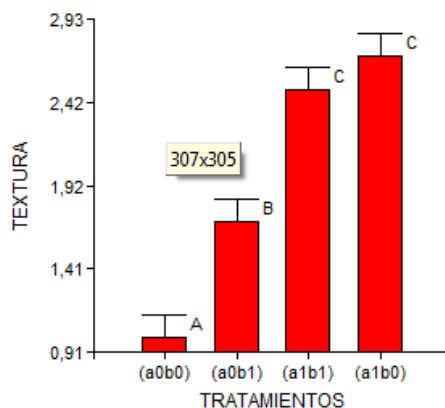
Total 24,98 39

Tabla C16: Prueba de Tukey

Error: 0,1657 gl: 27

TRATAMIENTOS	Medias	n	
(a0b0)	1,00	10	A
(a0b1)	1,70	10	B
(a1b1)	2,50	10	C
(a1b0)	2,70	10	C

Gráfico #4: Determinación de la mejor Tratamiento (Textura)



Elaborado por: Karina Espinosa.

Conclusión: La prueba de Tukey reporta que el mejor tratamiento es a0b0 cuya textura es poco compacta.

OLOR

Tabla C17: Valores de olor a ingresar en el programa InfoStat.

ENCUESTADOS	TRATAMIENTOS	OLOR
I	(a0b0)	1
I	(a0b1)	2
I	(a1b0)	3
I	(a1b1)	3

II	(a0b0)	1
II	(a0b1)	2
II	(a1b0)	2
II	(a1b1)	3
III	(a0b0)	1
III	(a0b1)	2
III	(a1b0)	2
III	(a1b1)	3
IV	(a0b0)	2
IV	(a0b1)	2
IV	(a1b0)	3
IV	(a1b1)	2
V	(a0b0)	1
V	(a0b1)	2
V	(a1b0)	3
V	(a1b1)	3
VI	(a0b0)	1
VI	(a0b1)	2
VI	(a1b0)	3
VI	(a1b1)	3
VII	(a0b0)	1
VII	(a0b1)	2
VII	(a1b0)	3
VII	(a1b1)	3
VIII	(a0b0)	2
VIII	(a0b1)	2
VIII	(a1b0)	3
VIII	(a1b1)	3
IX	(a0b0)	1
IX	(a0b1)	2
IX	(a1b0)	3
IX	(a1b1)	3
X	(a0b0)	1
X	(a0b1)	2
X	(a1b0)	3
X	(a1b1)	3

Elaborado por: Karina Espinosa

Tabla C18: Tabla de Análisis de Varianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
OLOR	40	0,85	0,79	15,89

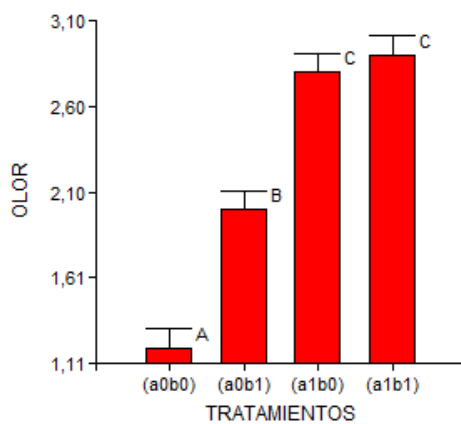
Tabla C19: Cuadro de Análisis de Varianza.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19,60	12	1,63	13,07	<0,0001
ENCUESTADOS	0,73	9	0,08	0,64	0,7495
TRATAMIENTOS	18,88	3	6,29	50,33	<0,0001
Error	3,38	27	0,13		
Total	22,98	39			

Tabla C20: Prueba de Tukey

TRATAMIENTOS	Medias	n	
(a0b0)	1,20	10	A
(a0b1)	2,00	10	B
(a1b0)	2,80	10	C
(a1b1)	2,90	10	C

Grafico #5: Determinación de la mejor Tratamiento (Olor)



Elaborado por: Karina Espinosa.

Conclusión: La prueba de Tukey reporta que el mejor tratamiento es a0b0 en donde el olor fue poco perceptible.

COLOR

Tabla C21: Valores de color a ingresar en el programa InfoStat.

ENCUESTADOS	TRATAMIENTOS	COLOR
-------------	--------------	-------

I	(a0b0)	1
I	(a0b1)	2
I	(a1b0)	3
I	(a1b1)	2
II	(a0b0)	2
II	(a0b1)	1
II	(a1b0)	2
II	(a1b1)	3
III	(a0b0)	1
III	(a0b1)	2
III	(a1b0)	2
III	(a1b1)	3
IV	(a0b0)	1
IV	(a0b1)	2
IV	(a1b0)	3
IV	(a1b1)	3
V	(a0b0)	1
V	(a0b1)	1
V	(a1b0)	2
V	(a1b1)	2
VI	(a0b0)	1
VI	(a0b1)	1
VI	(a1b0)	2
VI	(a1b1)	3
VII	(a0b0)	1
VII	(a0b1)	2
VII	(a1b0)	3
VII	(a1b1)	3
VIII	(a0b0)	1
VIII	(a0b1)	1
VIII	(a1b0)	2
VIII	(a1b1)	3
IX	(a0b0)	1
IX	(a0b1)	2
IX	(a1b0)	2
IX	(a1b1)	3
X	(a0b0)	1
X	(a0b1)	1
X	(a1b0)	3
X	(a1b1)	2

Elaborado por: Karina Espinosa

Tabla C22: Tabla de Análisis de Varianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
COLOR	40	0,76	0,66	24,23

Tabla C23: Cuadro de Análisis de Varianza.

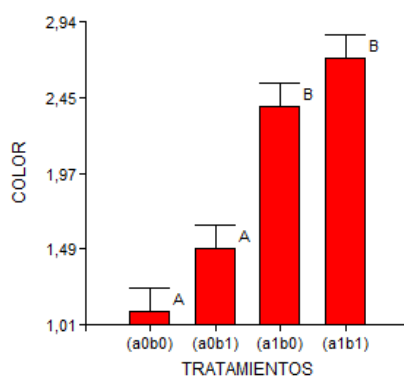
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18,90	12	1,58	7,24	<0,0001
ENCUESTADOS	2,03	9	0,23	1,03	0,4395
TRATAMIENTOS	16,88	3	5,63	25,85	<0,0001
Error	5,88	27	0,22		
Total	24,78	39			

Tabla C24: Prueba de Tukey

Error: 0,2176 gl: 27

TRATAMIENTOS	Medias	n
(a0b0)	1,10	10 A
(a0b1)	1,50	10 A
(a1b0)	2,40	10 B
(a1b1)	2,70	10 B

Grafico #6: Determinación de la mejor Tratamiento (Color)



Elaborado por: Karina Espinosa.

Conclusión: La prueba de Tukey reporta que el mejor tratamiento es a0b0 y a0b1 en donde el color fue opaco.

ACEPTABILIDAD

Tabla C25: Valores de aceptabilidad a ingresar en el programa InfoStat.

ENCUESTADOS	TRATAMIENTOS	ACEPTABILIDAD
I	(a0b0)	3
I	(a0b1)	3
I	(a1b0)	2
I	(a1b1)	1
II	(a0b0)	2
II	(a0b1)	3
II	(a1b0)	2
II	(a1b1)	1
III	(a0b0)	2
III	(a0b1)	2
III	(a1b0)	2
III	(a1b1)	2
IV	(a0b0)	3
IV	(a0b1)	2
IV	(a1b0)	2
IV	(a1b1)	1
V	(a0b0)	3
V	(a0b1)	2
V	(a1b0)	2
V	(a1b1)	2
VI	(a0b0)	2
VI	(a0b1)	2
VI	(a1b0)	2
VI	(a1b1)	1
VII	(a0b0)	3
VII	(a0b1)	3
VII	(a1b0)	2
VII	(a1b1)	1
VIII	(a0b0)	3
VIII	(a0b1)	2
VIII	(a1b0)	2
VIII	(a1b1)	2

IX	(a0b0)	2
IX	(a0b1)	3
IX	(a1b0)	2
IX	(a1b1)	2
X	(a0b0)	2
X	(a0b1)	2
X	(a1b0)	2
X	(a1b1)	2

Elaborado por: Karina Espinosa

Tabla C26: Tabla de Análisis de Varianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ACEPTABILIDAD	40	0,54	0,33	23,

Tabla C27: Cuadro de Análisis de Varianza.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,30	12	0,61	2,61	0,0189
ENCUESTADOS	1,10	9	0,12	0,52	0,8443
TRATAMIENTOS	6,20	3	2,07	8,86	0,0003
Error	6,30	27	0,23		
Total	13,60	39			

Tabla C28: Prueba de Tukey

Error: 0,2333 gl: 27

TRATAMIENTOS	Medias	n
(a0b0)	2,50	10 A
(a0b1)	2,40	10 A
(a1b0)	2,00	10 A B
(a1b1)	1,50	10 B

Conclusión: La prueba de Tukey reporta que el mejor tratamiento es a0b0 pese a que no existe una diferencia significativa lo que significa que los dos primeros tratamientos son aceptables por las personas.

Tabla C29: Resumen del mejor tratamiento por característica analizada

Característica	Mejor tratamiento
pH	a0b0
Humedad	a0b1
Microorganismos	a0b0
Textura	a0b0
Color	a0b1
Olor	a0b0
Aceptabilidad	a0b0

Elaborado por: Karina Espinosa

Conclusión: Al Observar todas las características que se analizaron podemos decir que el mejor tratamiento de la investigación es a0b0.

ANEXO D

DIAGRAMA

DIAGRAMA 1: Diagrama del proceso de Elaboración del Abono Orgánico

