



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**“EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICO-QUÍMICO DE
LOS ABONOS ORGÁNICOS (HUMUS Y COMPOST)
PRODUCIDOS EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

AUTORA: MÁYURI VIVIANA PICO GORDÓN

DIRECTOR: Ing. DENNIS RENATO MANZANO VELA MSc.

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, **Máyuri Viviana Pico Gordón**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Máyuri Viviana Pico Gordón, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

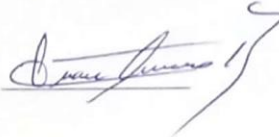
Riobamba, 01 de noviembre de 2022



Máyuri Viviana Pico Gordón
1804570669

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, "**EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICO-QUÍMICO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS (HUMUS Y COMPOST) PRODUCIDOS EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI**", realizado por la señorita: **MÁYURI VIVIANA PICO GORDÓN**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Juan Carlos Carrasco Baquero MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-11-01
Ing. Dennis Renato Manzano Vela MSc. DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-11-01
Ing. Vicente Javier Parra León MSc. ASESOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-11-01

DEDICATORIA

Este Trabajo de Integración Curricular está dedicado a mis padres Milton y Blanca quienes con su paciencia y esfuerzo me han brindado su apoyo incondicional para cumplir esta meta, gracias por inculcar en mí el ejemplo de valentía y esfuerzo para cumplir mis objetivos y jamás rendirme; a mi hermano por su apoyo incondicional, durante todo este proceso el cual ha sido muy importante en mi vida.

Máyuri

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, a mi familia que ha sido la fuerza y el apoyo incondicional que necesite para cumplir este objetivo. De igual manera, mis agradecimientos a los docentes, Ing. Dennis Manzano director de mi proyecto de integración curricular por su ayuda y apoyo total durante el proceso de elaboración del presente trabajo. Al Ing. Vicente Parra Asesor del mismo, el cual ha ido inculcando sus enseñanzas dentro del campo laboral. A la Ing. Monserrat Zurita por su motivación y orientación durante mi proceso académico; gracias a los tres por el tiempo dedicado hacia mi persona. Finalmente, quiero expresar mi más grande agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirme sus puertas, para ejercer mi nivel educativo y culminar mi trabajo de integración curricular.

Máyuri

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	¡Error! Marcador no definido.
SUMMARY	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I

1.1	Planteamiento del problema.....	3
1.2	Limitaciones y delimitaciones.....	3
1.3	Problema general de investigación.....	4
1.4	Problemas específicos de investigación.....	4
1.5	Objetivos.....	5
<i>1.5.1</i>	<i>Objetivo general.....</i>	<i>5</i>
<i>1.5.2</i>	<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>5</i>
1.6	Justificación.....	5
<i>1.6.1</i>	<i>Justificación teórica.....</i>	<i>5</i>
<i>1.6.2</i>	<i>Justificación metodológica.....</i>	<i>6</i>
<i>1.6.3</i>	<i>Justificación práctica.....</i>	<i>6</i>
1.7	Hipótesis	7

CAPITULO II

2.1.	MARCO TEORICO REFERENCIAL.....	8
2.2.	MARCO TEORICO.....	8
2.3.	Evaluación.....	8
2.4.	Análisis Físico-Químico.....	8

2.5.	Material orgánico	8
2.6.	Abono orgánico	8
2.7.	Propiedades de los abonos orgánicos	9
2.7.1.	<i>Propiedades físicas</i>	9
2.7.2.	<i>Propiedades químicas</i>	9
2.7.3.	<i>Propiedades biológicas</i>	10
2.8.	Contenido de los abonos orgánicos	10
2.8.1.	<i>Macroelementos</i>	10
2.9.	Beneficios de los abonos orgánicos.....	12
2.10.	Relación Carbono/Nitrógeno	13
2.11.	Valor nutrimental de los abonos orgánicos	14
2.12.	Indicadores físicos	14
2.12.1.	<i>pH.....</i>	14
2.12.2.	<i>Conductividad eléctrica</i>	14
2.12.3.	<i>Temperatura</i>	15
2.12.4.	<i>Humedad</i>	15
2.12.5.	<i>Aireación</i>	15
2.12.6.	<i>Color</i>	15
2.13.	Macroorganismos	16
2.14.	Microorganismos	16
2.15.	Tipos de abonos orgánicos	16
3.14.1.	<i>Compost</i>	16
3.14.2.	<i>Humus</i>	19

CAPITULO III

3.1.	Enfoque de investigación.....	22
3.2.	Nivel de investigación	22
3.3.	Diseño de investigación	22
3.3.1.	<i>Según la manipulación o no de la variable independiente</i>	22
3.3.2.	<i>Según las intervenciones en el trabajo de campo</i>	23
3.4.	Tipo de estudio.....	23

3.5.	Población y planificación, selección y tamaño de la muestra	23
3.6.	Métodos, técnicas e instrumentos de investigación.....	25
3.6.2.	<i>Métodos: (objetivos).....</i>	26
3.6.3.	<i>Técnicas e instrumentos de investigación</i>	34

CAPITULO IV

CONCLUSIONES.....	61
RECOMENDACIONES.....	63

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Beneficios de los abonos orgánicos.....	13
Tabla 2-2:	Lista de proporción Carbono/Nitrógeno de Algunos Materiales Orgánicos	14
Tabla 3-4:	Componentes de origen vegetal y animal.....	36
Tabla 4-4:	Cantidad obtenida de Compost.....	37
Tabla 5-4:	Componentes de origen vegetal.....	37
Tabla 6-4:	Cantidad inicial y final de Humus	38
Tabla 7-4:	Lista de proporción Carbono/Nitrógeno de algunos materiales orgánicos.....	39
Tabla 8-4:	Porcentaje de cada componente orgánico animal y vegetal	39
Tabla 9-4:	División de cada uno de los resultados anteriores entre 100	39
Tabla 10-4:	Multiplicación con los valores correspondientes de la tabla 7-4 lista de proporción de carbono/nitrógeno de componentes orgánicos.....	40
Tabla 11-4:	Sumatoria total.....	40
Tabla 12-4:	Porcentaje de cada componente orgánico vegetal	40
Tabla 13-4:	División de cada uno de los resultados anteriores entre 100	41
Tabla 14-4:	Multiplicación con los valores correspondientes de la tabla 7-4 lista de proporción de carbono/nitrógeno de componentes orgánicos.....	41
Tabla 15-4:	Sumatoria total.....	41
Tabla 16-4:	Muestra 1 Humus	44
Tabla 17-4:	Muestra 2 Humus	45
Tabla 18-4:	Muestra 3 Humus	45
Tabla 19-4:	Valores promedio Abono Humus Estación Tunshi	46
Tabla 20-4:	Muestra 1 Compost.....	46
Tabla 21-4:	Muestra 2 Compost.....	47
Tabla 22-4:	Muestra 3 Compost.....	47
Tabla 23-4:	Valores promedio Abono Compost Estación Tunshi	48
Tabla 24-4:	Comparación de abonos comerciales con el abono (Humus) elaborado en Tunshi-ESPOCH.....	49

Tabla 25-4: Comparación de abonos comerciales con el abono (Compost) elaborado en Tunshi-ESPOCH	50
Tabla 26-4: Valores de los componentes físico-químicos de humus comerciales	53
Tabla 27-4: Valores de los componentes físico-químicos de humus Estación Tunshi-Espoch	53
Tabla 28-4: Resultado de B.....	54
Tabla 29-4: Resultado de W	54
Tabla 30-4: Resultado de nivel de significancia	55
Tabla 31-4: Valores de los componentes físico-químicos del compost estación Tunshi-Espoch	57
Tabla 32-4: Valores de los componentes físico-químicos de los Compost comerciales.....	57
Tabla 33-4: Resultado de B.....	58
Tabla 34-4: Resultado de W	58
Tabla 35-4: Resultado de nivel de significancia	59
Tabla 36-4: Comparación de medias de Abonos orgánicos Tunshi-Espoch vs Abonos comerciales.....	60

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1:	Mapa de la estación experimental Tunshi – ESPOCH	4
Ilustración 2-3:	Espacio disponible para realizar el compost.....	26
Ilustración 3-3:	Corte de material seco.....	27
Ilustración 4-3:	Compost.....	27
Ilustración 5-3:	Volteo del compost	28
Ilustración 6-3:	Colocación de plásticos	28
Ilustración 7-3:	Cama de humus.....	29
Ilustración 8-3:	Colocación de lombrices.....	29
Ilustración 9-3:	Volteo de humus	30
Ilustración 10-3:	Colocación de residuos orgánicos.....	30
Ilustración 11-3:	Pesado de cada saco de abono orgánico	31
Ilustración 12-3:	Extracción de muestras elementales	32
Ilustración 13-3:	Tamaño de lote.....	32
Ilustración 14-3:	Muestra en forma de cono.....	33
Ilustración 15-3:	División en 4 partes	33
Ilustración 16-3:	Desecho de muestra	34
Ilustración 17-3:	Etiquetado de la muestra.....	34
Ilustración 18-4:	Algoritmo de búsqueda bibliográfica.....	42

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: PROCESO DEL COMPOST

ANEXO B: TÉCNICA REDUCCIÓN POR CUARTEO DE MUESTRA EN COMPOST

ANEXO C: PROCESO DEL HUMUS

ANEXO D: TÉCNICA REDUCCIÓN POR CUARTEO DE MUESTRA EN HUMUS

RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación curricular tuvo como objetivo evaluar la composición físico-químico de los abonos orgánicos humus y compost producidos en la estación experimental Tunshi – ESPOCH. En donde se implementó una metodología basada en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 221:1997, el cual inicia con la elaboración de los abonos orgánicos con materiales del mismo lugar que se obtuvo una cantidad final de 226 kg de compost y 116 kg en humus, después con una revisión de literatura de manera sistemática en relación a los componentes físico-químico presentes en los abonos orgánicos mediante un algoritmo de búsqueda bibliográfico, posteriormente se realizó un análisis físico-químico de los abonos Tunshi-Espoch bajo los parámetros de la norma NTE INEN 221:1997 y el manual del Iniap número 89, finalmente una comparación de medias mediante un análisis estadístico multivariante, para el análisis de datos se midieron las siguientes variables: pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, zinc y manganeso para verificar si cumple o no con la normativa ya establecida. Los resultados de acuerdo a la comparación de medias mediante el análisis multivariante entre los abonos orgánicos elaborados y abonos comerciales indicaron que: el humus Tunshi-Espoch obtuvo un valor mayor al nivel de significancia (0,05) y acepta la hipótesis alternativa el cual cumple con la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 221:1997, en cuanto al compost Tunshi-Espoch el valor obtenido es menor al nivel de significancia (0,05) lo cual indicó que no cumple con la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 221:1997. Se concluye que el humus-Tunshi puede ser utilizado por los agricultores e incluso comercializado, dado que cumple con los parámetros establecidos por la norma ya mencionada. Se recomienda elaborar los abonos orgánicos en espacios adecuados con su debido mantenimiento para evitar pérdida del producto final.

Palabras clave: <ABONO ORGÁNICO >, <HUMUS >, <COMPOST >, <ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO >.


D.B.R.A.
Ing. Cristian Castillo



2173-DBRA-UTP-2022

SUMMARY

The following curricular research work aimed to evaluate the physical-chemical composition of organic fertilizers humus and compost produced in the Tunshi - ESPOCH experimental station. Where a methodology based on the Ecuadorian technical standard NTE INEN 221:1997 was implemented, which begins with the elaboration of organic fertilizers with materials from the same place that a final amount of 226 kg of compost and 116 kg in humus was obtained. Then with a systematic review of the literature in relation to the physical-chemical components present in organic fertilizers through a bibliographic search algorithm. Later a physical-chemical analysis of the Tunshi-Epoch fertilizers was carried out under the parameters of the NTE standard INEN 221:1997 and the Iniap manual number 89. Finally an average comparison through a multivariate statistical analysis, for data analysis the following variables were measured: pH, electrical conductivity, organic matter, nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, zinc and manganese to verify whether or not it complies with the established regulations. The results according to the average comparison through the multivariate analysis between the elaborated organic fertilizers and commercial fertilizers indicated that: the Tunshi-Epoch humus obtained a value greater than the level of significance (0.05) and accepts the alternative hypothesis which complies with the Ecuadorian technical standard NTE INEN 221:1997, regarding the Tunshi-Epoch compost the value obtained is less than the level of significance (0.05) which indicated that it does not comply with the Ecuadorian technical standard NTE INEN 221:1997. It is concluded that humus-Tunshi can be used by farmers and even marketed, since it complies with the parameters established by the aforementioned standard. It is recommended to prepare organic fertilizers in adequate spaces with proper maintenance to avoid loss of the final product.

Keywords: <ORGANIC FERTILIZER>, <HUMUS>, <COMPOST>, <PHYSICAL-CHEMICAL ANALYSIS>.



Lorena Hernández A. Mcs.
180373788-9

INTRODUCCIÓN

Conservar la calidad del suelo es esencial a nivel mundial, puesto que brinda vida alimentaria para todo ser vivo, por ello la aplicación de fertilizantes y abonos naturales garantiza un manejo sostenible y ecológico (Muñoz et al., 2014, p.1). Los abonos orgánicos tienen la capacidad de mejorar la unidad productiva, mediante los macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg y S) y micronutrientes (Fe, Zn, Mn, B, Cu, Mo y Cl) que optimizan la nutrición, mejoran la calidad del suelo y promueven la actividad microbiana (Álvarez, Vargas, & García, 2018, p.4). Además, el uso de insumos locales facilita al desarrollo sostenible en el área agrícola, principalmente cuando disponen de escasos recursos económicos, por ello la preparación de abonos orgánicos como el humus y compost realizados con elementos propios del entorno del agricultor, contribuye a preservar el medio natural y la seguridad alimentaria (Quijandría, 2018, p.1).

La agricultura convencional se lo conoce por el uso de agroquímicos como fertilizantes, plaguicidas y herbicidas de origen sintético, los cuales han permitido altos rendimientos en varios cultivos, sin embargo, su contenido industrializado produce déficit biológico y deterioro físico-químico del suelo, además de ello los problemas son notorios conforme pase el tiempo, ya que el suelo tendrá problemas de salinidad, disminución de nutrientes y actividad microbiana (Ramírez et al., 2021, p. 151). Por ello el abono orgánico es una alternativa para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del recurso suelo, para reestablecer su estructura y proporcionar un rendimiento más eficaz de las plantas, a su vez forma parte de avances agroecológicos donde este puede aprovecharse los insumos internos como son el estiércol de animal, residuos de postcosecha, harinas y elementos que dispone la naturaleza, así también, la calidad del abono orgánico es apreciado de acuerdo a su composición y suficiencia de nutrimentos que mejoran el suelo (Álvarez, Vargas, & García, 2018, p.4).

Además los abonos orgánicos presenta tres tipos de propiedades que actúan sobre el suelo como son las propiedades físicas, donde los abonos orgánicos presenta un color oscuro y esto facilita la absorción de la radiación solar lo que permite mantener la temperatura y ayuda a absorber los nutrientes, así mismo, mejora la permeabilidad del suelo, disminuye el desgaste del suelo ya sea por acción eólica o hídrica; las propiedades químicas que contiene el abono orgánico, permite reducir las oscilaciones de pH del suelo, aumenta el intercambio catiónico e incrementa la fertilidad del mismo; y las propiedades biológicas benefician a la oxigenación del recurso suelo, lo que permite mayor actividad radicular y una fuente de energía para que los microorganismos se reproduzcan rápidamente (Arevalo y Castellano, 2009, p.37). Mismos que deben garantizar las

características físicas y químicas, donde estos aportan la materia orgánica, estabilidad, ser maduro y con bajo contenido de metales pesados, por ello debe ser adecuado para el agricultor para que éste sea utilizado y a su vez recomendado (Huerta & Cruz, 2018, p.45).

El suelo y su fertilidad hoy en día no son lo suficientemente adecuados para satisfacer las necesidades de nutrientes para los cultivos y faciliten altos rendimientos de producción, en muchos casos existe un desconocimiento sobre la composición que presentan los productos sintéticos, creando afectaciones sobre la salud humana y en los recursos naturales (suelo, agua y aire) no obstante, los abonos orgánicos forman parte de las estrategias para disminuir y recuperar suelos degradados para aumentar la fertilidad del mismo (Cabrera et al., 2018, p.31). Por ello, la implementación de abonos orgánicos constituye uno de los pilares fundamentales de las investigaciones dentro del campo agroecológico contribuyendo este a disminuir la contaminación de los suelos, aguas y aire (Abreu, Araujo, et al, 2018, p.53).

CAPITULO I

1.1 Planteamiento del problema

La agricultura industrial ha ido en aumento dentro de las áreas agrícolas y conjuntamente los cambios desfavorables en el ambiente, esto debido a la facilidad de obtención de productos en menor tiempo, no obstante, el uso de productos químicos genera graves alteraciones ambientales: al ecosistema lo cual repercute en el suelo, aire, agua, incremento de gases de efecto invernadero, aumento de plagas y enfermedades, disminución microbiana, entre otros; por eso conocer la importancia del manejo agronómico es fundamental para mejorar el bienestar del productor y consumidor (Burgo Bencomo et al., 2019, p.2).

El exceso y el mal uso de los fertilizantes químicos deterioran el suelo debido a su alto contenido tóxico, lo que conlleva a usar abonos orgánicos para regular las técnicas y métodos de la producción agraria, ya que son productos naturales y mejora las características del suelo, (Alfonso,2014; Condo, 2018, p.1). Tunshi siendo un lugar basto y grande no existe investigaciones previas, presentándose un desconocimiento de las propiedades físico - químico de los abonos orgánicos humus y compost del Proyecto de Vinculación de la Carrera de Recursos Naturales Renovables “Incremento de la producción a través del buen uso y manejo del agua de riego y niveles de fertilidad de los suelos en la Estación Experimental Tunshi”, por lo que es indispensable identificar si este producto es apto para ser utilizado y a su vez compararlo con abonos orgánicos comerciales.

1.2 Limitaciones y delimitaciones

Mediante el trabajo de investigación que se llevó a cabo en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, parroquia Licto, comunidad Tunshi San Nicolás, dentro del Proyecto de Vinculación de la Carrera de Recursos Naturales Renovables “Incremento de la producción a través del buen uso y manejo del agua de riego y niveles de fertilidad de los suelos en la Estación Experimental Tunshi”, de la estación experimental Tunshi de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. La cual se encuentra ubicada al Sur – Oriente del cantón Riobamba, geográficamente se ubicada entre los -1,750122 de latitud y -78,62519 de longitud, además se encuentra a 2740 m.s.n.m (GAD Riobamba, 2017).



Ilustración 1-1: Mapa de la estación experimental Tunshi – ESPOCH
Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

➤ Límites

Norte: cantón Riobamba y río Chambo

Sur: parroquia Cebadas

Este: cantón Chambo y parroquia Pungalá

Oeste: parroquias Punín y Flores

➤ Precipitación y temperatura

El territorio presenta una precipitación que varía de 500 a 1250 mm al año y una temperatura promedio de aproximadamente 10 a 13 °C (Guevara, 2019, pp.40).

1.3 Problema general de investigación

¿Cómo estudiar la composición físico- químico de los abonos orgánicos (humus y compost)?

1.4 Problemas específicos de investigación

¿Mediante qué componentes podrá ser mejor la elaboración de los abonos orgánicos (humus y compost)?

¿Cómo se recopilará información para el estudio de la investigación?

¿A través de que componentes se estudiara los abonos orgánicos?

¿Cómo se determinará los componentes de los abonos orgánicos (humus y compost)?

1.5 Objetivos

1.5.1 *Objetivo general*

- Evaluar la composición físico - químico de los abonos orgánicos (humus y compost) producidos en la estación experimental Tunshi, y conocer si son aptos para su utilización.

1.5.2 *Objetivos específicos*

- Preparar abonos orgánicos humus y compost en base a diferentes componentes de origen vegetal y animal.
- Revisar la literatura de manera sistemática en relación a los componentes físico-químico presentes en los abonos orgánicos
- Identificar los componentes físico - químico de los abonos orgánicos humus y compost.
- Comparar los componentes de los abonos orgánicos del centro de Bioconocimiento producidos con abonos orgánicos comerciales.

1.6 Justificación

1.6.1 *Justificación teórica*

La presente investigación se enfocó en la evaluación de los componentes físico-químico de los abonos orgánicos (Humus y Compost) realizados en la estación experimental Tunshi, con la finalidad de conocer si las propiedades nutricionales que contienen estos abonos sean de gran aporte en la verificación en donde estos sean eficientes y favorables para el suelo, dichos abonos son de gran importancia ya que estos sirven para; nutrir, mejorar la estructura del suelo, retención de humedad y además presenta microorganismos que permiten aireación del suelo.

La importancia del uso de abono orgánico, es una alternativa de vida, en un sistema donde se busca recuperar la naturaleza, disminuyendo el uso de fertilizantes químicos, lo que ha provocado una pérdida en la calidad del producto y de la tierra. La revolución verde pretende volver al uso sostenible de los recursos y la aplicación de bioinsumos orgánicos como medio y método para mejorar la tierra y la calidad de los alimentos (Montesinos, 2013; Macas,2020, p.29). Realizar una evaluación de los componentes físico-químico de los abonos orgánicos será útil para ampliar su utilización dentro de las comunidades agrícolas, por ello, esta alternativa agroecológica y de bajo costo es primordial para satisfacer las necesidades del productor y consumidor.

Además, mediante el proceso de humus y compost se convierte en fuente de nutrientes para las plantas, aportando nitrógeno y gran cantidad de elementos auxiliares necesarios para el crecimiento y producción de las plantas, así mismo, tiene el efecto de mejorar la estructura del suelo (Velásquez & Velásquez, 2016, p.21). El reciclado de los residuos ayuda a mitigar la acumulación de basura y reduce el impacto ambiental de manera ecológica y amigable con el ambiente.

Es por esto que se desarrolla la investigación, ya que no existen estudios previos en la comunidad de Tunshi, mediante este estudio se desarrollara análisis de los abonos orgánicos siendo estos Humus y compost.

1.6.2 Justificación metodológica

La presente investigación se basó en la elaboración de abonos orgánicos para generar alternativas agroecológicas y permita minimizar la utilización de fertilizantes industrializados. Para el primer objetivo se ejecutó la preparación de los abonos orgánicos humus y compost con los distintos desechos de origen animal y vegetal de la zona de estudio. Dentro del segundo objetivo se efectuó una revisión de literatura sistemática referente a los componentes físico – químico de los abonos orgánicos. Para el tercer objetivo se tomó muestras de cada abono orgánico (humus y compost) con la referencia de la tabla de número de muestras elementales de fertilizantes conjuntamente con la técnica Reducción por cuarteo de muestra global de sólidos de manera manual, en base a la norma NTE INEN 220:2013, los mismos que fueron enviados a un análisis de laboratorio para conocer si es apto para su utilización en base a la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 221:1997.

Por último, el cuarto objetivo se realizó una comparación de los abonos orgánicos elaborados en dicho lugar, con abonos orgánicos comerciales para verificar su eficiencia, tomando en cuenta las técnicas que valida el manual número 89 de producción de abonos orgánicos del INIAP conjuntamente con la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 221:1997 que establece los requisitos y contenidos que deben cumplir los abonos orgánicos.

1.6.3 Justificación práctica

Para la investigación práctica se realizó dentro del proyecto de vinculación de la Carrera de Recursos Naturales Renovables “Incremento de la producción a través del buen uso y manejo del agua de riego y niveles de fertilidad de los suelos en la Estación Experimental Tunshi”, de la estación experimental Tunshi de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, y tiene como propósito conocer los componentes físico – químico de los abonos orgánicos (humus y compost) realizados en el proyecto de vinculación de la Carrera de Recursos Naturales Renovables “Incremento de la producción a través del buen uso y manejo del agua de riego y niveles de fertilidad de los suelos en la Estación Experimental Tunshi”, de la estación experimental Tunshi de la Escuela Superior

Politécnica de Chimborazo, lo cual permitirá que los agricultores que se encuentran aledaños a la zona sustituyan los fertilizantes químicos por abonos orgánicos, con el fin de mejorar las características del suelo, la resistencia de plagas y enfermedades y sobre todo mantener una sostenibilidad ecológica.

1.7 Hipótesis

NULA: Los abonos orgánicos humus y compost no cumplen con la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 221:1997.

ALTERNATIVA: Los abonos orgánicos humus y compost cumplen con la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 221:1997.

CAPITULO II

2.1. MARCO TEORICO REFERENCIAL

2.2. Marco teórico

2.3. Evaluación

Tomado de García Ramos (1989), la evaluación comprende “Un análisis sistemático de verificación, recolectada y tratamiento de información sobre bases de hechos de investigación con el objetivo primordial de la valoración del mismo, además de al aporte de la toma de decisiones” (Prieto,2019, p.50).

2.4. Análisis Físico-Químico

Método el cual trata de estudiar las relaciones entre propiedades físicas y composición del sistema para establecer interacciones entre los componentes químicos, es decir, se encarga de medir propiedades como conductividad, temperatura, viscosidad, densidad o dureza para garantizar la calidad de un producto (INNOTECH, 2019, p.1).

2.5. Material orgánico

Según la norma (NTE INEN 209, 2016, p.1-9) los materiales orgánicos son aquellos residuos de origen vegetal (malezas, desechos de hortalizas, desechos de cosecha) o de origen animal (estiércoles, cascaras de huevos, huesos) que sirven como materia prima para elaborar abonos orgánicos.

2.6. Abono orgánico

Según (Ramos y Terry, 2014, p.53) el abono orgánico es el resultado de la desintegración natural de la materia orgánica, con ayuda de la actividad microbiana presentes en el medio, los mismos que son los responsables de digerir los materiales orgánicos, transformando así en un producto benéfico para el suelo.

Según (INIAP, 2014, p. 5) el abono orgánico son sustancias que reparan el estado del suelo, crecimiento, nutrición y productividad de las plantas; provienen de la descomposición aeróbica y termofílica de los residuos orgánicos por microorganismos favorecedores como hongos, bacterias y lombrices.

Según (INEN, 2016, p. 2) el abono orgánico “es el producto resultante de la descomposición biológica de la materia orgánica que al ser incorporado al suelo mejoran sus propiedades físicas, químicas y biológicas lo cual se refleja en un incremento de la capacidad productiva del suelo”.

2.7. Propiedades de los abonos orgánicos

2.7.1. *Propiedades físicas*

Las propiedades físicas de los abonos orgánicos son principalmente: humedad en donde es un indicador esencial para el desarrollo de los microorganismos que son responsables del proceso de descomposición de la materia, además, los abonos de calidad mantienen valores óptimos de 50 a 55 %, si presenta valores bajos a 45% afectan al metabolismo microbiano lo cual disminuye la calidad del producto final, en cambio, si tiene valores mayores a 60% saturan los poros y reducen el paso de oxígeno en el sistema. El pH (potencial de hidrogeno) determina la viabilidad de ciertos grupos de microorganismos el cual cada grupo presenta pH óptimos para su proceso de crecimiento. Durante el proceso de abonos orgánicos generalmente desciende al inicio y se incrementa al final de 4,5 a 8,5, así mismo, el pH de abonos orgánicos está en base a los residuos utilizados para su proceso, en donde su inicio el pH acidifica el sustrato por la formación de ácidos orgánicos que son liberados por la biodegradación, y tiende a incrementarse cuando presenta una fase de altas temperaturas, posterior a ello el pH se alcaliniza para estabilizarse (FAO, 2013; Bailón, 2021, p. 14-17).

La temperatura es el componente que promueve la actividad microbiana en el proceso de descomposición de los abonos orgánicos y generan una temperatura de hasta 65 °C, las reducciones de temperatura se producen a causa de la falta de humedad y oxigenación lo que provoca la actividad metabólica de los microorganismos, así mismo, es preciso controlar las temperaturas altas ya que afectan a los microorganismos e impide el proceso de la descomposición de los residuos orgánicos (FAO, 2013; Bailón, 2021, p. 14-17).

Los aportes físicos de los abonos orgánicos permiten absorber los rayos solares por la tonalidad oscura que presentan las partículas del abono, el recurso suelo alcanza mayor temperatura lo que permite absorber los nutrientes con mayor facilidad, además, mejora la textura y estructura del suelo, mejora la permeabilidad del mismo para mejorar el drenaje y aireación, retiene el agua y reduce el desgaste del suelo por efectos hídricos o de viento (Mosquera, 2010, p.6-7).

2.7.2. *Propiedades químicas*

La relación carbono nitrógeno permite determinar la eficiencia del abono y verificar el nivel de estabilización de madurez que presenta el abono. El oxígeno es otro factor importante dentro del proceso de descomposición, debido a que permite la oxigenación, el desarrollo microbiano, y evita que el abono se sature de agua y se compacte, por lo que, el valor óptimo de aireación debe ser de 10%, si el valor es superior se produce descenso de temperatura y pérdida de humedad, si presenta un porcentaje menos a 5% genera exceso de humedad, reduce la evaporación, ambiente anaeróbico lo que provoca malos olores (FAO, 2013; Bailón, 2021, p. 14-17).

Los beneficios químicos que aportan los abonos orgánicos es disminuir las oscilaciones de pH del suelo el cual mejora la capacidad de intercambio catiónico y aumenta su fertilidad (Mosquera, 2010, p.6-7).

2.7.3. *Propiedades biológicas*

La biología presente en los abonos orgánicos cumple un desempeño fundamental, siendo la actividad microbiana los principales descomponedores de la materia orgánica los mismos que aportan biomasa al suelo (Calderón, Bautista & Rojas, 2018, p.1-2).

Favorecen la oxigenación y aireación del suelo, lo que permite que exista mayor actividad radicular y microbiana, así mismo, producen sustancias inhibitoras y activan el crecimiento de las plantas favoreciendo el desarrollo del mismo (Mosquera, 2010, p.6-7).

2.8. Contenido de los abonos orgánicos

Los abonos orgánicos realizados con material vegetal o animal contienen propiedades nutritivas como N, P, K, Mg y en menores cantidades elementos como Ca, Zn en bajas concentraciones (Carrillo, Jimenez, Ponce, et al, 2014, p.5).

2.8.1. *Macroelementos*

2.8.1.1. *Macroelementos primarios*

- Nitrógeno (N)

Según Jiménez (2012, p. 29-30) el N plantea varias funciones como: es un constituyente de la clorofila, el protoplasma, la proteína y los ácidos nucleicos además aumenta el crecimiento y desarrollo de todos los tejidos vivos.

- Fosforo (P)

Según Jiménez (2012, p. 29-30) el P presenta varias funciones como: beneficiar a la formación, crecimiento y fortalecimiento de las raíces, además les permite un rápido y fornido inicio a las plantas, es decir les ayuda a sostenerse del suelo.

- Potasio (K)

Este elemento se caracteriza por su alta movilidad en las plantas, es decir, entre células, tejidos y en su transporte por xilema y floema; además, es el catión, es abundante en el citoplasma y sus sales contribuyen al potencial osmótico de células y tejidos, se localizan también en cloroplastos y vacuolas facilitando alargamiento celular (Jiménez, 2012, p. 29-30).

2.8.1.2. *Macroelementos secundarios*

- Magnesio (Mg)

De acuerdo con Jiménez (2012, p. 29-30) el magnesio es un elemento fundamental de la clorofila, también es imprescindible para la formación de azúcar, así mismo, ayuda a regular a la asimilación de distintos nutrientes.

- Calcio (Ca)

El calcio es un constituyente de las paredes celulares en forma de pectato cálcico, necesario para la mitosis normal; además de ello contribuye a la estabilidad de las membranas, mantenimiento de la estructura de los cromosomas (Jiménez, 2012, p. 29-30).

- Azufre (S)

El azufre es un elemento esencial de la proteína, y permite mantener el color verde intenso en las hojas de las plantas (Jiménez, 2012, p. 29-30). Además, forma parte de la transformación de la materia orgánica y mejora la actividad microbiana durante el proceso de descomposición de la materia (García, 2016, p.1).

2.8.1.3. *Micronutrientes*

- Zinc (Zn)

Según Tamara (2016, p.4-5) el zinc es un elemento que activa las enzimas responsables de la síntesis de ciertas proteínas, además es utilizado en la formación de la clorofila y ciertos carbohidratos.

- Boro (B)

Este elemento se utiliza con el calcio en la síntesis de las paredes celulares y es fundamental para la división celular, así mismo, ayuda con la polinización y el desarrollo de frutas y semillas (Tamara, 2016, p.4-5).

- Cobre (Cu)

Según Tamara (2016, p.4-5) este elemento es necesario para la fotosíntesis y la respiración vegetal misma que activa varias enzimas comprometidas en la síntesis de la lignina siendo esta primordial para diversos sistemas enzimáticos.

- Hierro (Fe)

El hierro es un constituyente de varias enzimas y de ciertos pigmentos, además permite reducir los nitratos, sulfatos y a la producción de energía dentro de la planta (Tamara, 2016, p.4-5).

- Manganeso (Mn)

Este elemento actúa en la germinación del polen, además, contribuye al funcionamiento de procesos como: fotosíntesis, respiración y asimilación de nitrógeno (Tamara, 2016, p.4-5).

- Molibdeno (Mo)

Es un componente primordial en dos enzimas que convierten el nitrato en nitrito y luego en amoníaco, antes de usarlo para sintetizar aminoácidos dentro de la planta, así también lo necesitan las bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno (Tamara, 2016, p.4-5).

2.9. Beneficios de los abonos orgánicos

Los abonos orgánicos conllevan un cambio de conciencia tanto ambiental, social y económico lo que permite aumentar su uso dentro de los campos agrícolas, por ello se han identificado varios puntos favorables como se observa en la tabla 1 (Orbes y Quiñones , 2021, p.22-64).

Tabla 1-2: Beneficios de los abonos orgánicos

BENEFICIOS DE LOS ABONOS ORGÁNICOS

<i>BENEFICIOS AMBIENTALES</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aprovechamiento de residuos para su uso en el desarrollo de fertilizantes, abonos y aditivos de origen vegetal. 2. Cuidado y regeneración de los suelos por medio de las prácticas agrícolas orgánicas. 3. Mejorar el nivel de fertilidad de los suelos por medio de la integración de materia orgánica rica en nutrientes. 4. Disminuir el uso de agua debido a las propiedades de absorción y retención de agua del abono orgánico. 5. Producción de alimentos agrícolas con mayores cualidades nutricionales y saludables. 6. Disminuye la generación de CO₂ causado por la descomposición de residuos orgánicos y de origen animal.
<i>BENEFICIOS ECONÓMICOS</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Considerar la comercialización del abono orgánico como un medio de obtención de recursos. 2. Disminuye gastos al no tener que comprar fertilizantes, abonos, aditivos y fungicidas sintéticos. 3. Mayor eficiencia, permitiendo una mayor producción con menos insumos.
<i>BENEFICIOS SOCIALES</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Producción de alimentos saludables. Con mejores propiedades nutricionales. 2. Evitar afectaciones de la salud producidas por el uso de sustancias químicas y sintéticas tóxicas. 3. Recuperación de los suelos, permitiendo convertir los terrenos en cultivables, mejorando la capacidad de producción.

Fuente: (Orbes y Quiñones , 2021, p.22-64).

2.10. Relación Carbono/Nitrógeno

Según García y Herran (2014, p.18) la relación C/N nos mostrara la facilidad con que la materia orgánica se degradará, si se mineraliza rápido este presenta un valor bajo (15 -20), si la velocidad de degradación es moderada presenta un valor de (25 – 40), y si la descomposición es lenta su valor es alto es decir mayor a 45.

La relación C/N mientras más alta sea, más problemas habrá de disponibilidad de N del suelo, lo cual indica que los microorganismos al tener demasiado alimento energético (carbono)

incrementa el consumo de N del suelo para su propio desarrollo y esto provoca deficiencias a las plantas (Feicán, 2011, p.17).

Tabla 2-2: Lista de proporción Carbono/Nitrógeno de Algunos Materiales Orgánicos

<i>Subproducto</i>	<i>Nitrógeno total (%)</i>	<i>Carbono orgánico (%)</i>	<i>Relación C/N</i>
<i>Gallinaza</i>	3,77	45	12
<i>Estiércol</i>	2,4	28	12
<i>Purín de cerdo</i>	3,07	41	13
<i>Siega de césped</i>	3,41	48	14
<i>Restos de lechugas</i>	3,14	44	14
<i>Mezclas de hortícolas</i>	2,74	41	15
<i>Poda de naranjo</i>	2,03	55	27
Valor deseado			30 -35
<i>Cascara de arroz</i>	0,91	44	49
<i>Caña de maíz</i>	0,96	50	52
<i>Paja de arroz</i>	0,48	53	110
<i>Serrín caducifolias</i>	0,36	57	158

Fuente: (Bueno, 2008; Barreros, 2017, p.8).

2.11. Valor nutrimental de los abonos orgánicos

Los abonos orgánicos presentan un alto contenido de nitrógeno mineral y cantidades de otros componentes nutricionales para todas las plantas, el mismo, incrementa contenidos de materia orgánica en el suelo, capacidad de retención de humedad, el pH, aumento de potasio, calcio y magnesio, esto dependiendo el nivel de aplicación que se coloque en el suelo; en cuanto a las propiedades físicas de los abonos posibilita reducir la densidad aparente y la tasa de evaporación, mejora la introducción de agua, la estructura del recurso suelo y la conductividad hidráulica, además promueve el estado fitosanitario de las plantas (Ramos y Terry, 2014, p.53).

2.12. Indicadores físicos

2.12.1. pH

Es una medición de la alcalinidad o acidez del medio, además, es un parámetro que puede condicionar la actividad biológica que descompone la materia orgánica, (Tortosa, 2013, p.1).

El pH óptimo que debe tener el abono orgánico se encuentra en un rango que varía entre 5.5 a 8 es decir neutro o ligeramente alcalino; el pH es un componente que depende de la humedad y temperatura, si estos son manejados adecuadamente se puede controlar siempre y cuando el sustrato contenga un pH alcalino (Uruchi, 2018, p.12-13).

2.12.2. Conductividad eléctrica

Es una medición de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir una corriente eléctrica, éste depende de la presencia de movilidad, iones, valencia, su concentración y de la temperatura de medición; el nivel óptimo de la conductividad eléctrica es 2.5 mmhos/cm, el nivel medio o adecuado es de 3.0 mmhos/cm y el nivel superior a 8.0 mmhos/cm, en el caso del humus si presenta un alto contenido de salinidad las lombrices pueden morir (Uruchi, 2018, p.12-13).

2.12.3. *Temperatura*

La temperatura es el resultado del balance energético entre el calor generado durante el proceso aeróbico de oxidación de los sustratos y las pérdidas de calor, siendo un componente clave en la activación microbiana y el proceso de descomposición de la materia del abono orgánico (Zarate, 2018, pp. 35-38). Por ejemplo, en el humus la temperatura adecuada es de 15 a 25 °C ya que influye en el comportamiento de las lombrices y a su vez en la producción y fecundación del mismo, si la temperatura son superiores a 35 °C las lombrices se mueren (Mosquera, 2010, p.6-7).

2.12.4. *Humedad*

La Humedad permite identificar los ambientes para el desarrollo de la actividad y reproducción microbiana, debido a que el exceso y ausencia de humedad son nocivos para la fabricación del producto final del abono orgánico, por ello la humedad adecuada para el proceso de producción del abono orgánico fluctúa entre el 50 y 60 % (Mosquera, 2010, p.6-7).

2.12.5. *Aireación*

El oxígeno un elemento principal para el proceso de fermentación del abono, es necesario para que no exista limitaciones en el proceso aeróbico del mismo, además debe existir entre un 5 a 10 % de concentración de oxígeno en los macroporos de la masa (Cuarán,2010, p.41).

2.12.6. *Color*

El color se encuentra relacionado con el nivel de desintegración de los desechos orgánicos a compostar, el color final del producto depende del material inicial, en el caso que proceda de excrementos son totalmente marrones, si proviene de material de color verde la tonalidad es negro oscuro, sin embargo, el producto final presenta color marrón oscuro, casi negro (Moreno y Moral, 2008; Carrión y Franco, 2015, p.41).

2.13. Macroorganismos

Según Yugsi (2011, p.15-18) son seres vivos identificables y visibles, cooperan a desintegrar el residuo orgánico, en el cual se encuentran principalmente la lombriz, hormigas, escarabajos, cienpiés y milpiés, ácaros, moscas, caracoles, entre otros; su función es remover, moler, masticar y en general triturar físicamente los residuos de cosechas, estiércol de animal y desechos de cocina, lo cual incrementan el área superficial para permitir el acceso de los microorganismos.

2.14. Microorganismos

Según (Yugsi, 2011, p.15-18) son seres vivos microscópicos, que habitan en el suelo y no se los puede observar a simple vista, la gran mayoría facilita a la desintegración de los desechos orgánicos; entre estos microorganismos encontramos a los hongos, bacterias, actinomicetos, protozoos y levaduras; además, existen microorganismos aerobios y anaerobios, no obstante, los más eficientes son los microorganismos aerobios para obtener un buen proceso de la materia orgánica.

2.15. Tipos de abonos orgánicos

3.14.1. Compost

Es el resultado de la descomposición de diferentes materiales orgánicos, por acción de los microorganismos y macroorganismos en presencia de oxígeno; este abono requiere un proceso de 3 a 5 meses, para acelerar su proceso de descomposición se puede incorporar microorganismos y obtener un abono orgánico en menor tiempo y de buena calidad (Yugsi, 2011, p.15-18).

El compostaje presenta una serie de procesos, el mismo presenta diferentes etapas el cual se pueden clasificar por la temperatura del siguiente modo:

Etapas Mesófila: La parte inicial de compostaje comienza a temperatura ambiente y con el paso de los días u horas la temperatura toma aumento a 45 °C, esto se debe la actividad microbiana al descomponer las primeras fuentes de C y N generando una gran actividad enzimática que produce el calor, esta fase tiene una duración de 2 a 8 días (FAO, 2013; Torres, 2021, p. 12-16).

Fase Termófila o de Higienización: En esta etapa el material presenta una temperatura superior a 45 °C, y los microorganismos que crecen a temperaturas medias son remplazadas por microorganismos con capacidades térmicas más altas que promueven a la descomposición de C en estructuras más complejas como lignina y celulosa. Esta etapa también es conocida como etapa de esterilización debido a que el calor generado elimina las bacterias y los contaminantes fecales,

así mismo, cuando el material presente temperaturas superiores a 55 °C se eliminan los huevos de parásitos, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas, siendo este uno de los procesos fundamentales para asegurar un proceso de calidad (FAO, 2013; Torres, 2021, p. 12-16).

Fase de Enfriamiento o Mesófila secundaria: En esta fase las fuentes de C y N se agotan en el material de compostaje y vuelve a temperaturas de 40 a 45 °C. durante esta fase los polímeros como la celulosa sigue descomponiéndose, por la presencia de algunos hongos. En esta ocasión los microorganismos que crecen a temperaturas medias reanudan su actividad y el pH desciende levemente, pero puede permanecer ligeramente alcalino; este proceso de enfriamiento puede durar varias semanas y se puede confundir con el proceso de higienización (FAO, 2013; Torres, 2021, p. 12-16).

Fase de maduración: Esta etapa su temperatura ambiente lleva varios meses, lo cual tendrá lugar a una reacción secundaria de condensación y polimerización de los compuestos de carbono para crear ácidos húmicos y fúlvicos (FAO, 2013; Torres, 2021, p. 12-16).

Materiales de partida para el proceso de compostaje

Los elementos para el compostaje se utilizan productos orgánicos fermentables el mismo que presenta diferentes criterios: a) residuos provenientes de la actividad ganadera: estiércoles, orines, pelos y plumas, huesos; b) residuos provenientes de la actividad agrícola: rastrojos de los cultivos, residuos de podas de árboles y arbustos, residuos de malezas, residuos provenientes de la actividad forestal, aserrín, hojas y ramas, cenizas; c) residuos provenientes de la actividad industrial, pulpa de café, bagazo de caña de azúcar, cachaza; d) residuos provenientes de la actividad urbana: basura doméstica, aguas (Cuarán,2010, p.41).

Procedimiento para elaborar compost:

- Delimitar la superficie donde se va a realizar el compost
- Colocar una capa de bagazo o tallos de maíz picado de más o menos 20 cm de altura, el mismo que ayudara a mejorar la aireación y drenaje de la compostera.
- Seguidamente se incorpora una capa de residuos de cosechas de 20 cm de altura.
- Posterior a ello, colocar una capa de 10 cm de estiércol.
- A continuación, se incorpora una capa de 5 cm de ceniza o cal agrícola.
- Se cubre con una capa de tierra agrícola de 10cm.
- Se coloca una capa de 20cm aproximadamente de material tierno (leguminosas) bien picado.
- Se procede a regar con agua toda la cama.

- Se repite el procedimiento
- Una vez terminada la cama se procede a esperar 15 días para mezclar o incorporar todos los elementos (Feicán, 2011, p.29).

3.14.1.1. Indicadores físicos del compost

- Humedad

La humedad del compost oscila entre el 35 – 45%, sin embargo, si la humedad está por debajo del 35% quedan inestables, así mismo, si esta menos del 30% son de manejo desagradable y se pulverizan (Torrento, 2011; Carrión y Franco, 2015, p.41).

- Densidad aparente

El compost en su mayoría presenta una relación entre el peso del material y el volumen de 400 a 700 kg por metro cubico; no obstante, la humedad del producto, el tamaño de la partícula, el contenido en materia orgánica y el grado de descomposición afecta la densidad del material (Moreno y Moral, 2008; Carrión y Franco, 2015, p.41).

- Granulometría y porosidad

El tamaño de partícula permite conocer el grado de descomposición del material y establecer sus posibles usos. La textura del sustrato oscila entre 0,25 y 2,5 mm el cual es media gruesa, lo que permite una retención de agua y contenido de aire adecuado. El volumen total del material no ocupado por las partículas orgánicas es la porosidad y su nivel adecuado es mayor al 80% (INTEC, 1999; Carrión y Franco, 2015, p.41).

- Olor

Indica presencia de olores desagradables, el mismo se da por la descomposición de ácidos orgánicos o que han sufrido procesos anaerobios que producen ácido sulfhídrico y amoníaco lo cual provoca el mal olor (Moreno y Moral, 2008; Carrión y Franco, 2015, p.41).

- Temperatura

Para el proceso de compostaje es fundamental tomar en cuenta la temperatura debido a que cuando éste aumenta durante la primera fase del proceso de compostaje indica la presencia de materiales

fácilmente biodegradables y un trabajo con una condición adecuada avanza correctamente. Además, la variación de la temperatura que presenta el proceso del compostaje nos proporciona información directa para asegurarnos que mantenga un equilibrio entre la higienización máxima y la biodegradación (Torres, 2021, p. 12-14).

3.14.1.2. Ventajas del compostaje

Una de las principales ventajas del compost es el reciclar y eliminar muchos tipos de residuos solucionando los problemas que ocasionaría su vertido; además de ello aumenta la estabilidad biológica lo que resuelve los efectos desfavorables de la descomposición orgánica sobre el propio suelo (Cuarán, 2010, p.41).

3.14.2. Humus

El humus es un abono orgánico que resulta de la transformación de los residuos orgánicos compostados por medio de la lombriz roja Californiana (*Eisenia foetida*), la materia orgánica es descompuesta por esta especie por medio de su ingesta y excreta y permite la descomposición con mayor rapidez; un compost rico en nutrientes y en microorganismos es asimilable para las plantas y el suelo (Garro, 2016, p.40).

La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) es una lombriz de tierra y es la más utilizada para el tratamiento de lombricultura, además, descompone cualquier tipo de desecho orgánico y lo convierte en lombricomposta (Canales, Solís, et al, 2020, pp.1). Los intestinos de la lombriz convierten los nutrientes contenidos en la materia orgánica en sustancias que puedan ser absorbidas y asimiladas por las raíces de las plantas (Espín & Yupángui, 2022, p. 15).

Procedimiento para elaborar Humus:

- Elección del sitio: elegir un lugar protegido de las lluvias y soles intensos, evitar excesiva evaporación, luz, calor, inundación y propagación de olores.
- Elección del recipiente: obtener un recipiente sin drenaje para la colecta de materia orgánica (restos de frutas, verduras, cascara de huevo, etc.)
- Obtención de lombrices: para colocar lombrices el recipiente debe estar previamente con una base de tierra, posterior a ello colocar las lombrices, luego colocar los residuos orgánicos y taparlo con materia seca.

- Colocar periódicamente el material orgánico, hojas secas, ramas, etc. para conservar la humedad, evitar la luz y mantener a las lombrices con su respectivo alimento (ETEA & IM, 2018, p.36-37).

3.14.2.1. Materiales para colocar en el humus

En este abono se puede añadir estiércol, papel, cartón sin pintura, frutas, vegetales, cascara de huevo, poda o corte de pasto, residuos de cosecha, granos de cereales, paja (FAO. & MADS, 2018, p.100).

3.14.2.2. Indicadores físicos del humus

- Humedad

El rango ideal de humedad de este abono oscila entre los 70 – 80 %, debido a que la lombriz respira por la piel, y si presenta demasiada humedad éste impedirá su respiración y su fecundación (Román, Martínez, & Pantoja, 2013, p.71).

- Temperatura

El humus debe permanecer a una temperatura entre el 19 – 25 C, temperatura adecuada para la lombriz, una temperatura más alta matará a las mismas (FAO. & MADS, 2018, p.100).

- pH

Un pH adecuado es el factor de una buena calidad de abono, los valores óptimos del pH comprenden entre 6.5 y 7.5 (FAO. & MADS, 2018, p.100).

- Aireación

Para su proceso vital del abono requiere aireación, es decir, remover las camas con rastrillo por lo menos cada siete días (Román, Martínez, & Pantoja, 2013, p.71).

3.14.2.3. Beneficios del humus

- Presenta un alto contenido de elementos esenciales para las plantas como son N, P, K, Ca y Mg, además de ello es rico en oligoelementos esencial para la vida de todo organismo y resulta un material completo a diferencia de los fertilizantes químicos.

- Posee un alto índice de microorganismos y de enzimas que permiten desintegrar la materia orgánica.
- Presenta alta cantidad de auxinas y hormonas vegetales que actúan sobre el crecimiento de la planta.
- Aumenta la carga bacteriana aproximadamente 20.000 millones por gramo, el cual supera a los mejores abonos de animales, por ende, actúa sobre las sustancias orgánicas del terreno y las transforma en sustancias asimilables (Cuarán,2010, p.41).

CAPITULO III

3.1. Enfoque de investigación

Mediante la investigación realizada se determinó un enfoque mixto, de manera que es un proceso que permitió recolectar y analizar datos cuantitativos y cualitativos en el mismo estudio para responder la hipótesis planteada, por ello, es necesario resaltar que:

Cualitativo: a través de la investigación cualitativa se crea un proceso de estudio mismo que ayudó a la determinación de las variables, corroborando mediante investigaciones desarrolladas con anterioridad, a través de Tesis, artículos científicos, libros, entre otros. Vinculado a esto la revisión sistemática de literatura, que permitió seleccionar información de la temática de investigación para ser analizados y formar una visión global de los componentes físicos - químicos de los abonos orgánicos.

Cuantitativo: con la utilización de este método se consiguió evaluar muestras de abono orgánico (humus, compost) la cual permitió aportar al desarrollo de la verificación de hipótesis planteada en el estudio de investigación.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación del trabajo de integración curricular se desarrolló de la siguiente manera:

Descriptivo: es un método que permite recopilar información de manera cuantificable para realizar un análisis estadístico, en este caso de los abonos orgánicos (humus y compost), el cual permitió conocer los valores de los componentes físicos- químicos de las muestras analizadas.

Correlacional: mediante este nivel de investigación se logró conocer la relación que existe entre las variables de estudio mismo que se verifico con el nivel de significancia entre ellas.

3.3. Diseño de investigación

3.3.1. *Según la manipulación o no de la variable independiente*

El diseño de investigación del presente trabajo se determinó como:

Experimental: este diseño de investigación permitió obtener datos cuantitativos de las variables del presente estudio mediante un análisis de laboratorio y por la técnica manual reducción de cuarteo de muestra global de sólidos en base a la norma NTE INEN 220:2013.

3.3.2. *Según las intervenciones en el trabajo de campo*

La presente investigación de campo es un estudio transversal, por tanto, permitió analizar los datos obtenidos de las muestras de estudio en un tiempo determinado, mismo que contribuyó a la identificación de la vialidad de los abonos orgánicos (humus y compost) en base a la norma NTE INEN 221:1997.

3.4. Tipo de estudio

El siguiente trabajo de integración curricular fue un tipo de estudio:

Documental

Dado a que es una técnica de investigación cualitativa que permitió recopilar, analizar, u organizar información sobre el estudio, por ende, la investigación se realizó mediante una revisión de literatura sistemática por medio de la utilización del buscador Google académico, donde se obtuvo fuentes documentales referente a la temática de estudio a través de libros, revistas científicas, tesis, etc.

Campo

Con el estudio de campo se realizó la recolección de datos de los abonos orgánicos humus y compost, el cual permitió ejecutar el análisis físico-químico del mismo.

3.5. Población y planificación, selección y tamaño de la muestra

Población

Para (Carrillo, 2015 p. 5) es el “Conjunto de individuos, objetos, elementos o fenómenos en los cuales puede presentarse determinada característica susceptible de ser estudiada”.

La población de estudio se realizó en la estación experimental Tunshi de la Epoch, en donde se obtuvo 226 kilogramos de compost y 165 kilogramos de humus, y se aplicaron la técnica manual, reducción de cuarteo de muestra global de sólidos en base a la norma NTE INEN 220:2013, en el

cual tiene como objetivo establecer el procedimiento para la toma de muestras de fertilizantes o abonos, el mismo que se aplicó dentro de las unidades de estudios.

Muestra

La muestra de estudio se desarrolló por recolección de datos de los abonos orgánicos (humus y compost) en base a la normativa INEN 220:2013. Para realizar la técnica manual de reducción en la toma de muestras solidas es necesario tener una superficie plana y lisa, una pala, regla, compas, y fundas plásticas.

La recolección de datos primarios se desarrolló de la siguiente forma:

Compost

- Para la recolección de datos se procedió enumerar los sacos que contenían el abono orgánico.
- Luego se pesó cada saco para determinar la cantidad total de los 9 sacos, el cual se obtuvo 226 kilogramos.
- Posterior a ello se realizó una relación de la cantidad total de abono con la tabla de muestras elementales de fertilizantes en base a la norma NTE INEN 220:2013, y se procedió a sacar cantidades de cada saco para ajustar 14 kilogramos y el mismo se homogenizo.
- Se colocó la muestra global en una superficie lisa en donde el producto no pueda ser contaminado ni alterada, se homogenizo y se formó un cono.
- Después se allano el vértice del cono y se dividió la muestra en cuatro partes planas, continuamente desechamos dos porciones opuestas y mezclamos las partes restantes, este proceso se repitió hasta obtener 3 muestras para el estudio.
- Las muestras reducidas se colocaron en recipientes limpios y secos, se sellaron herméticamente, y se colocaron con su debida identificación.
- Las muestras se llevaron a un laboratorio para su análisis respectivo.

Humus

- Para la recolección de datos se procedió enumerar los sacos que contenían el abono orgánico.
- Luego se pesó cada saco para determinar la cantidad total de los 9 sacos, el cual se obtuvo 165 kilogramos.

- Posterior a ello se realizó una relación de la cantidad total de abono con la tabla de muestras elementales de fertilizantes en base a la norma NTE INEN 220:2013, y se procedió a sacar cantidades de cada saco para ajustar 14 kilogramos y el mismo se homogenizo.
- Se colocó la muestra global en una superficie lisa en donde el producto no pueda ser contaminado ni alterada, se homogenizo y se formó un cono.
- Después se allano el vértice del cono y se dividió la muestra en cuatro partes planas, continuamente desechamos dos porciones opuestas y mezclamos las partes restantes, este proceso se repitió hasta obtener 3 muestras para el estudio.
- Las muestras reducidas se colocaron en recipientes limpios y secos, se sellaron herméticamente, y se colocaron con su debida identificación.
- Las muestras se llevaron a un laboratorio para su análisis respectivo.

3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

3.6.1. Equipos y Materiales

❖ Materiales

Pala

Azadón

Plástico

Machete

Manguera

Oz

Cartulina

Compas

Lápiz

Libreta de apuntes

Saquillos

Fundas ziploc

Guantes

Regla

Tamiz

❖ Equipos

Cámara fotográfica

Balanza

❖ Insumos

Abono de cuy
Abono verde (Vicia, avena)
Hortaliza (lechuga, acelga)
Cascarilla de Arroz
Residuos Orgánicos (desechos de fruta, residuos de comida)
Hojas secas
Tierra Negra
Lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*)
Agua

3.6.2. Métodos: (objetivos)

1. La elaboración de los abonos orgánicos humus y compost procedió de la siguiente manera:

➤ Compost

- Se recolecto material vegetal y animal para la conformación de la compostera, esta estuvo compuesta por material vegetal producido en la zona el cual se recolecto 27,12 kg de estiércol de cuy, 36,16 kg de abono verde (avena y vicia), 27,12 kg de hortalizas (lechuga y acelga), y 45,2 kg de cascarilla de arroz.
- Se aprovechó el área de Bioinsumos del centro de Bioconocimiento de la estación experimental Tunshi de la Espoch, donde se implementó la compostera de 1m de ancho por 3 m de largo como se observa en la ilustración 2-3.



Ilustración 2-3: Espacio disponible para realizar el compost

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

- Después, se trituró el material vegetal con machete para acelerar el proceso de descomposición (Ilustración 3-3).



Ilustración 3-3: Corte de material seco

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

- Posteriormente se colocó una capa de 45,2 kg de cascarilla de arroz como base en relación al espacio establecido, posterior a ello se puso 36,16 kg de abono verde (Avena y vicia), luego 27,7 kg de estiércol de cuy, después se cubrió con 27,12 kg de hortalizas (lechuga y acelga) y finalmente 9,04 litros de agua y se repitió el proceso una vez más como se observa en la ilustración 4-3.



Ilustración 4-3: Compost

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

- Luego, con la ayuda de una manguera se colocó agua.
- Finalmente, se esperó 15 días para realizar el primer volteo con una azada para que los elementos se mezclen; el volteo de la mezcla se realizó durante todo el tiempo hasta la obtención del producto final (ilustración 5-3), además se cubrió con plástico con el objetivo de controlar la humedad y la temperatura (ilustración 6-3).



Ilustración 5-3: Volteo del compost

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.



Ilustración 6-3: Colocación de plásticos

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

➤ Humus

- Se recolecto material vegetal para la conformación del humus, esta estuvo compuesta por material vegetal y residuos orgánicos producidos en la zona como: 7 kg de hortalizas, 7 kg de hojas secas, 10 kg de cascarilla de arroz, 40kg de residuos de comida, 20 kg de desechos de frutas y 100 kg de tierra negra.
- Se aprovecho el área de Bioinsumos del centro de Bioconocimiento de la estación experimental Tunshi de la Espoch, donde se implementó la cama de humus donde midió 1m

de ancho por 3 m de largo y una profundidad de 50cm como se observa en la ilustración 7-3.



Ilustración 7-3: Cama de humus

Realizado por: Pico, Máyuri,2022.

- Después, se colocó 100 kg de tierra negra como base en relación al espacio establecido que fue de 3m de largo por 1 de ancho con una profundidad de 50cm.
- Posteriormente se colocó una capa de 24 kg de desechos vegetales (hortalizas, hojas secas y cascarilla de arroz), Después 60 kg de residuos orgánicos (residuos de comida y desechos de fruta), este hecho se repite 3 veces más a diferencia de las lombrices y la tierra negra.
- Luego se colocó 2 kg de lombriz roja californiana, para acelerar el proceso de descomposición de los residuos orgánicos, (ilustración 8-3).



Ilustración 8-3: Colocación de lombrices

Realizado por: (INEN, 2013, pp. 6).

- Se espera 10 días para el proceso del volteo, el mismo que se lo realiza durante todo el proceso con mucho cuidado hasta obtener el producto final, (ilustración 9-3).



Ilustración 9-3: Volteo de humus

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

- Finalmente, se colocó residuos orgánicos constantemente para que la lombriz se mantenga con alimento (ilustración 10-3), además se cubrió con plástico con el objetivo de controlar la humedad y la temperatura.



Ilustración 10-3: Colocación de residuos orgánicos

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022

1. Para nuestro segundo objetivo se recolecto información de tesis, artículos científicos, libros, entre otros que contengan investigación específica de la parte físico-químico de los abonos

orgánicos humus y compost; se realizó de forma descriptiva de diferentes investigaciones similares a la indagación bibliográfica realizada con una implementación de un formato basado a la normativa ISO 690.

2. La identificación de los componentes físico - químico se realizó con los debidos parámetros que son: pH, conductividad eléctrica, N, P, K, Ca, Mg, materia orgánica, Mn y Zn que rige la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 221:1997 y el manual del INIAP número 89 de producción de Abonos Orgánicos en el cual se considera las determinaciones básicas del abono orgánico. Posterior a ello se efectuó la toma de muestras con la referencia de la tabla de número de muestras elementales de fertilizantes conjuntamente con la técnica Reducción por cuarteo de muestra global de sólidos de manera manual, en base a la norma NTE INEN 220:2013 el cual se aplicó para los dos abonos orgánicos humus y compost. Para lo cual se tomó 3 muestras de cada abono, y se envió al laboratorio para su debida evaluación, el mismo se ejecutó de la siguiente manera:

- Una vez obtenido el producto final del abono se pesó cada saco en kilogramos, para determinar la cantidad total del mismo. (ilustración 11-3)



Ilustración 11-3: Pesado de cada saco de abono orgánico

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

- Posterior a ello, se extrajo muestras elementales completamente al azar (ilustración 12-3), luego se homogenizo, posteriormente se determinó el tamaño de lote para conocer cuantas muestras debemos extraer en función a la ilustración 13-3.



Ilustración 12-3: Extracción de muestras elementales

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

Tamaño del lote (Kg)		Número mínimo demuestras elementales
Hasta	15	3
16 -	25	4
26 -	50	5
51 -	90	7
91 -	150	10
151 -	280	15
281 -	400	20
401 -	500	25
501 -	1 200	35
1 201 -	3 200	50
3 201 -	10 000	75
10 001 -	35 000	100
35 001 -	150 000	150
Mayor a	150 000	200

Ilustración 13-3: Tamaño de lote

Realizado por: (INEN, 2013, pp.6)

- Se colocó la muestra global en una superficie lisa en donde no pueda ser contaminada ni alterada, se homogenizo y se formó un cono, como se observa en la ilustración 14-3.



Ilustración 14-3: Muestra en forma de cono

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

- Después se dividió la muestra en cuatro partes planas (ilustración 15-3), se desechó dos porciones opuestas (ilustración 16-3), el restante se colocó en fundas herméticas para ser etiquetadas y llevar a un laboratorio para su respectivo análisis. (ilustración 17-3)



Ilustración 15-3: División en 4 partes

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.



Ilustración 16-3: Desecho de muestra

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.



Ilustración 17-3: Etiquetado de la muestra

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

3. Dentro del cuarto objetivo se realizó una comparación de medias mediante un análisis estadístico multivariante, para un estudio comparativo y establecer si existe una diferencia de los análisis físico-químico de los abonos orgánicos realizados en la estación experimental Tunshi con los abonos comerciales.

3.6.3. Técnicas e instrumentos de investigación

Métodos de control de calidad de los datos

El número de repeticiones de las muestras de los abonos orgánicos humus y compost realizados en la estación experimental Tunshi se realizó en base a la normativa NTE INE 220:2013 en el cual se aplica un muestreo simple, en la inspección por variables, con base en una muestra aleatoria simple.

Modelos de análisis e interpretación

Se comparó los datos obtenidos de los abonos orgánicos realizados en la estación experimental Tunshi-Espoch, con antecedentes de abonos comerciales, para analizar las diferentes cantidades que presentan los componentes físico-químico y verificar sus diferencias.

Para el análisis estadístico se desarrolló una comparación de medias mediante un análisis multivariante, para verificar si existe una diferencia significativa entre los abonos orgánicos de Tunshi (humus y compost) con los abonos comerciales y establecer si aceptan o rechazan la hipótesis planteada en el presente trabajo de estudio.

CAPITULO IV

MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

➤ Los abonos orgánicos pueden ser de origen vegetal, animal o mixta, donde contienen varios elementos primarios como son: nitrógeno, fosforo y potasio, que influyen dentro del proceso de descomposición de la materia, para ello, se procede a realizar una serie de pasos como se muestra a continuación:

Para la preparación de abono orgánico humus y compost se colocó los siguientes materiales que se pueden identificar en las diferentes tablas:

- Compost

Tabla 3-4: Componentes de origen vegetal y animal

Cantidad (Kg)	Componentes de origen animal	Componentes de origen vegetal
27,12	Estiércol de cuy	
36,16		Abono verde (avena, vicia)
27,12		Hortalizas (lechuga, acelga)
45,2		Cascarilla de arroz
9,04		Agua

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

Como se observa en la siguiente tabla 3-4 se colocó 45,2 kg de cascarilla de arroz como base en relación al espacio donde se realizó en la investigación, posterior a ello se puso 36,16 kg de Abono verde (avena y vicia), luego 27,12 kg de estiércol de cuy, después se cubrió con 27,12 kg de hortalizas (lechuga y acelga) y finalmente se regó 9,04 litros de agua para que los organismos encargados de la descomposición desarrollen su actividad, el mismo proceso se repitió una vez más, dando una cantidad inicial de 289,28 kg. No obstante, se verificó el material orgánico cada 2 días por semana para controlar la humedad e ingreso de animales domésticos, así mismo se realizó el primer volteo después de los 15 días para que los residuos orgánicos se vayan descomponiendo, posterior a ello se volteó dos veces por semana, para lo cual el compost alcanzó un proceso de 180 días. El producto final de compost se obtuvo:

Tabla 4-4: Cantidad obtenida de Compost

Material orgánico	Masa Inicial (Kg)	Masa Final (Kg)	Masa perdida (Kg)	Masa perdida (%)
Compost	289,28	226	63,28	78,13

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

Tal como indica la tabla 4-4 se inició con una cantidad de 289,28 kg conformados por los componentes mencionados en la tabla 3-4 y una vez alcanzado el proceso durante 180 días se obtuvo una cosecha de 226 kg de compost, teniendo un 78,13 % que corresponde al 63,28 kg de masa orgánica perdida durante el proceso de descomposición y tamizaje.

- Humus

Tabla 5-4: Componentes de origen vegetal

Cantidad (kg)		Componentes de origen vegetal
		Desechos vegetales
24	7	Hortalizas
	7	Hojas secas
	10	Cascarilla de arroz
Cantidad (kg)		Residuos orgánicos
60	40	Residuos de comida
	20	Desechos de fruta
100		Tierra negra
2		Lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>)

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

Como se observa en la tabla 5-4 se colocó 100kg de tierra negra como base en relación al espacio establecido que fue de 3m de largo por 1 de ancho con una profundidad de 50cm, luego se puso 24kg de desechos vegetales (hortalizas, hojas secas y cascarilla de arroz), posteriormente se introdujo 2 kg de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) el cual ayuda acelerar el proceso de

descomposición de la materia, luego se cubrió con 60 kg de residuos orgánicos (residuos de comida y desechos de fruta) que sirve como alimento para la lombriz; este hecho se repite 3 veces más, a diferencia de la tierra negra y la lombriz debido a que con el paso del tiempo se va reproduciendo, dando así una cantidad inicial de 436kg. No obstante, se verificó el material orgánico cada 2 días por semana para controlar la humedad, ingreso de animales domésticos, colocación de residuos orgánicos que sirvió de alimento para las lombrices; así mismo se realizó el volteo después de 10 días para que los residuos orgánicos se descompongan, posteriormente se volteó 2 veces por semana. Este abono orgánico humus alcanzo un proceso de 180 días, para lo cual se obtuvo el producto final dando una cantidad de:

Tabla 6-4: Cantidad inicial y final de Humus

Material orgánico	Masa Inicial (Kg)	Masa Final (Kg)	Masa sobrante (Kg)	Masa sobrante (%)
Humus	436	116	112	26,60

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

Tal como indica la tabla 6-4 se inició con una masa inicial de 436 kg el mismo que fue conformado por los componentes mencionados en la tabla 5-4 y una vez alcanzado el proceso durante 180 días se obtuvo una masa final de 116 kg de humus, teniendo un 26,60% mismo que representa la masa sobrante de 112 kg por falta de descomposición de la materia, el cual se devolvió a la cama del proceso de humificación en donde quedó 10 cm de alto de residuos orgánicos a lo largo del espacio establecido, siendo el material colocado para que las lombrices se aglomeren en un solo lugar.

- **Proporción Carbono Nitrógeno**

Dentro del proceso de fermentación de materia orgánica es importante conocer la relación carbono/nitrógeno de los materiales que se aplican para realizar los abonos orgánicos, por ello se toma en cuenta los valores que se establecen en la siguiente tabla 7-4 debido a que el carbono y el nitrógeno deben estar en la proporción correcta para evitar que el proceso se retrase cuando éste se encuentra en relaciones altas de C/N o evitar la pérdida de nitrógeno cuando está en relaciones baja de C/N. Debido a que los microorganismos utilizan carbono 15 a 30 partes de carbono por 1 de nitrógeno, además, se estima que la relación C/N óptima está valorado de 25 a 35 partes de carbono por 1 de nitrógeno (Torres, 2021, p. 12-16). No obstante, si la relación C/N es baja, el nitrógeno se eliminará del medio en forma de amoníaco, el cual produce un aumento del pH del abono; para aumentar la relación C/N es recomendable colocar residuos ricos en carbono

(vegetales), y para disminuir la relación C/N se adiciona residuos con alto contenido en nitrógeno como urea, purines, restos de animales (Zarate, 2018, p. 35-38).

Tabla 7-4: Lista de proporción Carbono/Nitrógeno de algunos materiales orgánicos

Subproducto	Relación C/N
Abono verde	10/1
Restos de hortalizas	37/1
Cascara de arroz	66/1
Restos de frutas	40/1
Residuos de comida	15/1
Hojas secas	40/1
Estiércol del cuy	20/1

Fuente: (Stronguilo, Chacón, 2015, pp 47).

- Cálculo del balance de C/N del Compost

De acuerdo a la tabla 3-4 componentes de origen animal y vegetal utilizados por duplicado en el proceso de compostaje alcanzó una cantidad total de 271,2 kg y éste se tomó como el 100% del peso para poder hallar el porcentaje correspondiente de cada componente, lo cual se resolvió mediante una regla de tres para cada uno de los componentes:

$$271 \text{ kg de mezcla es } \text{-----} 100\%$$

$$\text{Componente orgánico kg} \text{-----} \times$$

Tabla 8-4: Porcentaje de cada componente orgánico animal y vegetal

Detalle	Formula	Resultado
Estiércol de Cuy	$(54,24 \text{ kg}) \times (100 \%) / 271,2$	20 %
Abono verde	$(72,32 \text{ kg}) \times (100 \%) / 271,2$	26,66%
Hortalizas	$(54,24 \text{ kg}) \times (100 \%) / 271,2$	20 %
Cascarilla de arroz	$(90,4 \text{ kg}) \times (100 \%) / 271,2$	33,33 %

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

Tabla 9-4: División de cada uno de los resultados anteriores entre 100

Detalle	Formula	Resultado
Estiércol de Cuy	$(20 \%) / 100$	0.2
Abono verde	$(26,66\%) / 100$	0.2666
Hortalizas	$(20 \%) / 100$	0.2

Cascarilla de arroz	(33,33 %) / 100	0.3333
---------------------	-----------------	--------

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

Tabla 10-4: Multiplicación con los valores correspondientes de la tabla 7-4 lista de proporción de carbono/nitrógeno de componentes orgánicos

Detalle	Formula	Resultado
Estiércol de Cuy	0.2 x 20	4
Abono verde	0.2666 x 10	2.7
Hortalizas	0.2 x 37	7.4
Cascarilla de arroz	0.3333 x 66	21.9

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

Tabla 11-4: Sumatoria total

Detalle	Resultado
Estiércol de Cuy	4
Abono verde	2.7
Hortalizas	7.4
Cascarilla de arroz	21.9
TOTAL	36

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

Dado al resultado final obtuvimos una relación carbono/nitrógeno de 36/1 y mantiene un alto contenido de C/N, lo cual es necesario incorporar residuos con alto contenido de nitrógeno para que se encuentra dentro del rango establecido para un buen compostaje.

Cálculo del balance C/N del Humus

De acuerdo a la tabla 5-4 componentes de origen vegetal colocados por cuatro veces en el proceso del humus alcanzó una cantidad total de 336 kg y éste se tomó como el 100% del peso para poder hallar el porcentaje correspondiente de cada componente, lo cual se resolvió mediante una regla de tres para cada uno de los componentes:

$$271 \text{ kg de mezcla es } \text{-----} 100\%$$

$$\text{Componente orgánico kg} \text{-----} x$$

Tabla 12-4: Porcentaje de cada componente orgánico vegetal

Detalle	Formula	Resultado
Hortalizas	(28 kg) x (100 %) / 336	8.33 %

Hojas secas	$(28 \text{ kg}) \times (100 \%) / 336$	8.33%
Cascarilla de arroz	$(40 \text{ kg}) \times (100 \%) / 336$	11.90%
Residuos de comida	$(160 \text{ kg}) \times (100 \%) / 336$	47.61%
Desechos de fruta	$(20 \text{ kg}) \times (100 \%) / 336$	5.95%

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

Tabla 13-4: División de cada uno de los resultados anteriores entre 100

Detalle	Formula	Resultado
Hortalizas	$(8.33 \%) / 100$	0.0833
Hojas secas	$(8.33 \%) / 100$	0.0833
Cascarilla de arroz	$(11.90 \%) / 100$	0.119
Residuos de comida	$(47.61 \%) / 100$	0.4761
Desechos de fruta	$(5.95 \%) / 100$	0.0595

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

Tabla 14-4: Multiplicación con los valores correspondientes de la tabla 7-4 lista de proporción de carbono/nitrógeno de componentes orgánicos

Detalle	Formula	Resultado
Hortalizas	0.0833×37	3.1
Hojas secas	0.0833×40	3.3
Cascarilla de arroz	0.119×66	7.9
Residuos de comida	0.4761×15	7.1
Desechos de fruta	0.0595×40	2.4

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

Tabla 15-4: Sumatoria total

Detalle	Resultado
Hortalizas	3.1
Hojas secas	3.3
Cascarilla de arroz	7.9
Residuos de comida	7.1
Desechos de fruta	2.4
TOTAL	23.8

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

Dado al resultado final obtuvimos una relación carbono/nitrógeno de 23.8/1 en el cual mantiene una disponibilidad moderada de nitrógeno y carbono, lo cual es el ideal debido a que se encuentra dentro del rango para un buen humus.

➤ La búsqueda de información sistemática de literatura permitió seleccionar información de estudios con el objetivo de resumir la investigación existente con respecto a los componentes físico-químicos presentes en los abonos orgánicos.

En la siguiente ilustración 18-4 se presenta el algoritmo de búsqueda para la revisión de los componentes físico-químico presentes en los abonos orgánicos, de esta manera se seleccionaron 30 artículos científicos y 35 trabajos de titulación, para ello fueron utilizados los siguientes criterios de búsqueda:

Idioma: español

Temporalidad de publicación: 2018 al 2022

Tipo de investigación: Artículos científicos y trabajos de titulación de tercer nivel.

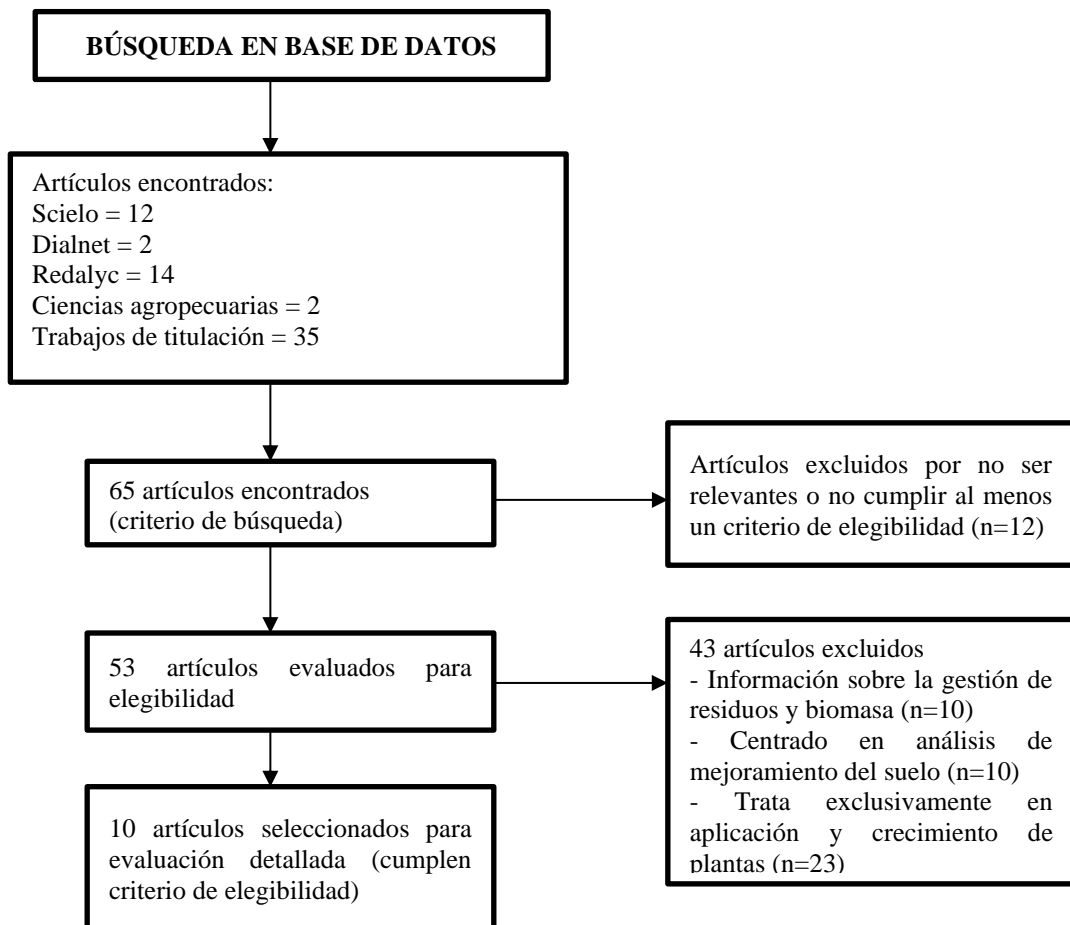


Ilustración 18-4: Algoritmo de búsqueda bibliográfica

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

Una vez que se finalizó la revisión sistemática de la literatura bajo los parámetros mencionados se destacó lo siguiente:

- En todos los artículos con criterio de elegibilidad mantienen que los abonos orgánicos ayudan a mitigar los contaminantes que provocan los fertilizantes químicos al medio natural.
- En todos se toma en cuenta la temperatura debido a que es el factor clave en el proceso de la descomposición de la materia, para lo cual oscila entre el 40 y 70°C el mismo que es el óptimo para la realización del abono orgánico ya que favorece una rápida estabilidad de los sustratos y destruye los organismos patógenos.
- La humedad es otra variable que destaca en todos los artículos seleccionados, debido a que permite el movimiento de los nutrientes, así mismo, el proceso de compostaje debe llevarse a cabo con una humedad inicial de 55 a 85 % y el valor final entre 30 y 40%.
- La aireación también forma parte fundamental dentro del proceso de descomposición de la materia, ya que el contenido del oxígeno en el fondo de los desechos no debe ser inferior al 5 o 7% debido a que aumenta la actividad microbiana, reduce la humedad excesiva y controlar la temperatura.
- La relación Carbono/Nitrógeno también es primordial para un proceso de abono orgánico ya que es importante equilibrar los nutrientes especialmente del nitrógeno (N) y el carbono (C) para evitar el retraso del proceso en relaciones altas de C/N o para evitar la pérdida de nitrógeno (N) en relaciones bajas de C/N ya que se eliminará al medio en forma de amoníaco, por ello el rango ideal de C/N es de 15:1 – 35:1.
- El pH es una variable que forma parte del estudio dentro del proceso de abonos orgánicos debido a que determina la supervivencia microbiana, por ende, el rango ideal de pH óptimo para la vida microbiana es de 4,5 – 8,5.
- En todos se determinan los macronutrientes principalmente Nitrógeno (N), fosforo (P) y potasio (K).
- La calidad del producto final también se encuentra como punto primordial del abono orgánico para que pueda ser utilizado agronómicamente.

- Así mismo en todos los artículos revisados sistemáticamente indica que elaborar abonos orgánicos resulta accesible para las familias agricultoras, a la vez disminuye la compra de fertilizantes químicos.

➤ Para conocer los valores de los componentes físico-químicos de los abonos orgánicos se llevó a cabo una toma de muestras en base a la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 220:2013, con el objetivo de cumplir con los parámetros que indica dicha norma, y fueron analizados en un laboratorio

Tras la aplicación de la norma NTE INEN 220:2013 para el muestreo se seleccionó 3 muestras de la cantidad total del humus y compost de acuerdo a la técnica reducción por cuarteo de muestra global conjuntamente con la ilustración 12-3, el cual se envió al laboratorio para su respectivo análisis y se obtuvieron los siguientes resultados el mismo que fue triplicado.

Los parámetros que se midieron para el análisis del humus y compost fueron los siguientes: pH, conductividad eléctrica, N, P, K, Ca, Mg, materia orgánica, Mn y Zn. El cual son los sugeridos por la norma NTE INEN 221:1997 y el manual del INIAP número 89 de producción de Abonos Orgánicos en el cual se considera las determinaciones básicas del abono orgánico.

Resultados de los análisis físico-químico

- Resultados de los análisis físico-químico del Humus

Tabla 16-4: Muestra 1 Humus

Abono Humus Estación Tunshi	Parámetros	Resultado	Unidad	Técnica analítica
Humus Muestra 1	pH (H ₂ O 1:2,5)	7,35		Potenciométrico
	C.E (H ₂ O 1:2,5)	2,26	ms/cm	Conductimetrico
	N Total	0,53	%	Kjeldahl
	P	0,09	%	Colorimétrico
	K	1,35	%	A. atómica
	Ca	0,64	%	A. atómica
	Mg	0,11	%	A. atómica
	M.O.	10,53	%	Walkey y Black
	Mn	21	ppm	A. atómica
	Zn	19	ppm	A. atómica

Tabla 17-4: Muestra 2 Humus

Abono Humus Estación Tunshi	Parámetros	Resultado	Unidad	Técnica analítica
Humus Muestra 2	pH (H ₂ O 1:2,5)	7,45		Potenciométrico
	C.E (H ₂ O 1:2,5)	3,54	ms/cm	Conductimétrico
	N Total	0,81	%	Kjeldahl
	P	1,12	%	Colorimétrico
	K	1,44	%	A. atómica
	Ca	0,98	%	A. atómica
	Mg	0,41	%	A. atómica
	M.O.	16,16	%	Walkey y Black
	Mn	38	ppm	A. atómica
	Zn	54	ppm	A. atómica

Tabla 18-4: Muestra 3 Humus

Abono Humus Estación Tunshi	Parámetros	Resultado	Unidad	Técnica analítica
Humus Muestra 3	pH (H ₂ O 1:2,5)	7,32		Potenciométrico
	C.E (H ₂ O 1:2,5)	3,07	ms/cm	Conductimétrico
	N Total	0,87	%	Kjeldahl
	P	1,41	%	Colorimétrico
	K	1,01	%	A. atómica
	Ca	0,98	%	A. atómica
	Mg	0,54	%	A. atómica
	M.O.	17,42	%	Walkey y Black
	Mn	31	ppm	A. atómica
	Zn	48	ppm	A. atómica

Los resultados de los análisis realizados se basaron con la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 221:1997 y el manual del INIAP número 89 de producción de Abonos Orgánicos que establece los requisitos que debe cumplir los compuestos orgánicos usados como abono o fertilizante. además, se toma en cuenta que es importante los parámetros que están presentes en la tabla 16-4 siendo estos los más relevantes para una ficha técnica de información. No obstante, en el humus es fundamental conocer el pH ya que este abono orgánico se encuentra presente la lombriz roja californiana (*Eisenia Foetida*) y vive en un ambiente de pH de 4 a 8, para evitar inconvenientes con el nivel de acidez se debe controlar el estado del material orgánico (Mendoza & Plaza, 2019, p.13).

Tabla 19-4: Valores promedio Abono Humus Estación Tunshi

Abono Humus Estación Tunshi	pH	Conductividad eléctrica	Nitrógeno (N)	Fosforo (P)	Potasio (K)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Materia Orgánica	Manganeso (Mn)	Zinc (Zn)
Muestra 1	7,35	2,26	0,53	0,09	1,35	0,64	0,11	10,53	21	19
Muestra 2	7,45	3,54	0,81	1,12	1,44	0,98	0,41	16,16	38	54
Muestra 3	7,32	3,07	0,87	1,41	1,01	0,98	0,54	17,42	31	48
PROMEDIO	7,373	2,957	0,737	0,873	1,267	0,867	0,353	14,703	30,000	40,333

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

A continuación, como se indica en la tabla (19-4) los valores promedios del humus preparado con los materiales de la tabla (5-4) con los cuales se pudo calcular la relación C/N, para ello se tomó en cuenta lo siguiente:

Al conocer el porcentaje de materia orgánica contenida se multiplicó por 0,58 (representa el 58% que es el porcentaje de C en la MO):

$$C = \text{Promedio MO} \times 0,58$$

$$C = 14,703 \times 0,58$$

$$C = 8,53$$

El nitrógeno total es 0,737%, por tanto, la relación C/N fue igual de:

$$C/N = \frac{8,53}{0,737}$$

$$C/N = 11,57$$

Es decir, la relación C/N presente en el abono humus Estación Tunshi es 11,57 partes de carbono por 1 de nitrógeno, lo cual indicó que dispone de una relación C/N baja, sin embargo, no afecta al proceso del humus.

- Resultado de los análisis físico-químico del compost

Tabla 20-4: Muestra 1 Compost

Abono Compost Estación Tunshi	Parámetros	Resultado	Unidad	Técnica analítica
Compost Muestra 1	pH (H ₂ O 1:2,5)	7,96		Potenciométrico
	C.E (H ₂ O 1:2,5)	5,32	ms/cm	Conductimétrico

	N Total	0,57	%	Kjeldahl
	P	0,60	%	Colorimétrico
	K	1,20	%	A. atómica
	Ca	2,40	%	A. atómica
	Mg	0,99	%	A. atómica
	M.O.	11,46	%	Walkey y Black
	Mn	12	ppm	A. atómica
	Zn	14	ppm	A. atómica

Tabla 21-4: Muestra 2 Compost

Abono Compost Estación Tunshi	Parámetros	Resultado	Unidad	Técnica analítica
Compost Muestra 2	pH (H ₂ O 1:2,5)	7,05		Potenciométrico
	C.E (H ₂ O 1:2,5)	3,44	ms/cm	Conductimétrico
	N Total	0,61	%	Kjeldahl
	P	0,21	%	Colorimétrico
	K	1,10	%	A. atómica
	Ca	0,87	%	A. atómica
	Mg	0,99	%	A. atómica
	M.O.	12,26	%	Walkey y Black
	Mn	17	ppm	A. atómica
	Zn	21	ppm	A. atómica

Tabla 22-4: Muestra 3 Compost

Abono Compost Estación Tunshi	Parámetros	Resultado	Unidad	Técnica analítica
Compost Muestra 3	pH (H ₂ O 1:2,5)	6,84		Potenciométrico
	C.E (H ₂ O 1:2,5)	2,96	ms/cm	Conductimétrico
	N Total	0,48	%	Kjeldahl
	P	0,14	%	Colorimétrico
	K	0,94	%	A. atómica
	Ca	0,78	%	A. atómica
	Mg	0,30	%	A. atómica
	M.O.	9,72	%	Walkey y Black
	Mn	10	ppm	A. atómica
	Zn	12	ppm	A. atómica

Los resultados de los análisis realizados se basaron con la norma NTE INEN 221:1997 y el manual del Iniap número 89 de producción de Abonos Orgánicos que establece los requisitos que debe cumplir los compuestos orgánicos usados como abono o fertilizante. Además, se toma en cuenta que es importante los parámetros que están presentes en la tabla 19-4 ya que son los más relevantes dentro de una ficha técnica de información siendo útil para los que realizan su inspección o a su vez la compra del producto.

Tabla 23-4: Valores promedio Abono Compost Estación Tunshi

Abono Compost Estación Tunshi	pH	Conductividad eléctrica	Nitrógeno (N)	Fosforo (P)	Potasio (K)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Materia Orgánica	Manganeso (Mn)	Zinc (Zn)
Muestra 1	7,96	5,32	0,57	0,6	1,2	2,4	0,99	11,46	12	14
Muestra 2	7,05	3,44	0,61	0,21	1,1	0,87	0,99	12,26	17	21
Muestra 3	6,84	2,96	0,48	0,14	0,94	0,78	0,3	9,72	10	12
PROMEDIO	7,283	3,907	0,553	0,317	1,080	1,350	0,760	11,147	13,000	15,667

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

A continuación, como se indica en la tabla (23-4) los valores promedios del compost preparado con los materiales de la tabla (3-4) con los cuales se pudo calcular la relación C/N, para ello se tomó en cuenta lo siguiente:

Al conocer el porcentaje de materia orgánica contenida se multiplicó por 0,58 (representa el 58% que es el porcentaje de C en la MO):

$$C = \text{Promedio MO} \times 0,58$$

$$C = 11,147 \times 0,58$$

$$C = 6,47$$

El nitrógeno total es 0,553%, por tanto, la relación C/N fue igual de:

$$C/N = \frac{6,47}{0,553}$$

$$C/N = 11,69$$

Es decir, la relación C/N presente en el abono compost Estación Tunshi es 11,69 partes de carbono por 1 de nitrógeno, lo cual indicó que dispone de una relación C/N baja, sin embargo, no afecta al proceso del compostaje.

➤ De acuerdo a la nueva tecnología se han elaborado abonos orgánicos de mejor calidad, por lo que son muy utilizados por el sector agrícola, por otra parte, se optó comparar con los abonos realizados en la estación Tunshi-Epoch con la finalidad de verificar si se relacionan entre sí.

- Humus

Tabla 24-4: Comparación de abonos comerciales con el abono (Humus) elaborado en Tunshi-ESPOCH

Parámetro	Unidad	Humus Cribosol	Humus Tierra fértil	Lombritenjo	Abono elaborado Tunshi-Epoch	Observación
pH	-	6,3	6,8	8,41	7,32	De acuerdo a las marcas analizadas el que presenta un mayor pH es la marca Lombritenjo
Conductividad eléctrica	Ms/cm	9,61	9,01	11,1	3,07	El que presenta mayor C.E es la marca Lombritenjo
Nitrógeno (N)	%	1,52	0,60	1,26	0,87	Entre las marcas analizadas el que presenta mayor % de N es el Cribosol
Fósforo (P)	%	0,65	0,14	0,71	1,41	Dado a los resultados vemos que el mayor % de P es la Muestra analizada
Potasio (K)	%	1,8	0,15	1,72	1,01	La marca con mayor % de K es Cribosol
Calcio (Ca)	%	0,64	4,0	1,16	0,98	El que presenta mayor % de Ca es la marca Tierra fértil
Magnesio (Mg)	%	0,12	0,51	0,43	0,54	El resultado con mayor % de MG es la Muestra analizada
Materia Orgánico	%	37,54	20,5	21,03	17,42	La valoración con alto % de M.O es la marca Cribosol

Manganeso (Mn)	ppm	2,59	146,2	42,1	31	El resultado con mayor % de Mn es la Marca Tierra Fértil
Zinc (Zn)	ppm	2,66	101,8	104	48	El que presenta mayor % de Zn es la marca Lombritenjo

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

- Compost

Tabla 25-4: Comparación de abonos comerciales con el abono (Compost) elaborado en Tunshi-ESPOCH

Parámetro	Unidad	Compost Chacra	Compost Biormin	Compost Tierra Fértil	Abono elaborado Tunshi-Epoch	Observación
pH	-	7,9	7,6	7,5	7,05	Dado a los resultados analizados la marca Chacra es el que presenta un pH alto
Conductividad eléctrica	Ms/cm	7,1	9,61	8,2	3,44	El que presenta mayor C.E es la marca Biormin
Nitrógeno (N)	%	2,3	2,67	2,8	0,61	De acuerdo a los resultados analizados el que presenta mayor % de N es la marca Tierra fértil
Fósforo (P)	%	1,98	3,74	2,27	0,21	El resultado que presenta % más alto de P es la marca Biormin
Potasio (K)	%	1,95	2,19	1	1,10	El resultado que presenta % más alto de K es la marca Biormin
Calcio (Ca)	%	0,81	9	6,23	0,87	El resultado que presenta % más alto de Ca

						es la marca Biormin
Magnesio (Mg)	%	0,89	0,75	0,66	0,99	El resultado que presenta % más alto de Mg es la Muestra analizada
Materia Orgánico	%	52,1	53,55	55	12,26	El resultado con mayor cantidad de M.O es la marca Tierra Fértil
Manganeso (Mn)	ppm	371,8	323	89	17	El resultado con mayor % de Mn es la Marca Chacra
Zinc (Zn)	ppm	168	250	2	21	El que presenta mayor % de Zn es la marca Biormin

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

Comprobación de hipótesis

Se realizó un análisis estadístico multivariado para la comparación de medias, en los cuales se verificó la existencia o no de diferencias significativas entre las mismas.

Se sabe que los humus comerciales, cumplen con las normativas técnicas ecuatorianas en la NTE INEN 221:1997. Por lo tanto, realizar una comparación de medias entre los abonos elaborados en Tunshi y los comerciales colaboró en la verificación del cumplimiento de estas normas, ya que, al no existir una diferencia significativa entre las medias de estos grupos, implicaría que los abonos artesanales se acercan o cumplen también con las normativas establecidas en el NTE INEN 221:1997. No es el caso para la existencia de una diferencia en las medias, ya que esto implicaría el incumplimiento de una o varias normas.

COMPARACIÓN DE MEDIAS

✚ Humus estación Tunshi vs humus comercial

Para la comparación de medias, se plantearon los cinco pasos de prueba de hipótesis:

1) Planteamiento de hipótesis

H0: $\mu_1 = \mu_2$

Ha: $\mu_1 \neq \mu_2$ para algún $1 \neq 2$

2) Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

3) Estadístico de prueba

$$\Lambda_H = \frac{|W|}{|W + B|} \sim \Lambda(p, n - g, g - 1)$$

HUMUS COMERCIALES

Tabla 26-4: Valores de los componentes físico-químicos de humus comerciales

Humus Comercial	pH	Conductividad eléctrica	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Materia Orgánica	Manganeso (Mn)	Zinc (Zn)
Humus Cribosol	6,3	9,61	1,52	0,65	1,8	0,64	0,12	8,303333333	2,59	2,663333333
Humus Tierra fértil	6,8	9,01	0,6	0,14	0,15	4	0,51	20,5	146,2	101,8
Lombritenjo	8,41	11,1	1,26	0,71	1,72	1,16	0,43	21,3	42,1	104
PROMEDIO	7,170	9,907	1,127	0,500	1,223	1,933	0,353	16,701	63,630	69,488

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

HUMUS ESTACIÓN TUNSHI-ESPOCH

Tabla 27-4: Valores de los componentes físico-químicos de humus Estación Tunshi-Espoch

Humus Estación Tunshi	pH	Conductividad eléctrica	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Materia Orgánica	Manganeso (Mn)	Zinc (Zn)
Muestra 1	7,35	2,26	0,53	0,09	1,35	0,64	0,11	10,53	21	19
Muestra 2	7,45	3,54	0,81	1,12	1,44	0,98	0,41	16,16	38	54
Muestra 3	7,32	3,07	0,87	1,41	1,01	0,98	0,54	17,42	31	48
PROMEDIO	7,373	2,957	0,737	0,873	1,267	0,867	0,353	14,703	30,000	40,333

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

Resultados de la fórmula del estadístico de prueba

Tabla 28-4: Resultado de B

0,062016667	-2,11975	-0,11895	0,11386667	0,01321667	-0,325333333	0	-3,58171667	-19,0421667	-25,7013333
-2,11975	72,45375	4,06575	-3,892	-0,45175	11,12	0	122,42425	650,8675	878,48
-0,11895	4,06575	0,22815	-0,2184	-0,02535	0,624	0	6,86985	36,5235	49,296
0,11386667	-3,892	-0,2184	0,20906667	0,02426667	-0,597333333	0	-6,57626667	-34,9626667	-47,1893333
0,013216667	-0,45175	-0,02535	0,02426667	0,00281667	-0,069333333	0	-0,76331667	-4,05816667	-5,47733333
-0,325333333	11,12	0,624	-0,59733333	-0,06933333	1,706666667	0	18,7893333	99,8933333	134,826667
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3,581716667	122,42425	6,86985	-6,57626667	-0,76331667	18,78933333	0	206,858817	1099,76317	1484,35733
-19,04216667	650,8675	36,5235	-34,9626667	-4,05816667	99,89333333	0	1099,76317	5846,88167	7891,57333
-25,70133333	878,48	49,296	-47,1893333	-5,47733333	134,8266667	0	1484,35733	7891,57333	10651,3067

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

Tabla 29-4: Resultado de W

1,8305	1,5934	0,016	0,20375	0,40225	-0,44285	0,180125	-10,326475	-58,9125	-40,297
1,5934	2,3659	0,5374	0,9595	1,0485	-1,61655	0,182975	-0,026625	-72,155	5,017
0,016	0,5374	0,3868	0,3961	0,6147	-1,2225	-0,06355	6,10545	-25,349	24,574
0,20375	0,9595	0,3961	0,869	0,3127	-0,62555	0,1721	5,857775	-15,66075	25,9415
0,40225	1,0485	0,6147	0,3127	1,3756	-2,53235	-0,24225	7,073375	-63,23125	28,4185
-0,44285	-1,61655	-1,2225	-0,62555	-2,53235	4,9642	0,48675	-15,9286	118,157	-60,05
0,180125	0,182975	-0,06355	0,1721	-0,24225	0,48675	0,1366	-1,732125	6,14675	-5,911
-10,326475	-0,026625	6,10545	5,857775	7,073375	-15,9286	-1,732125	99,7671556	-35,1305	639,617
-58,9125	-72,155	-25,349	-15,66075	-63,23125	118,157	6,14675	-35,1305	8364,92055	-21,765
-40,297	5,017	24,574	25,9415	28,4185	-60,05	-5,911	639,617	-21,765	5551,00967

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

Aplicando la fórmula

$$\Lambda_H = -3,26245E - 16$$

$$\Lambda_H \sim \Lambda(10, 4, 1)$$

Ahora realizando una transformación de la distribución Wilks a una F de Fisher

$$F_H = \frac{ms - 2\lambda}{pq} * \frac{1 - \Lambda^{1/s}}{\Lambda^{1/s}}$$

$$f_H = \frac{ms - 2\lambda}{pq} * \frac{1 - \lambda_H^{1/s}}{\lambda_H^{1/s}}$$

$$fh = 1226072529329570,000$$

4) Regla de decisión

Si fh es menor o igual al nivel de significancia alfa, entonces se rechaza la hipótesis nula

$$f_H \leq \alpha \rightarrow H_0 \text{ Se Rechaza}$$

Tabla 30-4: Resultado de nivel de significancia

f_H	alfa
1226072529329570,000	0,05

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

5) Interpretación del test de hipótesis

Dado que el estadístico fh es mayor al nivel de significancia 0.05, entonces no se rechaza la H0, y se concluye que las medias tanto del abono elaborado en Tunshi - Espoch y de los abonos comerciales no difieren significativamente.

De este modo es como se verificó que no existe diferencia significativa en las medias de los abonos elaborados en Tunshi -Espoch y los abonos comerciales, indicando que, efectivamente se cumple con las normativas indicadas en el NTE INEN 221:1997. Por lo que, respondiendo de manera directa a las hipótesis planteadas en este trabajo de investigación: H0: “No cumple con la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 221:1997” y Ha: “Cumplen con la norma técnica

ecuatoriana NTE INEN 221:1997”, se rechaza la H_0 , indicando de que los abonos elaborados en Tunshi-Esposh cumplen con la normativa técnica ecuatoriana NTE INEN 221:1997.

✚ Compost estación Tunshi vs Compost comercial

Para la comparación de medias, se plantearon los cinco pasos de prueba de hipótesis:

1) Planteamiento de hipótesis

$H_0: \mu_1 = \mu_2$

$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$ para algún $1 \neq 2$

2) Nivel de significancia

$\alpha = 0.05$

3) Estadístico de prueba

$$A_H = \frac{|W|}{|W + B|} \sim \Lambda(p, n - g, g - 1)$$

COMPOST ESTACIÓN TUNSHI

Tabla 31-4: Valores de los componentes físico-químicos del compost estación Tunshi-Espoch

Compost Estación Tunshi	pH	Conductividad eléctrica	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Materia Orgánica	Manganeso (Mn)	Zinc (Zn)
Muestra 1	7,96	5,32	0,57	0,6	1,2	2,4	0,99	11,46	12	14
Muestra 2	7,05	3,44	0,61	0,21	1,1	0,87	0,99	12,26	17	21
Muestra 3	6,84	2,96	0,48	0,14	0,94	0,78	0,3	9,72	10	12
PROMEDIO	7,283	3,907	0,553	0,317	1,080	1,350	0,760	11,147	13,000	15,667

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

COMPOST COMERCIAL

Tabla 32-4: Valores de los componentes físico-químicos de los Compost comerciales

Compost Comercial	pH	Conductividad eléctrica	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Materia Orgánica	Manganeso (Mn)	Zinc (Zn)
Compost Chacra	7,9	7,1	2,3	1,98	1,95	0,81	0,89	52,1	371,8	168
Compost Biormin	7,6	9,61	2,67	3,74	3,19	9	0,75	53,55	323	250
Compost Tierra Fértil	7,5	8,2	2,8	2,27	1	6,23	0,66	55	89	2
PROMEDIO	7,667	8,303	2,590	2,663	2,047	5,347	0,767	53,550	261,267	140,000

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

Resultados de la fórmula del estadístico de prueba

Tabla 33-4: Resultado de B

0,220416667	2,528083333	1,171083333	1,349333333	0,555833333	2,298083333	0,003833333	24,38191667	142,7533333	71,49166667
2,528083333	28,99601667	13,43181667	15,47626667	6,375166667	26,35801667	0,043966667	279,6499833	1637,318667	819,9783333
1,171083333	13,43181667	6,222016667	7,169066667	2,953166667	12,20981667	0,020366667	129,5421833	758,4546667	379,8383333
1,349333333	15,47626667	7,169066667	8,260266667	3,402666667	14,06826667	0,023466667	149,2597333	873,8986667	437,6533333
0,555833333	6,375166667	2,953166667	3,402666667	1,401666667	5,795166667	0,009666667	61,48483333	359,9866667	180,2833333
2,298083333	26,35801667	12,20981667	14,06826667	5,795166667	23,96001667	0,039966667	254,2079833	1488,358667	745,3783333
0,003833333	0,043966667	0,020366667	0,023466667	0,009666667	0,039966667	6,66667E-05	0,424033333	2,482666667	1,243333333
24,38191667	279,6499833	129,5421833	149,2597333	61,48483333	254,2079833	0,424033333	2697,064017	15791,00133	7908,221667
142,7533333	1637,318667	758,4546667	873,8986667	359,9866667	1488,358667	2,482666667	15791,00133	92454,50667	46301,73333
71,49166667	819,9783333	379,8383333	437,6533333	180,2833333	745,3783333	1,243333333	7908,221667	46301,73333	23188,16667

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

Tabla 34-4: Resultado de W

0,59665	0,8507	-0,058075	0,09695	0,1607	-0,2806	0,265175	0,00355	37,58	16,09
0,8507	4,70815	0,37375	2,165425	1,508425	9,29185	0,370525	2,15165	-26,237	92,195
-0,058075	0,37375	0,1076	0,16	-0,065175	1,369125	-0,006675	0,67345	-47,1465	-20,8175
0,09695	2,165425	0,16	1,4278	1,324	5,351575	0,046225	0,481925	43,885	114,89
0,1607	1,508425	-0,065175	1,324	1,83485	2,915375	0,13295	-0,838425	180,437	200,94
-0,2806	9,29185	1,369125	5,351575	2,915375	27,2747	-0,241	6,3501	-322,012	113,04
0,265175	0,370525	-0,006675	0,046225	0,13295	-0,241	0,2582	0,488175	24,7865	14,1525
0,00355	2,15165	0,67345	0,481925	-0,838425	6,3501	0,488175	5,68355	-301,23	-172,54
37,58	-26,237	-47,1465	43,885	180,437	-322,012	24,7865	-301,23	34297,82	25269,3
16,09	92,195	-20,8175	114,89	200,94	113,04	14,1525	-172,54	25269,3	23979,5

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

Aplicando la fórmula

$$\Lambda_H = 3,62936E - 20$$

$$\Lambda_H \sim \Lambda(10, 4, 1)$$

Ahora realizando una transformación de la distribución Wilks a una F de Fisher

$$F_H = \frac{ms - 2\lambda}{pq} * \frac{1 - \Lambda^{1/s}}{\Lambda^{1/s}}$$

$$f_H = \frac{ms - 2\lambda}{pq} * \frac{1 - \lambda_H^{1/s}}{\lambda_H^{1/s}}$$

$$fh = -11021229406101200000$$

4) Regla de decisión

Si fh es menor o igual al nivel de significancia alfa, entonces se rechaza la hipótesis nula

$$f_H \leq \alpha \rightarrow H_0 \text{ Se Rechaza}$$

Tabla 35-4: Resultado de nivel de significancia

f_H	alfa
-11021229406101200000,000	0,05

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

5) Interpretación del test de hipótesis

Dado que el estadístico de fh es menor al nivel de significancia 0.05, entonces se rechaza la H0, y se concluye que las medias tanto del compost elaborado en Tunshi-Espoch y de los comerciales difieren significativamente.

De este modo es como se verificó que existe diferencia significativa en las medias de los abonos elaborados en Tunshi y los abonos comerciales, indicando que, efectivamente no se cumple con las normativas indicadas en el NTE INEN 221:1997. Por lo que, respondiendo de manera directa a las hipótesis planteadas en este trabajo de investigación: H0: “No cumple con la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 221:1997” y Ha: “Cumplen con la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 221:1997”, se rechaza la Ha, indicando de que los abonos elaborados en Tunshi-Espoch no cumplen con la normativa técnica ecuatoriana NTE INEN 221:1997.

Comparación de los valores promedios de los abonos Estación Tunshi y los valores promedios de abonos comerciales

Tabla 36-4: Comparación de medias de Abonos orgánicos Tunshi-EsPOCH vs Abonos comerciales

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL HUMOS Y COMPOST				
COMPONENTES	HUMOS		COMPOST	
	(HT)	(HC)	(CT)	(CC)
pH	7.373	7.17	7.283	7.667
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	2.957	9.907	3.907	8.303
NITRÓGENO	0.737	1.127	0.553	2.59
FÓSFORO	0.873	0.5	0.317	2.663
POTASIO	1.267	1.223	1.08	2.047
CALCIO	0.867	1.933	1.35	5.347
MAGNESIO	0.353	0.353	0.76	0.767
MATERIA ORGÁNICO	14.703	16.701	11.147	53.55
MANGANESO	30	63.63	13	261.267
ZINC	40.333	69.488	15.667	140

Realizado por: Pico, Máyuri, 2022.

HT: HUMOS REALIZADO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI
HC: HUMOS COMERCIAL Y BIBLIOGRÁFICO
CT: COMPOST REALIZADO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI
CC: COMPOST COMERCIAL Y BIBLIOGRÁFICO

De acuerdo con la tabla 36-4 en los componentes HT y HC los promedios de pH se encuentran en el rango óptimo el cual debe presentar un abono orgánico, en cuanto a la conductividad eléctrica se observa que HC es mayor que HT por lo que se debe al exceso de humedad que presento durante el proceso de humificación, así mismo, la materia orgánica y demás componentes como: N, P, K, Ca, Mg, Zn y Mn son menores en HT debido al contenido de material vegetal que se utilizó la elaboración del HT.

En cuanto a los valores promedio de los componentes CT y CC los promedios de pH también se encuentran en el rango óptimo de compostaje, en cuanto a la conductividad eléctrica se observa que CT es menor que CC por lo que se debe al exceso de humedad que presento durante el proceso de humificación, así mismo, la materia orgánica y demás componentes como: N, P, K, Ca, Mg, Zn y Mn son menores en CT debido al contenido de material vegetal y animal que se utilizó durante la elaboración del CT.

CONCLUSIONES

- En la elaboración del compost se desarrolló con material animal y vegetal procedentes de la zona lo cual se empezó con una relación C/N de 36 parte de carbono por una de nitrógeno lo cual mantuvo un alto contenido de C/N lo que fue necesario colocar residuos con alto contenido de nitrógeno para equilibrar el proceso de compostaje, y su contenido final de C/N fue de 11,69 lo cual indica una relación baja sin embargo no afectó el proceso de compostaje, mismo que se consiguió una masa final de 226 kg de producto final. En cuanto al Humus se desarrolló con material animal y vegetal procedentes de la zona lo cual se empezó con una relación C/N de 23,8 partes de carbono por una de nitrógeno lo cual mantuvo una disponibilidad moderada de C/N siendo el ideal para el proceso de humificación, y su contenido final de C/N fue de 11,57 lo cual indica una relación baja sin embargo no afectó el proceso de compostaje, mismo que se consiguió una masa final de 116kg.
- Mediante la revisión de literatura de manera sistemática se logró conocer los parámetros físico-químico más importantes para elaboración de los abonos orgánicos, por medio del algoritmo de búsqueda bibliográfico el cual menciona que son: humedad puesto que el proceso de la descomposición de la materia debe presentar un valor inicial de 55 a 85% y un valor final de 30 a 40%; la aireación no debe ser inferior a 5% ni superior a 7% debido a que reduce la humedad; el pH óptimo dentro del proceso de la materia debe ser entre 4,5 – 8,5 para mantener la vida microbiana; la relación carbono/nitrógeno debe presentar un rango óptimo de 15:1 – 35:1; y los macronutrientes principales N, P y K para la calidad del producto final y sobre todo para ser utilizado agrónomicamente.
- Las muestras de abonos orgánicos se desarrollaron bajo los parámetros que indica la norma NTE INEN 221:1997 y el manual del Iniap número 89 de producción de Abonos Orgánicos en el cual se considera las determinaciones básicas del abono orgánico para verificar las cantidades de los componentes físicos-químicos que presentan los abonos (humus y compost) de la estación Tunshi- Espoch.
- En base a la comparación de medias mediante el análisis multivariante entre los abonos orgánicos de Tunshi-Espoch y los abonos comerciales dieron como resultado en donde el humus Tunshi-Espoch el valor obtenido es mayor al nivel de significancia (0,05) rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alternativa el cual cumple con la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 221:1997, en cuanto al compost Tunshi-Espoch el valor obtenido es menor al nivel de significancia (0,05) lo cual indicó que rechaza la hipótesis alternativa,

indicando que no cumple con la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 221:1997; sin embargo, los dos abonos orgánicos (humus y compost) cumplieron con la normativa NTE INEN 221:1997 según los parámetros que establece el mismo.

RECOMENDACIONES

- Producir los abonos orgánicos en un espacio adecuado y bajo techo, dado a que las condiciones climáticas pueden afectar el proceso de la descomposición de la materia generando la putrefacción del mismo por ende la pérdida del producto.
- Realizar el mantenimiento adecuado a los abonos orgánicos durante todo el tiempo que se genera el proceso de la descomposición, para evitar malos olores y acumulación de patógenos.
- En las siguientes elaboraciones de abonos orgánicos deberían enfatizar en las proporciones de C/N que presentan cada subproducto para evitar retraso de la descomposición de la materia en condiciones bajas de C/N, y condiciones altas de C/N puede no alcanzarse una correcta higienización.

GLOSARIO

Abono orgánico: Producto resultante de la descomposición biológica de la materia orgánica que al ser incorporado al suelo mejoran sus propiedades físicas, químicas y biológicas lo cual se refleja en un incremento de la capacidad productiva del suelo (INEN, 2016, p.1-9).

Aerobias: Las que requieren oxígeno (Bush,2021, p.1).

Anaerobias: Las que tiene dificultades para vivir o crecer en presencia de oxígeno

Compost: Término con el que se designa el abono orgánico procedente de la fermentación controlada, de diversos residuos animales, vegetales o mixtos (INEN, 2016, p.1-9).

Estiércol: Excremento de animales que por su origen y características puede ser utilizado para uso en la agricultura (INEN, 2016, p.1-9).

Humus: Producto de la descomposición y fermentación de la materia orgánica (INEN, 2016, p.1-9).

Macroelementos: Son aquellos elementos nutritivos absorbidos por la planta en mayores cantidades. En este grupo se incluye el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), azufre (S), calcio (Ca) y magnesio (Mg) (INFOAGRO,2017, p.1).

Mezcla: combinación física de sustancias que retienen sus propiedades pudiendo formar, según sea el caso, formulaciones líquidas o sólidas (INEN, 2016, p.1-9).

Microelementos: Son aquellos elementos nutritivos absorbidos por la planta en cantidades menores, incluyéndose en este grupo el hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y boro (B) (INFOAGRO,2017, p.1).

Microorganismos: Son seres vivos pequeños que no pueden ser observados a simple vista, típicamente son organismos unicelulares, son considerados esenciales para la vida debido a amplia diversidad y distribución en el planeta (Mayorga & Reyes, 2018, p.1).

Muestra: Porción o parte de la población de interés, que refleje las mismas características que la población (Díaz, 2016, pp.7).

pH: En química, el pH es una escala numérica utilizada para especificar la acidez o alcalinidad de una solución acuosa (CONTRERAS & ROJAS,2016, p.12).

Residuo Orgánico: Producto que proviene de los desechos de origen animal o vegetal (INEN, 2016, p.1-9).

Suelo: Es la capa superficial de la tierra y constituye el medio en el cual crecen las plantas (INIAP,2015, p.6).

BIBLIOGRAFÍA

ABREU CRUZ, E; ARAUJO CAMACHO, E; RODRIGUEZ JIMENEZ, L; VALDIVIA AVILA, A; FUENTES ALFONSO, L; PEREZ HERNANDEZ, Y. “Efectos de la aplicación combinada de fertilizante químico y humus de lombriz en *Capsicum annuum*”. Centro agrícola [En línea], 2018, (Cuba) vol. 45, núm. 1. pp.53. [Consulta: 2022-06-17]. ISSN: 2072-2001. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v45n1/cag07118.pdf>

ACOSTA CARRIÓN, Wilson; & REALTA FRANCO, Milton Iván. Elaboración de abonos orgánicos a partir de compostaje de residuos agrícolas en el municipio de Fusagasugá [En línea] (Trabajo de Titulación). Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá, Colombia.2015. pp. 41. [Consulta: 2022-04-26]. Disponible en: <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/1234/ELABORACION%20DE%20ABONOS%20ORGANICOS%20A%20PARTIR%20DEL%20COMPOSTAJE%20DE%20R.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ALVAREZ PALOMINO, Laura.; VARGAS BAYONA, Javier.; & GARCÍA DIAZ, Leidy. “Abono orgánico: aprovechamiento de los residuos orgánicos agroindustriales”. *Spei Domus*, n^o (2018), (Colombia) pp. 4.

AREVALO DE GAUGGEL, G.; CASTELLANO, M. “*Manual Fertilizantes y Enmiendas*” [En línea], El Zamorano, Honduras., 2009. pp.37. [Consulta: 2022-03-17]. Disponible en: https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo_6_Manual_Fertilizantes_y_Enmiendas..pdf

BAILÓN ROJAS, Marlon Ricardo. Caracterización fisicoquímica y calidad de compost producidos en Rupa a Rupa, Leoncio Prado-Huánuco 2019-2020 [En línea] (Trabajo de Titulación). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú. 2021. pp. 14-17. [Consulta: 2022-07-26]. Disponible en: http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/2067/TS_MRBR_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

BARREROS CHILUISA, Edison Iván. Efecto de la relación carbono/nitrógeno en el tiempo de descomposición del abono de cuy (*Cavia porcellus*), enriquecido (Trabajo de titulación). (proyecto de investigación) Universidad Técnica de Ambato, Quero, Ecuador. 2017. pp. 8. [Consulta: 2022-03-17]. Disponible en:

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25395/1/Tesis-157%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20479.pdf>

BURGO BENCOMO, O; ZAMBRANO MORALES, A; IZQUIERDO VERA, R; GARCIA SALTOS, M; CAPA BENITEZ, L & JUCA MALDONADO, F. “Impacto de la producción agrícola alternativa en PyMEs bananeras con enfoque agroecológico”. [En línea], 2019, Ecuador, vol.40, Espacios pp. 2. [Consulta: 2022-03-17]. ISSN 0798 1015 Disponible en: <http://www.revistaespacios.com/a19v40n04/a19v40n04p02.pdf>

BUSH, Larry. *Introducción a las bacterias anaerobias.* [Blog]. Florida, 2021. pp.1. [Consulta: 2022-06-12]. Disponible en: <https://www.msmanuals.com/es/hogar/infecciones/infecciones-bacterianas-bacterias-anaerobias/introducci%C3%B3n-a-las-bacterias-anaerobias>

CABRERA VERDESOTO, C.; CABRERA VERDEZOTO, R.; MORA MORAN, J.; TERAN MACIAS, J.; MOLINA TRIVINO, H.; MEZA BONE, G.; & TAMAYO LEMA, C. “Evaluación de dos abonos orgánicos líquidos en la producción del cultivo de pitahaya (*hylocereus undatus*) en el litoral ecuatoriano” [En línea], 2018, (Ecuador). pp.31. [Consulta: 2022-03-17]. ISSN 2477-8982. Disponible en: [file:///C:/Users/Dell/Downloads/Dialnet-EvaluacionDeDosAbonosOrganicosLiquidosEnLaProduccion-6723164%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Dell/Downloads/Dialnet-EvaluacionDeDosAbonosOrganicosLiquidosEnLaProduccion-6723164%20(1).pdf)

CALDERON MEDINA, C; BAUTISTA MANTILLA, G; ROJAS GONZALES, S. “Propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, indicadores del estado de diferentes ecosistemas en una terraza alta del departamento del Meta”. Redalyc [En línea], 2018, (Colombia) vol. 22, núm. 2. pp.1-2. [Consulta: 2022-07-17]. ISSN: 0258-5936. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/896/89660465002/html/>

CANALES GUTIERREZ, A; SOLIS RAMOS, B; PANCA CASTANEDA, R; QUISPE CASERES, B. “Crianza de *Eisenia foetida* (lombriz roja) en diferentes sustratos de desarrollo biológico”. Scielo [En línea], 2020, (Perú) vol. 19, núm. 2. pp.1. [Consulta: 2022-06-17]. ISSN: 1993-9507. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v19n2/1726-2216-ecol-19-02-87.pdf>

CARRILLO ALVARADO, R; JIMENEZ CARRERA, J; PONCE FEMIN, J; MOREIRA GARCIA, & P; MERCHAN, M. *Guía práctica para la elaboración de abonos orgánicos y bioinsecticidas botánicos* [En línea], Portoviejo – Ecuador, 2014. pp.5. [Consulta: 2022-03-17]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3394/1/iniapepbd435.pdf>

CARRILLO, A. *Población y Muestra* [En línea]. (Material didáctico solo visión). Universidad Autónoma del Estado de México, Texcoco, México. 2015.pp7. [Consulta: 2022-06-11]. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/oca/bitstream/20.500.11799/35134/1/secme-21544.pdf>

CEVALLOS CAVALLOS, Ana Rafaela. Producción de Biol a partir de excretas de ganado vacuno en la finca Tóala León de la comunidad de Joa-Jipijapa [En línea]. (Trabajo de Titulación). Universidad Estatal Del Sur de Manabí, Manabí, Ecuador. 2020. pp.23-25. [Consulta: 2022-04-29]. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2747/1/CEVALLOS%20CEVALLOS%20ANA%20RAFAELA%20.pdf>

CONTRERAS VÁZQUEZ, Edgar, & ROJAS PÉREZ, Tania. *pH: Teoría y 232 problemas.* [En línea]. Primera edición. Universidad autónoma metropolitana, Unidad Cuajimalpa, México, 2016. pp.12. [Consulta: 2022-06-12]. Disponible en: <http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/libroselec/17pHTeoriayproblemas.pdf>

CUARAN SARZOSA, Luis Fernando. Diseño y establecimiento participativo de una unidad demostrativa de producción de Bioinsumos en la organización UNOPAC [En línea] (Trabajo de Titulación). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Cayambe, Ecuador. 2010. pp. 41. . [Consulta: 2022-03-17]. Disponible en: [file:///C:/Users/Dell/Downloads/UPS-YT00001%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Dell/Downloads/UPS-YT00001%20(1).pdf)

CUARÁN SARZOSA, Luis Fernando. Diseño y establecimiento participativo de una unidad demostrativa de producción de Bioinsumos en la organización unopac. [En línea]. (Trabajo de titulación). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Cayambe – Ecuador. 2010. pp. 41. [Consulta: 2022-04-23]. Disponible en: <file:///C:/Users/Dell/Downloads/UPS-YT00001.pdf>

DIAZ DE LEÓN, Neftalí Toledo. Población y Muestra [En línea] (Trabajo de Titulación). Universidad Autónoma del Estado de México, México.2016. pp. 7. [Consulta: 2022-06-12]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/80531608.pdf>

ESPIN ORTEGA, Edwin Vidal; & YUPANGUI TIPAN, Verónica Lucía. “Evaluación de dos abonos orgánicos (humus de lombriz y bionutriente de microorganismos) en banano orito (*Musa acuminata* AA) en el sector San Pedro” [En línea] (Trabajo de Titulación). El Maná, Ecuador.2022. pp. 15. [Consulta: 2022-06-12]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8562/1/UTC-PIM-%20000458.pdf>

ETEA. & IM. *Manual de Vermicompostaje: como reciclar nuestros residuos orgánicos* [En línea]. Montevideo ambiente: departamento de sistemas ambientales, facultad de Agronomía de la universidad de la República, 2018 pp.36-37. [Consulta: 2022-03-17]. Disponible en: <https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/imvermicompostajeinterior.pdf>

FAO. & MADS. *Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales* [En línea]. 4 ed. Bogotá – Colombia, 2018. pp. 100. [Consulta: 2022-03-17]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i8864es/I8864ES.pdf>

FEICAN MEJÍA, Carlos. *Manual de producción de abonos orgánicos.* Cuenca-Ecuador. Manual num:89, 2011, pp.17.

FEICAN MEJÍA, Carlos. *Manual de producción de abonos orgánicos.* Cuenca-Ecuador. Manual num:89, 2011, pp.29.

GARCÍA GUTIERREZ, C. & FELIX HERRAN, J. *Manual para la producción de abonos orgánicos y biorracionales* [En línea]. Sinaloa – México: Fundación produce Sinaloa, 2014. pp. 18. [Consulta: 2022-03-17]. Disponible en https://www.ciaorganico.net/documypublic/271_Manual_para_la_produccion_de_abonos_organicos_y_biorracionales.pdf

GARCÍA, Pilar. *El azufre es más eficaz cuando se aplica en los abonos complejos NPK.* [Blog]. Colombia, 2016. pp.1. [Consulta: 2022-07-12]. Disponible en: <https://www.fertiberia.com/es/blog/2016/junio/el-azufre-es-mas-eficaz-cuando-se-aplica-en-los-abonos-complejos-npk/#:~:text=Mejora%20la%20actividad%20microbiana%20del,Es%20adecuado%20en%20ambientes%20h%C3%BAmedos.>

GARRO ALFARO, J. *El suelo y los abonos orgánicos* [En línea]. Costa Rica Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, 2016. pp. 40. [Consulta: 2022-03-17]. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F04-10872.pdf>

GUEVARA, I. *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2015-2019* [En línea]. Unidad de Planificación, Riobamba, Ecuador, 2019. pp. 40. [Consulta: 2022-06-12]. Disponible en: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0660823340001_PDYOT%20OLICTO%202015-2019_29-10-2015_13-39-04.pdf

HUERTA MUNOZ, E; CRUZ HERNANDEZ, J. “Efectos de los abonos orgánicos en el crecimiento de plantas de geranio y belén”. Acta agrícola y pecuaria [En línea], 2018, (México) vol. 4, núm. 2. pp.45. [Consulta: 2022-06-17]. ISSN: 2448-7090. Disponible en: <http://aap.uaem.mx/index.php/aap/article/view/52/114>

INEN. *Fertilizantes o Abonos. Muestreo* [En línea]. Quito – Ecuador: 2013. pp. 6. [Consulta: 2022-05-26]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/220-2R.pdf>

INEN. *Fertilizantes y productos afines. Definiciones* [En línea]. Quito – Ecuador: 2014. pp. 5. [Consulta: 2022-07-26]. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/NTE_INEN_209.pdf

INFOAGRO, *Microelementos en el sistema suelo-planta* [Blog]. México,2017. pp.1. [Consulta: 2022-06-12]. Disponible en: <https://mexico.infoagro.com/microelementos-en-el-sistema-suelo-planta/>

INIA, *Semana de la ciencia y tecnología.* [En línea]. Tacuarembó-Uruguay. 2015. pp.6. [Consulta: 2022-06-12]. Disponible en: <http://inia.uy/Documentos/P%C3%BAblicos/INIA%20Tacuaremb%C3%B3/2015/El%20Suelo%20de%20mayo.pdf>

INIAP. *Guía práctica para la elaboración de abonos orgánicos y bioinsecticidas botánicos* [En línea]. Portoviejo – Ecuador: Estación Experimental Portoviejo, 2014. pp. 5. [Consulta: 2022-07-26]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3394/1/iniapeepbd435.pdf>

INNOTEC, *Análisis físico-químico* [Blog]. España,2019. pp.1. [Consulta: 2022-06-12]. Disponible en: <https://www.innotec-laboratorios.es/analisis-de-alimentos/analisis-fisico-quimico/#:~:text=Qu%C3%A9%20es%20el%20an%C3%A1lisis%20f%C3%ADsico,interacciones%20entre%20los%20componentes%20qu%C3%ADmicos.>

JIMENEZ MIDEROS, J. Elaboración de abono orgánico líquido fermentado (Biol), a partir de vísceras de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), de los criaderos piscícolas de la parroquia Tufiño [En línea] (trabajo de titulación). Universidad Politécnica Estatal Del Carchi, Tulcán, Ecuador. 2012. pp.29-30. [Consulta: 2022-03-17]. Disponible en: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/15/1/057%20ELABORACI%C3%93N%20DE%20ABONO%20ORG%C3%81NICO%20L%C3%8DQUIDO%20FERMENTADO%2028%20BIOL%29%20A%20PARTIR%20DE%20VICERAS%20DE%20TRUCHA%20ARCO>

[20IRIS%20%28%20ONCORHYNCHUS%20MYKIIS%29%20DE%20LOS%20CRIADEROS%20-%20JIM%20C3%29NEZ%20MIDEROS%20JOHANNA%20MAR.pdf](https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5992/1/T-UTEQ-0145.pdf)

MACAS GARCÍA, Nicolle Michelle. Análisis de los componentes químicos y microbiológicos presentes en el abono orgánico “PRODEUTEQ” perteneciente a la empresa pública de la UTEQ. [En línea]. (trabajo de titulación). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos, Ecuador. 2020. pp.29. [Consulta: 2022-06-12]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5992/1/T-UTEQ-0145.pdf>

MAYORGA ALVAREZ, Sandra, & REYES GONZÁLES, Daniela. *¿Qué son los microorganismos?* [Blog]. Conogasi, Conocimiento para la vida, 2018, pp.1. [Consulta: 2022-06-12]. Disponible en: <https://conogasi.org/articulos/que-son-los-microorganismos/>

MENDOZA VINTIMILLA, Erick Humberto; & PLAZA SALTOS, Arianna Nicole. Evaluación química del humus de Lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*, a partir de sustrato de cascara de cacao y estiércol Bovino. [En línea] (Trabajo de Titulación). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Feliz López, Calceta, Ecuador.2019. pp. 13. [Consulta: 2022-04-26]. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1212/1/TTMA79.pdf>

MOSQUERA, M. *Abonos orgánicos. Protegen el suelo y garantizan alimentación sana.* [En línea]. Agencia de los Estados Unidos para el desarrollo internacional, 2010, pp.6-7. [Consulta: 2022-03-17]. Disponible en: http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf

MOSQUERA, M. *Abonos orgánicos. Protegen el suelo y garantizan alimentación sana.* [En línea]. Agencia de los Estados Unidos para el desarrollo internacional, 2010. pp.16-17. [Consulta: 2022-03-17]. Disponible en: http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf

MUÑOZ VILLALOBOS, J.; VELASQUEZ VALLE, M.; OSUNA CEJA, E.; & MACIAS RODRIGUEZ, H. “El uso de abonos orgánicos en la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero” [En línea], 2014, (México) XII (1), pp. 1. [Consulta: 2022-03-17]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4555/455545054005.pdf>

NTE INEN 209. *Fertilizantes y productos afines. Definiciones* [En línea]. Quito-Ecuador: Norma técnica ecuatoriana,2016. pp.1-9. [Consulta: 2022-06-12]. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/NTE_INEN_209.pdf

ORBES ROMERO, N. & PEREZ QUINONES, P. Optimización de procesos en fabricación de abono orgánico [En línea], 2021, universidad de Nariño, pp.22-64. [Consulta: 2022-03-17]. Disponible en: <https://sired.udenar.edu.co/7216/1/KUTAY%20Pablo%20Qui%C3%B1ones%20y%20Nicolas%20Orbes.pdf>

PRIETO LOUREIRO, Gabriela. Evaluación de los aprendizajes de contenidos clínicos dentro de la formación en psicología [En línea]. Universidad de la Republica Uruguay. Uruguay.2019. pp.50. [Consulta: 2022-04-23]. Disponible en: <https://integracion-academica.org/attachments/article/224/04%20Formacion%20Cli%CC%81nica%20%20GPrieto.pdf>

QUIJANDRÍA DÍAZ, Ana Patricia. Efecto de la aplicación de cinco tipos de compost en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum L.*) CV. Canchan en un suelo de Quilcas (Valle de Mantaro) [En línea] (Trabajo de Titulación). Lima, Perú.2018. pp. 7. [Consulta: 2022-06-12]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3303/quijandria-diaz-ana-patricia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RAMIREZ GERARDO, M.; VASQUEZ VILLEGAS, S.; MENDEZ GOMEZ, G.; & MEJIA CARRANZA, J. “Caracterización de abonos orgánicos aplicados a cultivos florícolas en el sur del Estado de México” [En línea], 2021, (México) 16(1), pp.151. [Consulta: 2022-03-17]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/cuat/v16n1/2007-7858-cuat-16-01-150.pdf>

RAMOS AGÜERO, D. & TERRY ALFONSO, E. “Generalidades de Iso abonos organicos: importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas”. Redalyc [En línea], 2014, (La Habana-Cuba), pp.53. [Consulta: 2022-03-17]. ISSN: 0258-5936. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193232493007>

RAMOS AGÜERO, D; TERRY ALFONSO, E. “Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas”. Redalyc [En línea], 2014, (Cuba) vol. 35, núm. 4. pp.53. [Consulta: 2022-03-17]. ISSN: 0258-5936. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193232493007.pdf>

RESTREPO, J. GOMEZ, J. & ESCOBAR, R. *Utilización de los residuos orgánicos en la agricultura.* [En línea]. FIDAR – Fundación para la investigación y el Desarrollo Agrícola, 2014. pp. 31. [Consulta: 2022-03-17]. Disponible en:

https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/56825/Residuos_Organicos_Agricultura_FID_AR.pdf?sequence=1&isAllowed=y

RIVERA CONDO, Karla Ivonne. Beneficio del uso de abono orgánico en la producción de arroz como aporte al cambio de la matriz productiva [En línea] (Trabajo de Titulación). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. 2018.pp. 1. [Consulta: 2022-03-17]. Disponible en:

http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/33551/1/Tesis%20Karla%20Rivera_Revisi%c3%b3n%20Final%2031-08-2018%20%281%29.pdf

ROMAN, P; MARTÍNEZ, M; & PANTOJA, A. *Manual de compostaje del agricultor experiencias en América Latina.* Santiago de Chile, 2013. pp.71. [Consulta: 2022-04-29]. Disponible en:

<file:///C:/Users/Dell/Downloads/Manual%20de%20Compostaje%20del%20Agricultor.pdf>

TAMARA POLO, Luis Ángel. Macronutrientes y micronutrientes [En línea], (trabajo de titulación) Universidad de Sucre, Colombia. 2016. pp.4-5. [Consulta: 2022-03-17]. Disponible en:[file:///C:/Users/Dell/Downloads/MACRONUTRIENTES_Y_MICRONUTRIENTES_en_las%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Dell/Downloads/MACRONUTRIENTES_Y_MICRONUTRIENTES_en_las%20(1).pdf)

TAMARA POLO, Luis Ángel. Macronutrientes y micronutrientes. [En línea]. Universidad de Sucre. Sucre – Colombia.2016. pp. 6. [Consulta: 2022-04-23]. Disponible en: https://www.academia.edu/40050646/MACRONUTRIENTES_Y_MICRONUTRIENTES_en_las_plantas_fisiolog%C3%ADa_vegetal

TORRES UQUILLAS, Alex Israel. “Elaboración y producción de abonos orgánicos enriquecidos para su empleo en agricultura ecológica en la parroquia Calpi” [En línea] (Trabajo de Titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.2021. pp. 12-16. [Consulta: 2022-06-12]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15331/1/236T0567.pdf>

TORTOSA, Germán. *El pH durante el compostaje* [Blog]. Murcia: 13 de noviembre, 2013. [Consulta: 2022-03-17]. Disponible en: <http://www.compostandociencia.com/2013/11/ph-en-el-compostaje-html/>

URUCHI CAHUAYA, Angelica Beatriz. Evaluación de tres fuentes de sustratos en la producción de Humus de lombriz roja (*Eisenia foetida*) en el cantón Santiago de Llalagua

comunidad Juiracollo provincia de Aroma departamento de la Paz [En línea] (Trabajo de Titulación). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 2018. pp. 12-13. [Consulta: 2022-03-17]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/26210/TD-2919.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VELASQUEZ VILLAR, María Consuelo, & VELASQUEZ VILLAR Marly Viviana. Evaluación de la eficiencia del abono orgánico obtenido de los residuos vegetales de la plaza de mercado del municipio de San Gil en el cultivo de mandarina arrayana. [En línea]. (Maestría). Universidad de MANIZALES, CALDAS, Colombia. 2016. pp.21. [Consulta: 2022-06-12]. Disponible en: <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/2926/TRABAJO%20TESIS%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

YUGSI, L. *Módulo V: Elaboración y uso de abonos orgánicos* [En línea]. INIAP, 2011. pp. 15-18. [Consulta: 2022-03-17]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/95/1/iniapsc300cd.pdf>

ZARATE CAJA, Ruth Betty. Mejoramiento del compost mediante la adición de estiércol de vacuno y de cuy para la disminución de la concentración de metales pesados en el CEPASC-Concepción, 2018 [En línea] (Trabajo de Titulación). Universidad Continental, Huancayo, Perú. 2019. pp. 35-38. [Consulta: 2022-04-26]. Disponible en: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/6992/2/IV_FIN_107_TE_Zarate_Caja_2019.pdf

D.B.R.A.
Ing. Cristian Castillo



ANEXOS

ANEXO A: PROCESO DEL COMPOST	
	
Ilustración 1. Espacio libre para realizar compost	Ilustración 2. Corte de residuos orgánicos
	
Ilustración 3. Recolección de abono de cuy	Ilustración 4. Recolección de materia verde
	
Ilustración 5. Cama de compost	Ilustración 6. Volteo del compost
	
Ilustración 7. Tamizado del compost	Ilustración 8. Cosecha del compost

ANEXO B: TÉCNICA REDUCCIÓN POR CUARTEO DE MUESTRA EN COMPOST



Ilustración 1. Calculo del peso de cada saco



Ilustración 2. Enumeración de sacos



Ilustración 3. Recolección de muestra de cada saco



Ilustración 4. Colocación se muestra homogénea en la base plana



Ilustración 5. División de 4 partes la forma de cono



Ilustración 6. Retiro de 2 partes de la muestra homogénea



Ilustración 7. Etiqueta de las muestras



Ilustración 8. Muestras de compost

ANEXO C: PROCESO DEL HUMUS



Ilustración 1. Cama de humus



Ilustración 2. Volteo de abono humus



Ilustración 3. Colocación de lombriz roja californiana



Ilustración 4. Volteo de abono humus



Ilustración 5. Colocación de cascarilla de arroz



Ilustración 6. Volteo del humus



Ilustración 7. Colocación de residuos orgánicos



Ilustración 8. Cosecha del humus



Ilustración 9. Secado de humus



Ilustración 10. Tamizado del humus



Ilustración 11. Ensacado de humus



Ilustración 12. Sacos de humus

ANEXO D: TÉCNICA REDUCCIÓN POR CUARTEO DE MUESTRA EN HUMUS



Ilustración 1. Cálculo del peso de cada saco



Ilustración 2. Enumeración de sacos



Ilustración 3. Recolección de muestra de cada saco



Ilustración 4. Colocación se muestra homogénea en la base plana



Ilustración 5. División de 4 partes la forma de cono



Ilustración 6. Retiro de 2 partes de la muestra homogénea



Ilustración 7. Etiqueta de las muestras



Ilustración 8. Muestras de compost



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 24 / 11 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Máyuri Viviana Pico Gordón
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Recursos Naturales Renovables
Título a optar: Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz


Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



2173-DBRA-UTP-2022