

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por Ley Nro. 25265)



FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA

TESIS

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN QUÍMICA
DE HUMUS DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foétida*)
CON EL CONTENIDO RUMINAL EN EL CAMAL MUNICIPAL DE
HUANCAMELICA.

LINEA DE INVESTIGACIÓN:
SUELOS

DISCIPLINA:
CIENCIAS DE SUELO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ZOOTECNISTA

PRESENTADO POR:
Bach. ENRÍQUEZ ESPINOZA, Lucio
Bach. SOTO HUANCA, Rafael

HUANCAMELICA – PERÚ
2017



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA



FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el Auditorium de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 07 días del mes de setiembre del año 2017, a horas 3:00 p.m, se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los siguientes: M.Sc. Rodrigo HUAMÁN JURADO (PRESIDENTE), Mg. Melanio JURADO ESCOBAR (SECRETARIO), M.Sc. Héctor Marcelo GUILLEN DOMÍNGUEZ (VOCAL), designados con Resolución de Consejo de Facultad N° 161-2014-FCI-UNH, de fecha 11 de junio del 2014, modificado el titulo del proyecto de tesis con Resolución de Consejo de Facultad N° 242-2017-FCI-UNH de fecha 01 de junio del 2017 y ratificados con Resolución de Decano N° 108-2017-FCI-UNH de fecha 29 de agosto del 2017, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del informe final de tesis titulado: "EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE HUMUS DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (Eisenia foétida) CON EL CONTENIDO RUMINAL EN EL CAMAL MUNICIPAL DE HUANCAVELICA", presentado por los Bachilleres Lucio ENRIQUEZ ESPINOZA y Rafael SOTO HUANCA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista; en presencia del Mg. Blas REYMUNDO CONDOR, como Asesor y el Ing. Paul Herber MAYHUA MENDOZA, como Co-Asesor del presente trabajo de tesis. Finalizado la evaluación a horas 3:00 P.M.; se invitó al público presente y a los sustentantes abandonar el recinto. Luego de una amplia deliberación por parte de los Jurados, se llegó al siguiente resultado:

Lucio ENRIQUEZ ESPINOZA

APROBADO POR... MAYORIA.....

DESAPROBADO

Rafael SOTO HUANCA

APROBADO POR... MAYORIA.....

DESAPROBADO

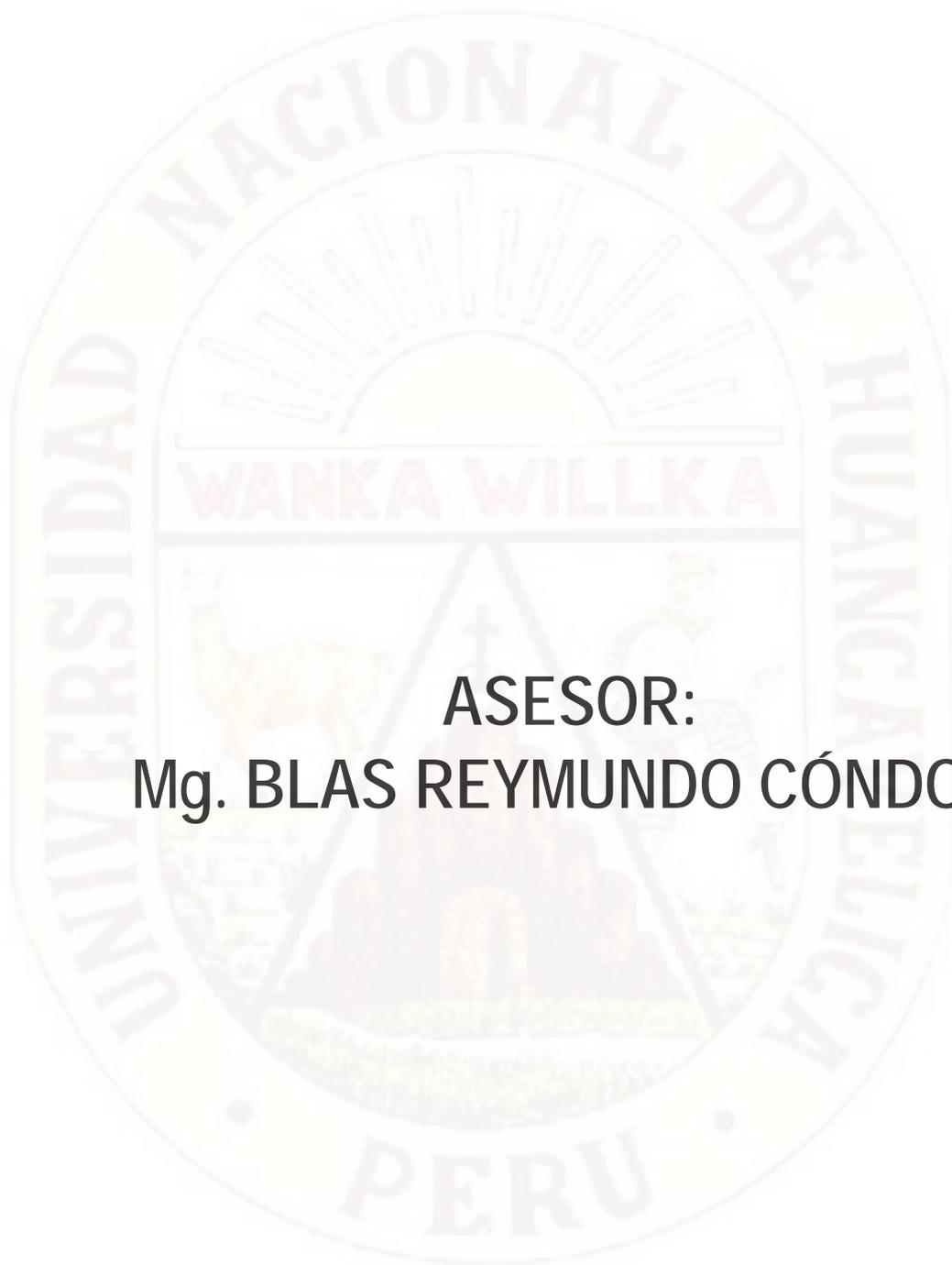
En señal de conformidad, firmamos a continuación:

[Signature]
Presidente

[Signature]
Secretario

[Signature]
Vocal

[Signature]
V° B° Decano



ASESOR:
Mg. BLAS REYMUNDO CÓNDROR

A Dios, por darme la vida; a mis padres,
Martín y Lorenza por su incansable
apoyo en mi formación personal y
profesional.

Lucio

A mi madre, Reymunda y mi padre
Simón, por su incansable apoyo en mi
formación personal y profesional.

Rafael

AGRADECIMIENTO

- Al asesor de tesis Mg. Blas Reymundo Córdor por habernos guiado en la elaboración, ejecución y redacción del presente trabajo de investigación, además por brindarnos su amistad y apoyo incondicional en nuestra formación profesional.
- Al Ing. Paul Herbert Mayhua Mendoza coasesor de tesis, por su enseñanza y apoyo en la obtención de muestras ruminales.
- Al Ing. Richard Ancasi Requena Administrador del Camal Municipal de Huancavelica.
- A Víctor Carhuapoma de la Cruz, por brindarnos su apoyo en la obtención de muestras y trabajo de laboratorio.
- A todos ellos, nuestro sincero agradecimiento por su amistad y apoyo en este trabajo. Finalmente agradecemos a todo el personal trabajador del Camal Municipal de Huancavelica.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	6
RESUMEN	12
SUMARY	13
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO I PROBLEMA	15
1.1. Planteamiento del problema	15
1.2. Formulación del problema	16
1.3. Objetivos	16
1.3.1. Objetivo general	16
1.3.2. Objetivos específicos	16
1.4. Justificación	17
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes	18
2.2. Bases teóricas	21
2.2.1 Características generales de la lombriz roja californiana	21
2.2.2 Clasificación zoológica	22
2.2.3 Características morfológicas	22
2.2.4 El compost	22
2.2.5 El contenido ruminal	23
2.2.6 Análisis bromatológico del contenido ruminal	23
2.2.7 Humus de lombriz	23
2.2.8 Propiedades del humus de lombriz	25
2.2.9 Conversión de sustrato a humus	25
2.2.10 Siembra de lombrices	26
2.2.11 Cosecha de humus de lombriz	27
2.2.12 Deshidratación y embolsado de humus de lombriz	28

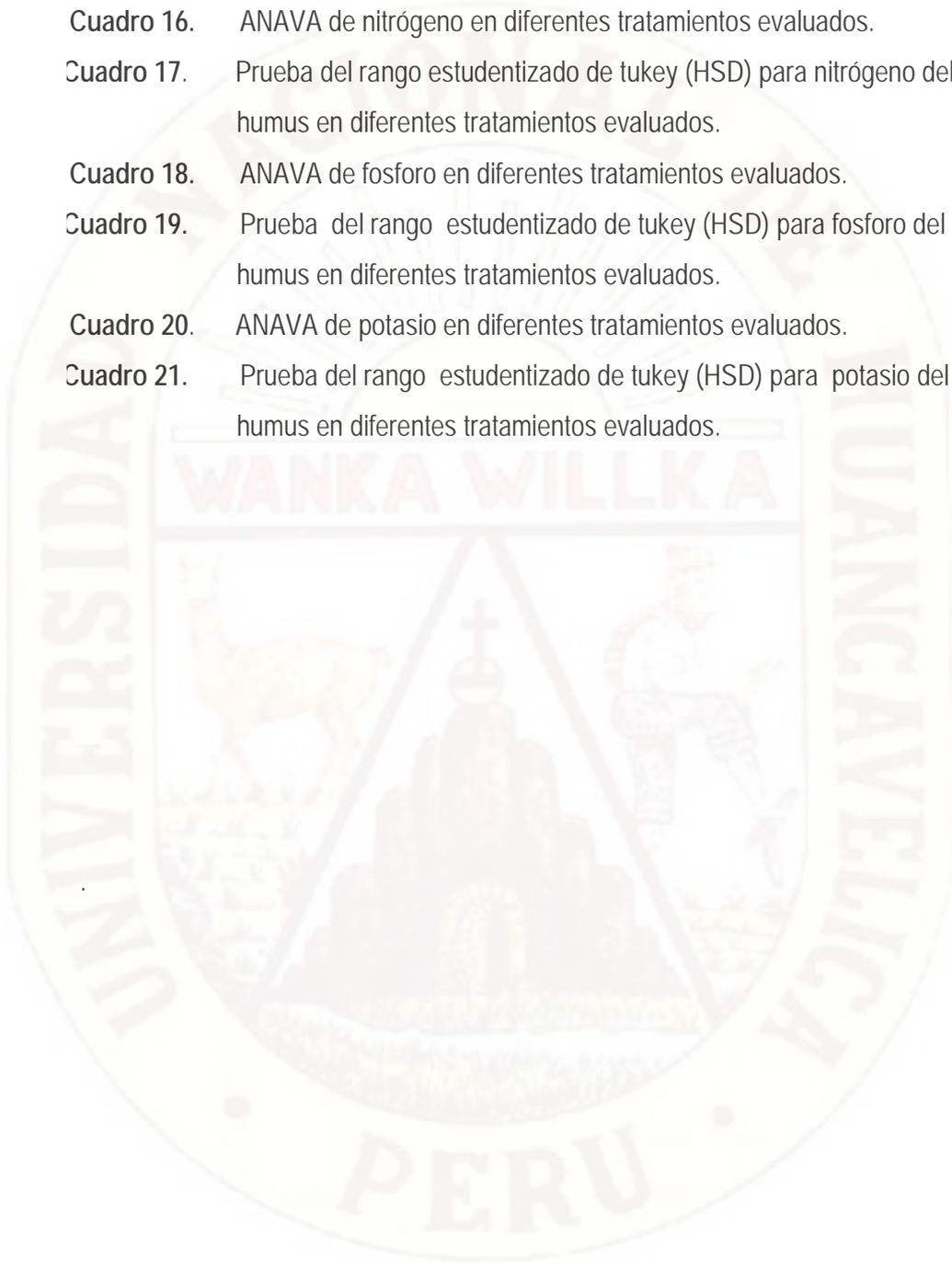
2.2.13 Composición química de humus de lombriz roja californiana.	28
2.3. Hipótesis	31
2.4. Variables de estudio.	31
2.4.1 Variable independiente	31
2.4.2 Variables dependiente	31
2.4.3 Definición operativa de variables	32
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	33
3.1. Ámbitos de estudio	33
3.2. Tipo de Investigación	33
3.3. Nivel de investigación	34
3.4. Método de investigación	34
3.5. Población y muestra	34
3.5.1. Población	34
3.5.2. Muestra	34
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	34
3.6.1. Técnica	34
3.6.2. Instrumentos	35
3.7. Procedimientos de recolección de datos	35
3.7.1. Fase de preparación	35
3.7.2. Fase experimental	35
3.7.3. Toma de datos	36
3.8. Diseño estadístico	36
3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	36
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES	38
4.1. Resultados	38
4.1.1. Producción del humus de lombriz roja californiana	38
4.1.2. Composición química del humus de lombriz roja californiana en relación al nitrógeno.	41

4.1.3. Composición química del humus de lombriz roja californiana en relación a fosforo.	43
4.1.4. Composición química del humus de lombriz roja californiana en relación a potasio.	45
4.2. Discusiones	46
4.2.1. Producción del humus de lombriz roja californiana	46
4.2.2. Composición química del humus de lombriz roja californiana en relación a nitrógeno.	47
4.2.3. Composición química del humus de lombriz roja californiana en relación a fosforo.	48
4.2.4. Composición química del humus de lombriz roja californiana en relación a potasio.	49
CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
ANEXOS	55
BASE DE DATOS USADOS	56
CUADROS ESTADÍSTICOS	58
FOTOGRAFÍAS	62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 01.	Análisis bromatológico del contenido ruminal	23
Cuadro 02.	Composición química del humus de lombriz roja californiana.	29
Cuadro 03.	Operacionalización de variables.	32
Cuadro 04.	Prueba de medias de tukey para la producción del humus en diferentes tratamientos con el contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica.	39
Cuadro 05.	Prueba de medias de tukey de la composición química (N) del humus en diferentes tratamientos con el contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica.	42
Cuadro 06.	Prueba de medias de tukey de la composición química (P) del humus en diferentes tratamientos con el contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica.	44
Cuadro 07.	Prueba de medias de tukey de la composición química (K) del humus en diferentes tratamientos con el contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica.	45
Cuadro 08.	Base de datos de la producción del humus de tratamiento 1 y sus repeticiones.	56
Cuadro 09.	Base de datos de la producción del humus de tratamiento 2 y sus repeticiones.	56
Cuadro 10.	Base de datos de la producción del humus de tratamiento 3 y sus repeticiones.	56
Cuadro 11.	Base de datos de la composición química (N, P y K) del humus de tratamiento 1 y sus repeticiones.	57
Cuadro 12.	Base de datos de la composición química (N, P y K) del humus de tratamiento 2 y sus repeticiones.	57
Cuadro 13.	Base de datos de la composición química (N, P y K) del humus de tratamiento 3 y sus repeticiones.	57
Cuadro 14.	ANAVA de producción del humus en diferentes tratamientos evaluados.	58

Cuadro 15.	Prueba del rango estudentizado de tukey (HSD) para producción del humus en diferentes tratamientos evaluados.	58
Cuadro 16.	ANAVA de nitrógeno en diferentes tratamientos evaluados.	59
Cuadro 17.	Prueba del rango estudentizado de tukey (HSD) para nitrógeno del humus en diferentes tratamientos evaluados.	59
Cuadro 18.	ANAVA de fosforo en diferentes tratamientos evaluados.	59
Cuadro 19.	Prueba del rango estudentizado de tukey (HSD) para fosforo del humus en diferentes tratamientos evaluados.	60
Cuadro 20.	ANAVA de potasio en diferentes tratamientos evaluados.	60
Cuadro 21.	Prueba del rango estudentizado de tukey (HSD) para potasio del humus en diferentes tratamientos evaluados.	61



ÍNDICE DE GRÁFICOS

- Gráfico 01.** Medias de la producción del humus a diferentes tratamientos con el contenido ruminal - Camal Municipal de Huancavelica. 35
- Gráfico 02.** Medias de la composición química (N) del humus a diferentes tratamientos con el contenido ruminal - Camal Municipal de Huancavelica. 37
- Gráfico 03.** Medias de la composición química (P) del humus a diferentes tratamientos con el contenido ruminal - Camal Municipal de Huancavelica. 39
- Gráfico 04.** Medias de la composición química (K) del humus a diferentes tratamientos con el contenido ruminal - Camal Municipal de Huancavelica. 40

RESUMEN

La investigación se realizó con el objetivo de evaluar la producción y composición química de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) con el contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica. Se empleó muestras del contenido ruminal (camélidos sudamericanos, ovinos y vacunos), las que fueron sometidas a un proceso de compostaje en un sistema abierto tipo tumulto en un área de 9 m², con una pendiente de 1 y 5 %, de pH 7,5, con humedad de 60 % y una temperatura constante de 24 a 30 °C. La prueba de 50 lombrices (P50L) se realizó con la finalidad de comprobar si el sustrato está apto como alimento para la lombriz. Para evaluar la producción y la composición química de humus de lombriz roja californiana, se habilitaron cajas ecológicas con dimensiones de 70X40X15cm. Se utilizó 96 kg de compost para todo el estudio y luego el análisis de las muestras se realizó en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los tratamientos fueron: T1 producción y composición química de humus a los 3 meses; T2 producción y composición química de humus a los 4 meses y T3 producción y composición química de humus a los 5 meses. Finalmente se obtuvo una producción de humus significativa ($P < 0.05$) en el T2 de 4 meses con 3,04 kg y T3 de 5 meses con 3,28 kg; con respecto al T1 de 3 meses con 2,80 kg y siendo T3 de 5 meses superior a los T1 de 3 meses y T2 de 4 meses. Los resultados de la composición química del humus fueron: El nitrógeno presentó mayor porcentaje de contenido y nivel de significancia en el T3 de 5 meses con un 2,07 %; con respecto a los tratamientos T1 de 3 meses con 1,85 % y T2 de 4 meses un 1,91 %. Mientras que el fósforo presentó mayor porcentaje de contenido en T1 de 3 meses con 4,31 % frente al T2 de 4 meses con 3,56 % y T3 de 5 meses con 2,83%. Por último, se encontró diferencias estadísticas con mayor porcentaje de contenido de potasio en el T1 de 3 meses con 1,44 % en comparación de los T2 de 4 meses con 1,34 % y T3 de 5 meses con 1,35%.

Palabras claves: Contenido ruminal, lombriz, humus, compostaje.

ABSTRACT

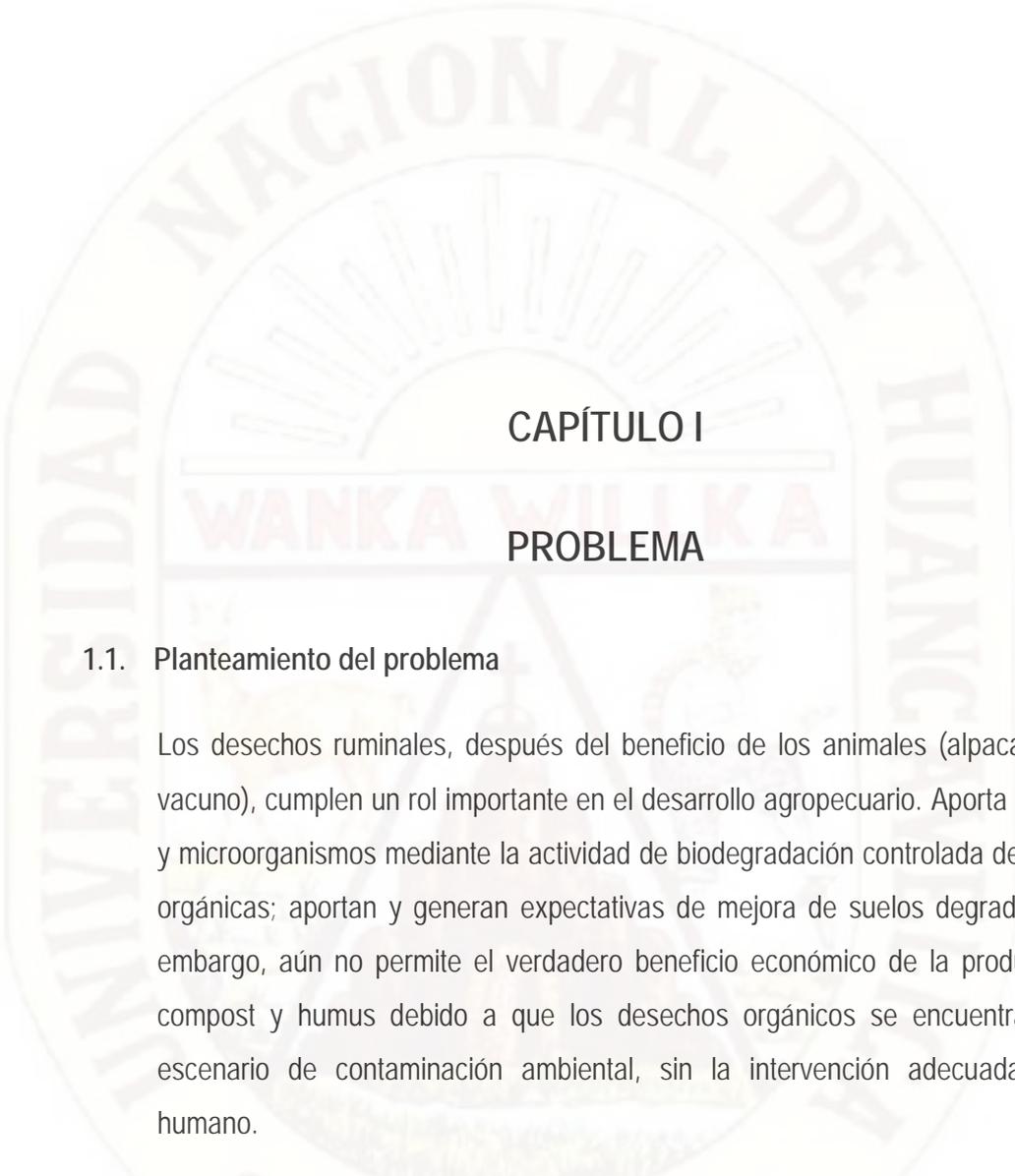
The research was conducted with the objective of evaluating the production and chemical composition of California red worm humus (*Eisenia foetida*) with ruminal content in the Camal Municipal de Huancavelica. Samples of the ruminal content (South American camelids, sheep and cattle) were obtained and were subjected to a composting process in an open turbulent system in an area of 9 m², with a slope between 1 and 5%, pH between 7.5, with humidity of 60% and a constant temperature of 24 to 30 ° C. The test of 50 worms (P50L) was performed in order to check if the substrate is suitable as food for the worm. To evaluate the production and chemical composition of California red worm humus, ecological boxes with dimensions of 70X40X15cm were used, using 96 kg of compost for the whole study and then the analysis of the samples was carried out in the Soil Analysis Laboratory, Plants, Waters and Fertilizers of the Faculty of Agronomy of the National Agrarian University La Molina. The treatments were: T1 production and chemical composition of humus at 3 months, T2 production and chemical composition of humus at 4 months and T3 production and chemical composition of humus at 5 months, finally obtaining humus production was significant ($P < 0.05$) in T2 of 4 months with 3.04 kg and T3 5 months with 3.28 kg, with respect to T1 of 3 months with 2.80 kg and being T3 of 5 months superior to T1 3 months and T2 4 months. The results of the chemical composition of the humus were: Nitrogen had a higher percentage of content and level of significance in T3 of 5 months with 2.07%, with respect to T1 treatments of 3 months with 1.85% and T2 of 4 months 1.91%. While Phosphorus presented a higher content percentage in T1 of 3 months with 4.31% compared to T2 of 4 months with 3.56% and T3 of 5 months with 2.83%. Finally, we found statistical differences with a higher percentage of Potassium content in the 3-month T1 with 1.44% compared to the 4-month T2 with 1.34% and the 5-month T3 with 1.35%.

Keywords: Ruminal content, earthworm, humus, composting.

INTRODUCCIÓN

La generación de los desechos orgánicos como es el caso del contenido ruminal después del beneficio de los animales en los Camales es una problemática ambiental mundial y en especial los que se generan en la industria cárnica. Al haber una mezcla de los residuos en los efluentes de los rastros, la carga orgánica es demasiada y la problemática es mayor, siendo casi nulos el manejo y aprovechamiento. Lejos de ver los desechos como un contaminante, tener en cuenta su amplia aplicación como producción de humus. El contenido ruminal es uno de los contaminantes con mayor impacto ambiental; produce una alta carga orgánica en los efluentes de los rastros que por su forma de depósito llegan a fosas sépticas, basureros municipales y aguas residuales produciendo contaminación. Sin embargo, el contenido ruminal en lugar de ser visto como un contaminante, es una fuente valiosa de nutrimentos, se incorpora a las dietas de animales, ya que representa el alimento no digerido ingerido por los poligástricos, además posee una gran cantidad microbiana que puede ser benéfico para el suelo si se pretende el uso del contenido ruminal como abono. Por eso, la biodegradación controlada de la materia orgánica, previa a su integración al suelo, es el compostaje y el producto final conocido como Compost de suma importancia para la ganadería y agricultura, propiedad que puede aprovecharse.

En el Camal Municipal de Huancavelica, después de realizar el sacrificio de los animales de diferentes especies (alpacas, llamas, vacunos y ovinos), se obtienen diariamente contenidos ruminales y heces, y no se aprovechan las propiedades que ofrece y, a la vez, genera contaminación ambiental, si no se trata correctamente. Mediante este trabajo de investigación, al utilizar la lombriz como agente biológico que permite transformar los residuos orgánicos en humus, se puede mitigar la contaminación ambiental y, a la vez, suministrar como abono orgánico para las tierras agrícolas que se encuentran en proceso de degradación. Por eso, este trabajo evaluó la producción y composición química del humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) con el contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica.



CAPÍTULO I

PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Los desechos ruminales, después del beneficio de los animales (alpaca, ovino y vacuno), cumplen un rol importante en el desarrollo agropecuario. Aporta nutrientes y microorganismos mediante la actividad de biodegradación controlada de materias orgánicas; aportan y generan expectativas de mejora de suelos degradados. Sin embargo, aún no permite el verdadero beneficio económico de la producción de compost y humus debido a que los desechos orgánicos se encuentran en un escenario de contaminación ambiental, sin la intervención adecuada del ser humano.

El contenido ruminal es uno de los contaminantes con mayor impacto ambiental. Produce una alta carga orgánica en los efluentes que forman depósitos, luego llegan a fosas sépticas, basureros municipales y aguas residuales, fomentando así la contaminación. El contenido ruminal representa el alimento no digerido por los poligástricos; estos poseen una población microbiana que puede ser benéfico para el suelo si se pretende usar como abono orgánico. Por ello, la biodegradación

controlada de la materia orgánica previa a su integración al suelo es el compostaje y el humus de suma importancia para la agricultura.

Los trabajadores del Camal Municipal de Huancavelica, después del sacrificio de los animales (alpacas, llamas, vacunos y ovinos), vienen desechando y arrojando los contenidos ruminales directamente al río; no son colectados para su tratamiento. Esto indica un atentado contra la salud de los ciudadanos; significa contaminación del medio ambiente. No existe interés por invertir este problema en aprovechamiento de las propiedades que tiene el contenido ruminal como bioabono. Por esta razón se utilizó la lombriz como agente biológico para transformar contenido ruminal en humus y así mitigar la contaminación ambiental y, a la vez, suministrar abonos orgánicos para las tierras agrícolas que se encuentran en proceso de degradación.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál será la producción y composición química de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) con el contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

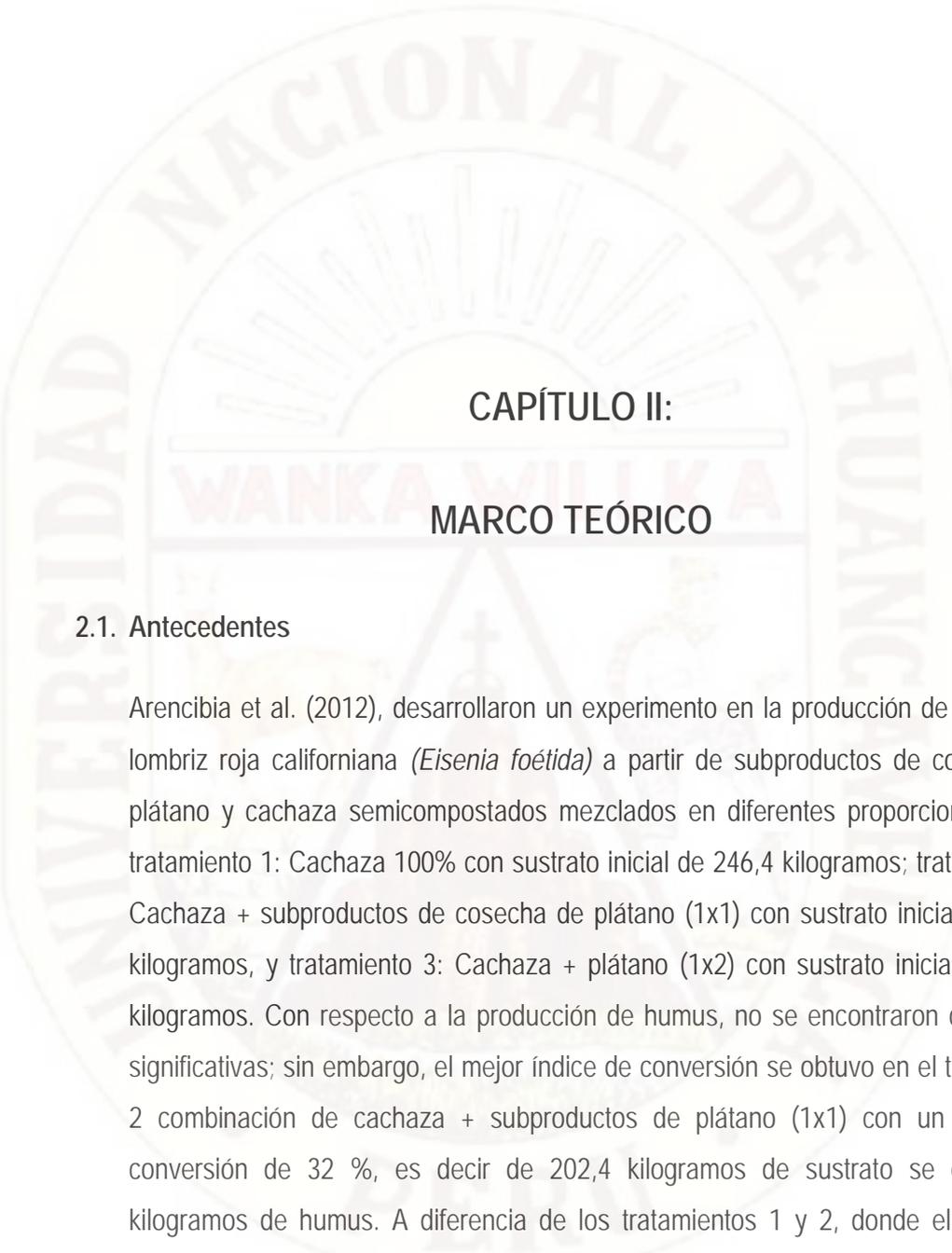
- Evaluar la producción y composición química de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) con el contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) con el contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica.
- Evaluar la composición química de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) en el contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica.

1.4. Justificación

El Camal Municipal del distrito y provincia de Huancavelica no está aprovechando el contenido ruminal proveniente del sacrificio de los animales de las diferentes especies (alpacas, llamas, vacunos y ovinos). Por el contrario, desaprovecha estos recursos y va generando contaminación ambiental en suelo, agua y aire. Ante esta realidad, desplegó esfuerzos este trabajo de investigación, con la finalidad de aprovechar el contenido ruminal de las diferentes especies de animales, como alpacas, llamas, vacunos y ovinos. Se realizó la transformación de dicho contenido en humus para ser utilizados en suelos agrícolas, aquellos que se encontraban en proceso de degradación. Fue utilizado la lombriz como agente biológico para transformar el contenido ruminal en humus. Todo esto, con el fin de mitigar la contaminación ambiental y, así mismo, producir abono orgánico para las tierras agrícolas. El humus de lombriz roja californiana es un fertilizante orgánico de primer orden; es un biorregulador, corrector de los suelos pobres cuya característica fundamental es la bioestabilidad; lo protege de la erosión. Mejora sus características físico-químicas, su estructura (haciéndola más permeable al agua y al aire). Aumenta la retención hídrica, regulando el incremento y la actividad de los nitritos del suelo. Tiene la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro). Los residuos orgánicos, como el contenido ruminal, son una fuente de importancia para la elaboración del abono orgánico; esto contribuiría a bajar los costos de producción en los diferentes cultivos agrícolas y pastos forrajeros y por ende su contribución a mitigar la contaminación ambiental e incrementar la fertilidad de los suelos agrícolas que se hallan en proceso de degradación. Además, esta investigación constituye un punto de partida para emprender programas de mejoramiento de suelos agrícolas y campos de pastizales, para la producción eficiente de pastos y forrajes.



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Arencibia et al. (2012), desarrollaron un experimento en la producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) a partir de subproductos de cosecha del plátano y cachaza semicompostados mezclados en diferentes proporciones como: tratamiento 1: Cachaza 100% con sustrato inicial de 246,4 kilogramos; tratamiento 2: Cachaza + subproductos de cosecha de plátano (1x1) con sustrato inicial de 202,4 kilogramos, y tratamiento 3: Cachaza + plátano (1x2) con sustrato inicial de 281,6 kilogramos. Con respecto a la producción de humus, no se encontraron diferencias significativas; sin embargo, el mejor índice de conversión se obtuvo en el tratamiento 2 combinación de cachaza + subproductos de plátano (1x1) con un índice de conversión de 32 %, es decir de 202,4 kilogramos de sustrato se obtuvo 65 kilogramos de humus. A diferencia de los tratamientos 1 y 2, donde el índice de conversión fue de 26 % y 23 %, vale decir de los 246,4 y 281,6 kilogramos de sustrato se obtuvo 64 y 65 kilogramos de humus respectivamente. Los resultados anteriores demuestran que el uso de los residuos de cosecha de plátano combinados con cachaza, constituyen una alternativa para la lombricultura a pequeña y mediana

escala, con mejores indicadores para la combinación 1x1 de cachaza + plátano, siempre y cuando se cumplan todos los parámetros del proceso de lombricompostaje.

Rodríguez (2006), encontró como factor de conversión a bioabono por sustrato en base húmeda a los 90 días, para el pseudotallo de plátano sin mezclar con otros materiales orgánicos, un índice de conversión de 48,52 % lo cual indicó, según el autor, que por cada 46 kg de peso fresco pre compostado se obtuvieron 22,32 kg de humus proveniente de este sustrato.

Martínez y Mauricio (2003), realizaron un estudio de producción y composición química de humus de lombriz roja (*Eisenia foétida*) en el valle bajo de Cochabamba, utilizando 6 tipos de sustratos como: estiércol de bovino, equino, porcino, cuy, ovino y una mezcla de estiércol bovino con rastrojos al cabo de 3 meses se procedió la cosecha de humus donde se estableció que el nivel de significancia entre tratamientos fue diferente, siendo el porcino el que mejores índices alcanzó. Los tratamientos equino, ovino y bovino presentaron menores porcentajes de la producción de humus.

La composición química de igual forma se determinó a los 3 meses, donde la mayor concentración de nitrógeno fue del tratamiento cuy con 2,3 % y la menor para el bovino con 1,65 %. Del mismo modo las concentraciones de fósforo y potasio presentaron valores diferentes, siendo el tratamiento porcino el que obtuvo la mayor concentración de fósforo con 3,1 % y el ovino la de potasio con 1,59 %.

Álvarez et al. (2010), desarrollaron un trabajo de investigación en donde evaluó la composición química de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) utilizando como sustrato el estiércol de borrego. Después de tres meses de evaluación presentó las siguientes características: materia orgánica 49,3 %, nitrógeno 2,19 %, fósforo 0,57 %, potasio 0,86%, relación C/N 13,1, nitrógeno inorgánico 0,098 %.

Jiménez et al. (2012), realizaron el trabajo con el objetivo de caracterizar el humus de lombriz producido a partir de diferentes materias primas y determinar el efecto del humus de lombriz en la respuesta al crecimiento de plantas in vitro de malanga *Xanthosoma sagittifolium* var. México-8, plátano FHIA-21, y guayaba enana roja EEA-18-40, en la fase de aclimatización. El trabajo fue con la utilización de diferentes residuos orgánicos donde produjeron humus caracterizados por la calidad en su composición química de macro elementos (N, P y K) obteniendo como resultado de la siguiente manera: El porcentaje de N, P y K a partir Cachaza (1,67 %; 0,38 % y 0,56 % respectivamente), estiércol de vacuno (1,79 %; 0,42 % y 0,53 %) y estiércol de conejos (1,72 %, 0,46 % y 0,52 %) y con un error estándar y media general para N, P y K como: $(0,04 \pm 1,72)$, $(0,02 \pm 0,42)$ y $(0,01 \pm 0,53)$ respectivamente para cada uno de los residuos orgánicos. No se encontraron diferencias significativas en la composición química del humus de lombriz pero lograron una respuesta favorable al crecimiento de las plantas in vitro en la fase de aclimatización.

García et al. (1996), realizaron un trabajo de investigación en la obtención de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) utilizando como sustrato alimentario excreta vacuna, excreta porcina, excreta porcina - bagacillo y excreta porcina - cachaza y los tipos de agua para humedecer el sustrato (potable o residual). En el resultado no encontraron interacción significativa entre los efectos considerados para la producción de humus de lombriz roja californiana. Aunque las excretas porcinas determinaron niveles de N (2,04 %, 2,44 %, 2,52 % y 2,41 %) y de K (0,91 %, 0,12 %, 0,11 % y 0,11 %) en el mismo orden de tratamientos. Estos resultados indican la factibilidad de utilización de la excreta porcina enriquecida con una fuente fibrosa para la lombricultura.

Chura (1999), evaluó la producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y el tiempo de maduración del humus en los parámetros de relación N, P y K, a partir de cinco excrementos de ganado Bovino, Equino, Camélido, Ovino y Caprino en invernadero. Encontrando que el rendimiento en la producción de humus a tres meses de procesado por las lombrices fue en un rango de 49 a 57 %. El Nitrógeno disponible a 90 días de maduración del humus presenta valores de 19 a 26 %. Los

rangos del fósforo disponible en el humus varían de 33 a 41%. La disponibilidad de potasio en el humus experimenta variaciones de 9 a 11%. Concluyendo que el nitrógeno disponible fue más eficiente que los otros macro y micronutrientes.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Características generales de la lombriz roja californiana

Bollo (1999), manifiesta que la conoce como Lombriz Roja Californiana porque es en ese estado de Estados Unidos donde se descubrieron sus propiedades para el ecosistema y donde se instalaron los primeros criaderos. La lombriz es un anélido hermafrodita; reúne características morfo fisiológicas y comportamentales muy importantes para introducirla dentro de una explotación zootécnica.

Fajardo (2002), reporta que la Lombriz Roja Californiana vive normalmente en zonas de clima templado; su temperatura corporal oscila entre 19 y 20°C y humedad del 82 %. En estado adulto mide entre 7 y 10 cm de longitud con un diámetro de 3 a 5 mm; su peso aproximado es de un gramo. Una lombriz consume diariamente una cantidad de residuos orgánicos equivalente a su peso: el 60 % se convierte en abono y el resto lo utiliza en su metabolismo y para generar tejidos corporales. Vive hasta 16 años, durante los cuales se acopla regularmente cada 17 días (45 días lombriz común), desde los tres meses de edad si la temperatura y humedad del medio son adecuadas.

Sánchez (2003), manifiesta que la lombriz roja californiana es un animal hermafrodita e incompleto. Es hermafrodita porque cada lombriz posee dos órganos sexuales (macho y hembra) separados, o sea, produce óvulos y espermatozoides a la vez. Es incompleto porque a pesar de tener dos órganos sexuales no pueden auto fecundarse y para propagar su propia especie tiene que copular (acoplarse) e intercambiar óvulos y espermatozoides con otra lombriz.

2.2.2. Clasificación zoológica

Ramón (2014), presenta la siguiente clasificación:

Reino: *Animal*

Tipo: *Anélido*

Clase: *Oligoqueto*

Orden: *Opisthoro*

Familia: *Lombricidae*

Género: *Eisenia*

Especie: *E. foétida*

2.2.3. Características morfológicas

Cañari (2002), dice que posee el cuerpo alargado, segmentado y con simetría bilateral, existe una porción más gruesa en el tercio anterior de 5 mm de longitud llamada clitelium, cuya función está relacionada con la reproducción. La pared del cuerpo de las lombrices está constituida de afuera hacia dentro.

2.2.4. El compost

Basaure (1995), explica que es un proceso de transformación aeróbica controlada de los materiales orgánicos contenidos en los residuos por medio de la actividad de los microorganismos. Este proceso combina fases mesófila-A- (15 a 45°C), termófila -B- (45 a 70°C) y de maduración -C- a temperatura ambiente. Obteniendo la transformación de un residuo orgánico en un producto estable, que puede estar libre de patógenos y factible de ser aplicado al suelo.

Sztern y Pravia (2003), mencionan la existencia de varios sistemas de compostaje, no obstante, el objetivo de todos es además de transformar los residuos en composta, conseguir las condiciones consideradas letales para patógenos, parásitos y elementos germinativos (semillas, esporas).

2.2.5. El contenido ruminal.

Según Trillos (2007), el contenido ruminal, también conocido como "ruminaza", es un subproducto originado del sacrificio de animales, se encuentra en el primer estómago del bovino en el cual al momento del sacrificio contiene todo el material que no alcanzó a ser digerido. Posee una gran cantidad de flora y fauna microbiana y productos de la fermentación ruminal, por esto se puede decir que es una alternativa para la alimentación de rumiantes, pollos y cerdos de engorde, por sus características químicas, biológicas, bromatológicas y su amplia disponibilidad.

2.2.6. Análisis bromatológico del contenido ruminal

Según Church (1997), el análisis bromatológico de los contenidos ruminales es poco variable debido a que la alimentación de los bovinos es básicamente de pasto y ciertas combinaciones con melazas, por lo que se encontraría alta concentración de celulosa y hemicelulosa (carbohidratos con alto grado de polimerización); de lignina, (compuesto con estrecha relación con la celulosa), y su contenido en grasas, proteína o ceras es bajo.

Cuadro 01: Análisis bromatológico del contenido ruminal

Desecho	Humedad (%)	Proteína grasa (%)	Fibra (%)	Ceniza (%)
CR	85,00	9,60	2,84	27,06

Fuente: Falla (1995)

2.2.7. Humus de lombriz

Coronel (2001), reporta que el humus de lombriz producido es un abono orgánico 100% natural, que se obtiene de la transformación de residuos orgánicos compostados, por medio de la Lombriz Roja de California. Es totalmente natural, mejora la porosidad y la retención de humedad,

aumenta la colonia bacteriana y su sobredosis no genera problemas. Tiene las mejores cualidades y ninguna contraindicación.

Ferruzzi (1987), menciona que el humus es el producto resultante de la transformación digestiva en forma de excretas que ejerce este pequeño anélido sobre la materia orgánica que consume. Aunque como abono orgánico puede decirse que tiene un excelente valor en macro nutrientes, también habría que mencionar la gama de compuestos orgánicos presentes en él, su disponibilidad en el consumo por las plantas, su resistencia a la fijación y al lavado.

Azabache (2003), se refiere al humus como las excretas de las lombrices dedicadas a transformar los residuos orgánicos y también a los producidos por las lombrices de tierra como desecho de digestión.

Durán y Henríquez (2007), mencionan que el humus de lombriz es un producto orgánico de textura granulosa, húmedo, que no fermenta ni presenta olor. Su incorporación a los suelos aumenta el nivel de nutrientes y materia orgánica; facilita la absorción de agua para los vegetales; acelera la germinación y el desarrollo de raíces, hojas, flores y frutos de las plantas de interior y exterior y las torna más resistentes a plagas y enfermedades.

Schuldt (2006), define que el humus de lombriz es el abono orgánico más conocido en el mercado y su composición depende del sustrato con el cual se alimentan las lombrices, al utilizar residuos orgánicos de origen animal o vegetal.

2.2.8. Propiedades del humus

Compagnoni (1983), manifiesta que estas son las propiedades del humus sólido de lombriz.

- Influye en la germinación de la semilla y el desarrollo de las plántulas
- Favorece la formación de micorrizas.
- Aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos
- Favorece la absorción radicular.
- Aporta al desarrollo y diversificación de la microflora y micro fauna del suelo.
- Regula el incremento y la actividad de los nitritos en el suelo.
- Facilita la absorción de los elementos nutritivos, haciendo que las plantas asimilen los minerales como el fósforo, calcio, potasio, magnesio y oligoelementos.
- Transmite directamente del terreno a la planta: hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humidificadoras.
- Mejora las características estructurales del terreno, desligando los arcillosos y agregando los arenosos.
- Mejora la porosidad de los suelos aumentando la aireación.

2.2.9. Conversión de sustrato a humus

Fuentes (1982), indica que la lombriz cada día come el equivalente del peso de su cuerpo y el 60 % de lo consumido lo expele en forma de humus. Reinés y Rodríguez (2006), que el balance del sustrato biotransformado por la acción de las lombrices de tierra, varía según el tipo de alimento, lo cual se debe en gran parte a la palatabilidad de las lombrices por los productos ofertados y la composición de estos en su contenido en fibra celulosa, proteínas, además de otros.

2.2.10. Siembra de lombrices

Ferruzzi (1987), precisa que antes de poner a las lombrices en contacto con el alimento en los lechos, se debe asegurar que la fermentación del material haya finalizado, para lo cual se procede a realizar una prueba que garantiza la supervivencia y se llama comúnmente prueba de 50 lombrices (P5OL). Para realizar la prueba se procede a colocar en una caja de madera (30cm x 30cm x 15cm). Pasadas las 24 horas hay que verificar si las 50 lombrices aún se encuentran.

Galvis (1991), para colocar las lombrices en el lecho, aconseja verificar la temperatura, pH y humedad del alimento. También nos especifica que después de la siembra de los anélidos, mantener húmedo el alimento regando de preferencia a manera de lluvia fina, el grado de humedad adecuada se reconoce cuando al exprimir un puñado de alimento salen unas gotas de agua. No se debe dejar compactar el alimento, si ello ocurre hay que compactar para oxigenar el lecho y hacer esponjoso y útil el alimento para las lombrices.

Chacón (2005), afirma que inmediatamente vaciado el biosólido en las fosas se inocula las lombrices, utilizando 3 kilos de lombrices por metro cuadrado para el tratamiento de los residuos orgánicos de excreta humana, es aconsejable depositar en la superficie del sustrato a compostar, una capa de restos vegetales verdes con el objetivo de evitar la presencia de moscas, olor, etc. Las fosas tienen una cubierta de agrofil, para mantener la humedad y temperatura adecuada para la descomposición de los residuos orgánicos y ayudar el trabajo de las lombrices que transforman los residuos orgánicos en humus, a la vez que se desarrolla la reproducción de lombrices.

2.2.11. Cosecha de humus de lombrices

Sztern y Pravia (1996), describen lo siguiente sobre la cosecha de humus, después de 8 a 9 meses de procesamiento de los residuos orgánicos, el componente proteico proveniente de las heces y del material secante, el aserrín, se agota y el sustrato se reduce de 45 % a 50 % del volumen inicial, este es el momento de cosechar el humus, existen varios procedimientos que se probaron:

- Se coloca sobre la superficie del sustrato una malla metálica con orificios de 2 mm, sobre la malla se deposita alimento fresco en un estrato de 6 centímetros y se espera 3 a 4 días las lombrices pasan a este estrato de alimento fresco y están listas para inocularlas a una nueva fosa.
- Otra forma de cosecha es utilizando un tamizado de humus (separador de humus y lombriz), este es un método simple mecánico y que puede dañar a las lombrices y necesita mayor tiempo para aislar las lombrices.

Método con malla. La cosecha puede realizarse de diferentes formas, aunque la más efectiva resulta ser colocando una malla en la superficie del cantero y depositando el alimento sobre ésta, al cabo de tres o cuatro días cuando las lombrices suban a comer (lo cual se aprecia visualmente) se retira la malla y con ella las lombrices. Esta operación se repite cuantas veces sea necesaria.

Método del raspado. Manualmente se extraen los 10 cm superiores de toda la superficie de la canoa con la ayuda de una pala y un vagón, se vierte ese contenido en una canoa de nueva creación, se alimentan y se riegan.

En la segunda semana, se extraen de la misma canoa o canteros otros 10 cm, se depositan en una segunda canoa de nueva creación, se alimentan ambas y se riegan, entonces las lombrices subirán a la excreta a comer de ella. Ya en la tercera semana se extraen los últimos 10 cm superiores

donde quedan aproximadamente el 5 % de las lombrices. De esta forma se extrae el humus que está en el fondo del cantero.

Método de la pirámide. Se extraen los primeros 10 cm del cantero o canoa y se exponen al sol en forma de cono. Al cabo de 20 o 30 min. se abre el cono y se extraen las lombrices agrupadas en el centro y en el fondo separado del humus.

Método de tamizado. Consiste en hacer pasar el material extraído de la superficie del cantero por tamices que permitan separar el humus de las lombrices.

2.2.12. Deshidratación y embolsado de humus

Una vez realizada la cosecha de lombrices, el humus se somete a un procedimiento de cernido, y deshidratación por temperatura en carpa solar de 40 °C a 50 °C durante 2 semanas para la eliminación de patógenos que pudieron sobrevivir el proceso de compostaje. Se realizan los análisis de laboratorio para descartar la presencia de patógenos y determinar la composición de nutrientes para manejar el rendimiento del humus y su uso en diferentes especies forestales, flores, cultivos andinos y hortalizas.

2.2.13. Composición química y nutriente de humus de lombriz roja californiana.

Castillo et al. (2010), menciona que el humus de lombriz es un biorregulador, fertilizante y corrector orgánico del suelo, de la tierra. Este nutriente orgánico no solo es un acelerador de compostaje, sino que además produce un incremento en el porte de las plantas; protege de enfermedades y plagas así como cambios bruscos de temperatura y humedad. Es un mejorador y corrector de suelos por excelencia dado que mejora la estructura y aireación del suelo, incrementa la asimilación de nutrientes e incrementa la capacidad de retención del agua. Otra de sus

características es que proporciona una asimilación rápida de parte de las raíces de las plantas.

Mansilla (2013), manifiesta que el humus de lombriz equivale al doble de nitrógeno y potasio que aporta el estiércol de vacuno, es mucho más rico en fósforo. El rendimiento de maíz producido con humus de lombriz en el extranjero es el triple de producido con fertilizantes sintéticos; induce a la producción hormonal de auxinas y giberelinas para el crecimiento de las plantas; por otro lado, evita la clorosis férrica. La actividad residual del humus permanece en el campo hasta por 5 años.

Cuadro 02: Composición química del humus de lombriz roja californiana.

Humedad	30 – 60%
pH	6.8 – 7.2
Nitrógeno	1 – 2.6%
Fósforo	2 – 8 %
Potasio	1 – 2.5%
Calcio	2 – 8 %
Magnesio	1 – 2.5 %
Materia orgánica	30 – 70%
Carbono orgánico	14 – 30%
Ácido fulvónicos	14 – 30 %
Ácidos húmicos	2.8 – 5.8
Sodio	0.02 %
Cobre	0.05 %
Hierro	0.02 %
Manganeso	0.006 %
Relación C/N	10 – 11%

Fuente: Azabache, 2003.

El nitrógeno (N) es el macronutriente y motor del crecimiento de la planta. Suple de uno a cuatro por ciento del extracto seco de la planta. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO_3^-) o de amonio (NH_4^+). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar amino ácidos y proteínas. Siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los

procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento.

El fósforo (P) es un macronutriente que forma parte de las nucleoproteínas, lipoides y fosfolípidos; desempeña un importante papel metabólico en la respiración y fotosíntesis (fosforilación), en el almacenamiento y transferencia de energía (NAD, NADP y ATP) y en la división y crecimiento celular. El P se acumula en partes de la planta en crecimiento y en las semillas; es determinante para el desarrollo de las raíces y de los tejidos meristemáticos (Bernal y Espinosa, 2003).

Según Marschner (1995), el requerimiento de fósforo para el óptimo crecimiento está dentro del rango de 0,3- 0,5 % de la materia seca vegetal durante la etapa vegetativa de crecimiento. De acuerdo con Reinés y Rodríguez (2006), en el caso de la papa, el fósforo promueve el crecimiento de las raíces y la rápida formación de tubérculos, por lo que es un elemento crítico en el periodo inicial de desarrollo de la planta y en la tuberización.

Salisbury y Ross (1994), dicen que el fósforo se redistribuye con facilidad en la mayor parte de las plantas de un órgano a otro y se pierde en las hojas antiguas, acumulándose en hojas jóvenes, en flores y semillas en desarrollo, por lo cual, los síntomas de deficiencia se presentan primero en hojas maduras.

El potasio (K), macronutriente que suple del uno al cuatro por ciento del extracto seco de la planta, tiene muchas funciones. Activa más de 60 enzimas (substancias químicas que regulan la vida). Por ello, juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades. El potasio es el nutriente mineral requerido en mayor cantidad por las plantas. El requerimiento del potasio para el óptimo crecimiento vegetal está en el rango de 2- 5 % del peso seco vegetal de

las partes vegetativas, frutas carnosas y tubérculos (Marschner, 1995). El potasio es un activador de muchas enzimas esenciales en la fotosíntesis y la respiración, además, activa enzima reguladora particularmente del piruvato quinasa y las fosfofructoquinasas, necesarias para formar almidón y proteínas. El K es muy móvil dentro de la planta y es absorbido del suelo como catión K^+ (Bernal y Espinosa, 2003). El ión K^+ se redistribuye con facilidad de los órganos maduros a los juveniles, por lo que los síntomas de deficiencia aparecen primero en las hojas de mayor edad (Salisbury y Ross, 1994).

2.3. Hipótesis

Ho: El contenido ruminal no influye en la producción y composición química de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) en el Camal Municipal de Huancavelica.

Ha: El contenido ruminal influye en la producción y composición química de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) en el Camal Municipal de Huancavelica.

2.4. Variables de estudio

2.4.1. Variable independiente

- Contenido ruminal

2.4.2. Variables dependientes

- Producción y composición química de humus de lombriz.

2.4.3. Definición operativa de variables

Cuadro 03: Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores
Independientes		
Contenido ruminal	Tiempo	Producción de humus a: <ul style="list-style-type: none"> • 3 meses • 4 meses • 5 meses.
Dependientes		
Producción de humus	Producción	Kilogramos de humus.
Composición química de humus	Composición	<ul style="list-style-type: none"> • % Nitrógeno (N). • % Fosforo (P). • % Potasio (K).

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito de estudio

I etapa: La elaboración del compostaje y la producción de humus se realizaron en las instalaciones del Camal Municipal de Huancavelica a 3697 m.s.n.m., comprensión al distrito, provincia y región de Huancavelica. El Camal Municipal de Huancavelica se encuentra a una distancia de 6 km. de la ciudad de Huancavelica, en el margen derecho del río Ichu.

II etapa: El análisis de muestras de humus se realizó en el Laboratorio de Análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina para determinar la composición química del humus del contenido ruminal.

3.2. Tipo de investigación

Según la finalidad, es una investigación experimental porque busca modificaciones y cambios y tiene un propósito práctico inmediato.

3.3. Nivel de investigación

Esta investigación es de nivel aplicativo, porque se encarga de buscar el porqué de cambios de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto según. En este sentido, nos ocupamos en la determinación de los efectos mediante la prueba de hipótesis.

3.4. Método de investigación

Es un método científico porque se plantea problemas, objetivos e hipótesis, además se utilizó el método inductivo-deductivo, análisis y síntesis. Porque nuestros resultados se generalizaron a la población de estudio por medio de la inducción, a partir de una muestra particular; y por medio de la deducción obtuvimos una muestra representativa de la población general y se analizó y se sintetizó los resultados obtenidos de las variables en estudio.

3.5. Población y muestra

Población. La población del contenido ruminal fue de 500 kg previamente compostado en un tiempo de 7 meses.

Muestra. La muestra es de 96 kg de compostajes del contenido ruminal para los experimentos respectivos.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnica

Para el proceso de compostaje se utilizó un sistema abierto tipo tumulto y para la producción de humus de lombrices se utilizó cajones ecológicos para la fase de experimentación teniendo en consideración los diferentes periodos de producción (3 meses, 4 meses y 5 meses) y se analizó la composición química de humus en el Laboratorio de Análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.6.2. Instrumentos

Como instrumento se utilizó las fichas de evaluación de la producción y composición química de humus a los 3 meses, 4 meses y 5 meses.

3.7. Procedimiento de recolección de datos

3.7.1. Fase de preparación

La preparación de compost de los contenidos ruminales (camélidos sudamericanos, ovinos y vacunos) se realizó bajo un sistema abierto tipo tumulto en un área de 9 m² y con pendiente entre 1 y 5 %. Los contenidos ruminales se sometieron a un proceso de compostaje con el objetivo de estabilizar el pH, para asegurar el desarrollo favorable de las lombrices (pH 7,5). Los contenidos ruminales se acumularon una cantidad suficiente para todas las unidades experimentales requeridas, los mismos que fueron aireados para favorecer el proceso de descomposición, dos veces a la semana y regados periódicamente con agua de caño corriente para controlar la humedad. Todo este proceso duró hasta que estén en condiciones para iniciar la fase experimental. Para ello, se realizó la prueba de 50 lombrices (P50L), que consiste en colocar 50 lombrices en una caja con el alimento que se va a utilizar (sustrato). A las 24 horas se contabilizó las lombrices vivas y si hay más de 49, el alimento puede utilizarse; mientras que, si el número es menor a 49 lombrices vivas, el alimento todavía no está como para ser utilizado. Para ello se tuvo en cuenta estabilizar el pH y la temperatura constante entre 24 a 30 °C y una humedad relativa de 60 % (cuando se agarra un puñado del sustrato y se presiona no debe salir ni una gota de agua).

3.7.2. Fase experimental (siembra de lombriz)

Para esta fase se habilitaron 4 cajas ecológicas para cada tratamiento (12 cajones) con dimensiones de 70X40X15cm y donde se utilizó un total de 96 Kg de compostaje del contenido ruminal para los tres tratamientos respectivos; los tratamientos a evaluar consistieron en: T1 producción y

composición química de humus a los 3 meses, T2 producción y composición química de humus a los 4 meses, T3 producción y composición química de humus a los 5 meses.

3.7.3. Toma de datos

La toma de datos de la producción de humus se realizaron al finalizar el estudio, según los tratamientos (3 meses, 4 meses y 5 meses); para ello se utilizó una balanza analítica registrado los datos en las fichas de evaluación, y para el análisis de la composición química de humus (NPK) se tomaron muestra homogéneas de 4 kg por tratamiento haciendo un total de 12 kilogramos de muestras enviadas para su análisis en el Laboratorio Análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.8. Diseño estadístico

Este trabajo tiene un diseño completamente al azar (DCA).

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Efecto de los periodos (3 meses, 4 meses y 5 meses) en la producción y composición química del humus.

μ = Media general

T_i = Efecto de tratamiento del contenido ruminal sobre la producción y composición química de humus.

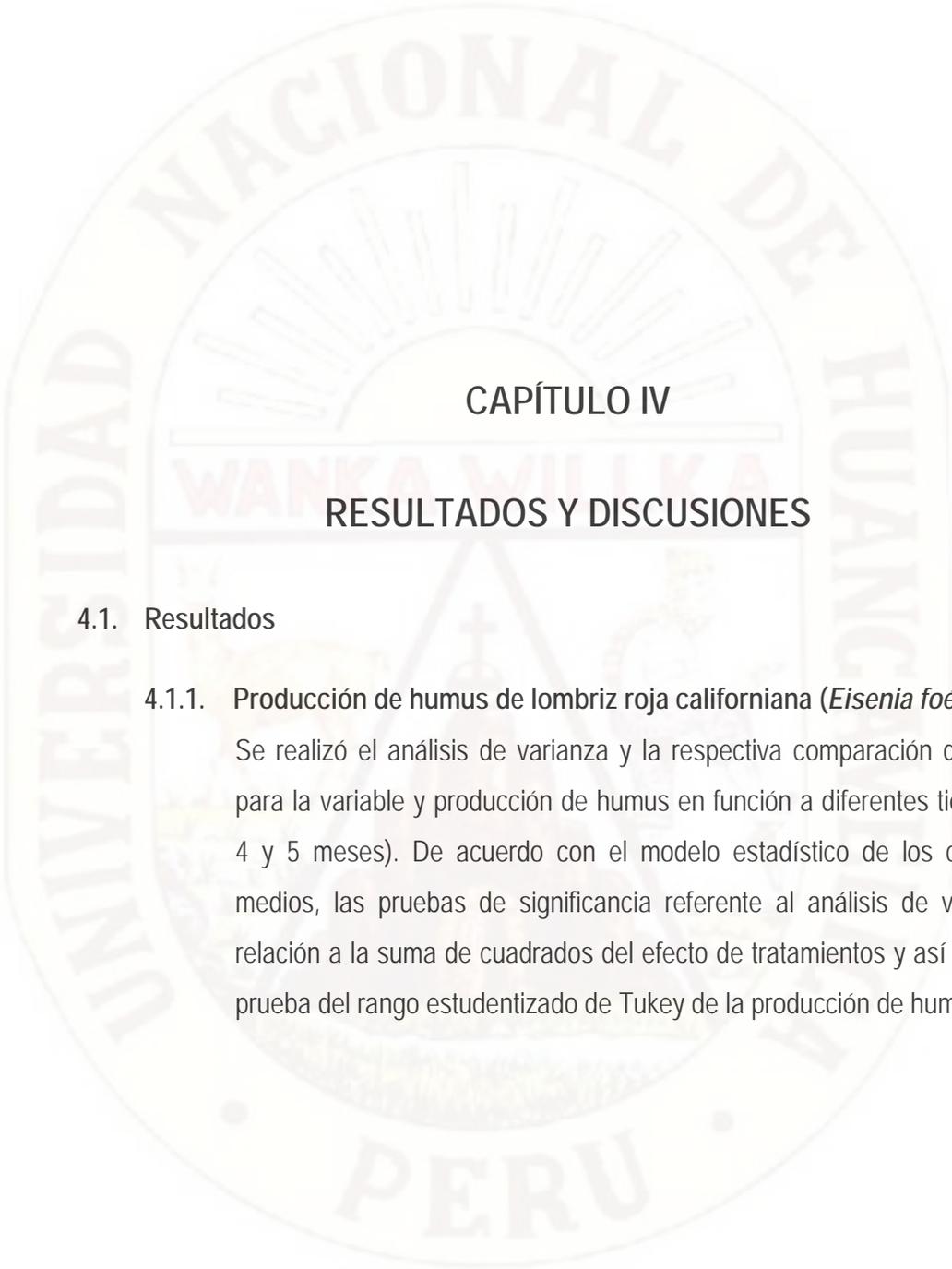
E_{ij} = Efecto del error experimental

3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el contraste de hipótesis de las variables se realizaron con la ayuda del software estadístico SAS (Versión 9,4), a través del análisis de ANAVA con nivel de

significancia de ($p < 0,05$) y la Prueba de Tukey, además los resultados se presentaron con cuadros y gráficos de barras.





CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resultados

4.1.1. Producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*).

Se realizó el análisis de varianza y la respectiva comparación de medias para la variable y producción de humus en función a diferentes tiempos (3, 4 y 5 meses). De acuerdo con el modelo estadístico de los cuadrados medios, las pruebas de significancia referente al análisis de varianza y relación a la suma de cuadrados del efecto de tratamientos y así mismo, la prueba del rango estudentizado de Tukey de la producción de humus.

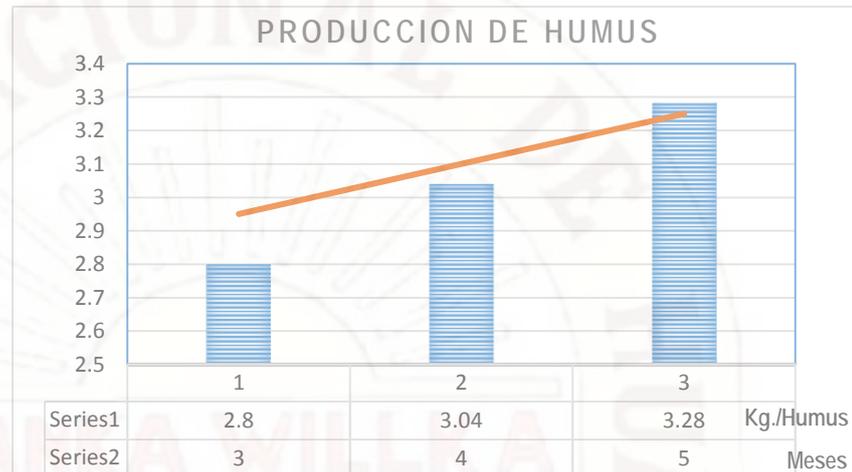
Cuadro 04: Prueba de Medias de Tukey para la producción del humus (Kg) en diferentes tratamientos con el contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica

Medias para Humus			
Medias	Tiempo (meses)		
	5	4	3
	3,2800 A	3,0400 AB	2,8000 B
3,2800 a	-	0,2400 ns	0,4800 *
3,0400 ab		-	0,2400 ns
2,8000 b			-

Fuente: Elaboración propia

El presente análisis es un análisis de comparación de medias Tukey a un nivel de significancia de alpha 0,05, para lo cual presentamos la comparación de medias de la variable producción de humus. Todos los valores de media de producción de humus fueron comparados a una diferencia mínima significativa (0,422), toda diferencia entre dos medias que sea igual o superior es significativa. Los datos se presentaron de la siguiente manera (5, 4 y 3 mes) de mayor a menor, por lo cual se comparó entre el quinto mes (3,2800 kg de humus) y cuarto mes 3,0400 (kg de humus) obteniendo un valor de 0,2400 siendo no significativo a una alpha de 0,05. De la misma manera también se comparó entre el cuarto mes (3,0400 kg) y tercer mes (2,8000 kg), logrando un valor de 0,2400 siendo no superior a la diferencia mínima significativa de 0,422 por lo tanto se puede deducir que no hay significancia. Pero que a diferencia de los valores obtenidos se observa que existe diferencia estadística significativa entre los valores de quinto mes y tercer mes obteniendo un valor de 0,4800 superior a la diferencia mínima significativa de 0,422, esta diferencia superior nos muestra que existe diferencia estadística significativa entre estos dos meses comparados para la variable producción de humus.

Gráfico 01: Medias de la producción del humus (Kg) en diferentes tratamientos con el contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica.



Fuente: Elaboración propia

Este presente gráfico muestra que existe mayor producción de kilogramos de humus a medida que aumentan los meses evaluados como es el 3,4 y 5 mes. El aumento exponencial de humus es producto a que cada lombriz es capaz de elaborar por día 0,3 gramos de humus, es decir que mes a mes se acrecentará los kilogramos de humus de acuerdo con el crecimiento proporcional de la población. Porque durante los tres primeros meses, la cantidad de lombrices se incrementa dado que los ejemplares iniciales fueron quienes se reprodujeron únicamente en estos tres meses. Es así que a los tres meses la producción de humus fue 2,8 kilogramos, a los cuatro meses se obtuvo 3,04 kilogramos y así mismo al quinto mes se presentó una producción de 3,28 kilogramos de humus, presentando un comportamiento lineal.

4.1.2. Composición química del humus en relación al nitrógeno (N)

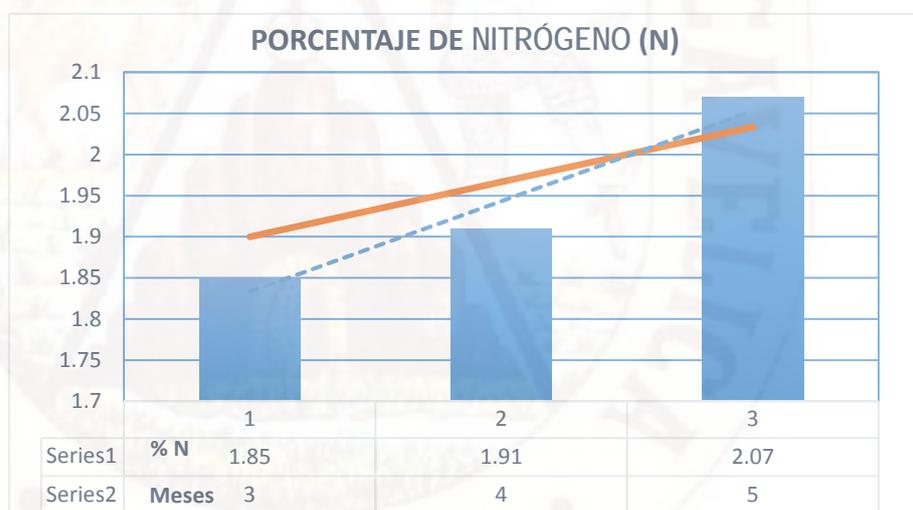
Según el análisis, la composición química del humus en relación al nitrógeno se obtuvo que los tiempos de producción son de mayor a menor, organizándose de la siguiente manera (5, 4 y 3) meses de tratamiento, se observa también que según la prueba de Tukey las medias de los meses son significativos. La comparación de medias para el quinto mes presentó 2,07 % y el cuarto mes 1,91 % de nitrógeno, esta comparación de medias presentó un valor (0,16 %) y un valor de diferencia mínima significativa (0,026), por lo cual existe diferencia estadística significativa entre los dos meses evaluados a un alpha de 0,05; pues la comparación de medias es superior a una diferencia mínima significativa. La comparación de medias para el quinto mes presentó 2,07 % y el tercer mes, 1,85 %, presentando un valor de 0,22 % en donde es superior al valor de diferencia mínima significativa (0,026), presentando diferencia estadística significativa entre estos dos meses evaluados a un alpha de 0,05. También, de esta manera, se comparó entre el cuarto mes (1,91 %) y tercer mes (1,85 %) exhibiendo la comparación de medias de 0,06 % que es superior a la diferencia mínima significativa (0,026); por lo que se puede decir que hay una diferencia estadística significativa a un alpha de 0,05 para los valores evaluados.

Cuadro 05: Prueba de Medias de Tukey de la composición química (N) del humus a diferentes tratamientos con el contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica.

Medias para nitrógeno			
Medias	Tiempo (meses)		
	5	4	3
	2,0725 A	1,9100 B	1,8500 C
2,0725 a	-	0,1625 *	0,2225 *
1,9100 b		-	0,060 *
1,8500 c			-

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 02: Medias de la composición química (N) del humus a diferentes tratamientos con el contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica.



Fuente: Elaboración propia

En relación al presente gráfico muestra que a medida que aumenta los meses crece la composición química (nitrógeno) en porcentaje en diferentes tiempos evaluados (3, 4 y 5 meses). El nivel de nitrógeno en el tercer mes evaluado muestra que se obtuvo un valor de (1,85 %), pero en el cuarto mes se obtuvo un valor superior (1,91%), y en el quinto mes se obtuvo un valor de 2,07 % de nitrógeno.

4.1.3. Composición química del humus en relación al fósforo (P)

En relación a los valores obtenidos para la composición química para el fósforo (P), se realizó la comparación de medias. Se observó que existe diferencia estadística significativa para las medias de los niveles de fósforo (P), en los tiempos (3, 4 y 5 meses). Al realizar la comparación de medias entre el quinto mes (4,31 %) y el cuarto mes (3,56 %), en donde esta comparación de medias presentó un valor de 0,75 y al comparar con el valor de diferencia mínima significativa de 0,042 nos resulta significativo ya que se puede decir que toda diferencia entre dos medias que sea igual o superior al valor de Tukey, nos muestra que existe diferencia estadística significativa a un alpha de 0,05, para los datos de composición química para fósforo (P).

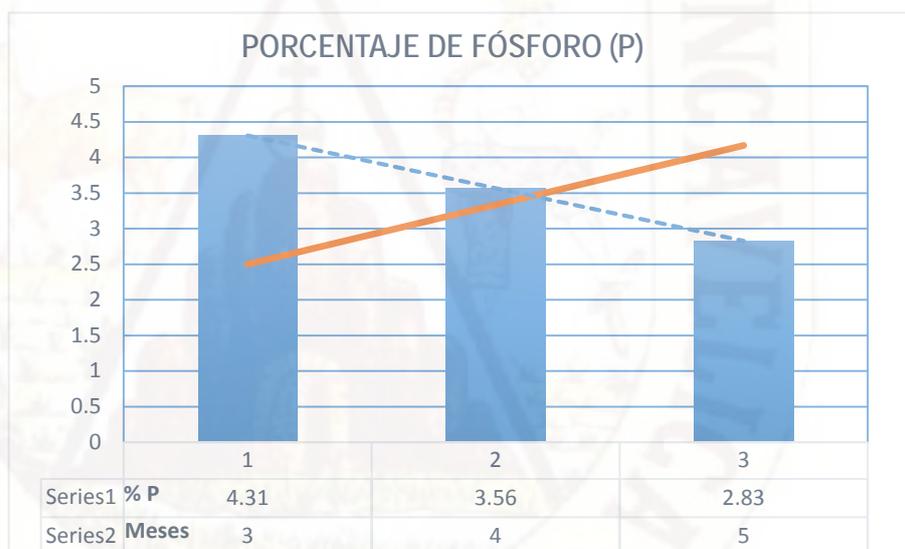
De la misma manera, también se comparó el tercer mes y quinto mes para composición química para el fósforo (P), el cual presenta una diferencia de medias de 1,48 superior al valor de 0,042 como diferencia mínima significativa esta diferencia muestra que los datos son significativos a un alpha 0,05. Para el cuarto mes (3,56 %) y tercer mes (2,83 %) de fósforo obtenidos en el experimento en donde estos niveles nos permitieron realizar la comparación de medias (0,73%) y como valor de diferencia mínima significativa 0,042 que, al comparar, demuestra que este valor es inferior y conlleva a deducir que existe diferencia estadística significativa entre estos meses evaluados a un nivel de significancia a un alpha de 0,05.

Cuadro 06: Prueba de Medias de Tukey de la composición química (P) del humus en diferentes tratamientos con el contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica.

Medias para Fosforo			
Medias	Tiempo (meses)		
	3	4	5
	4.3125 A	3.5600 B	2.8300 C
4.3125 a	-	0.7525 *	1.4825 *
3.5600 b		-	0.7300 *
2.8300 c			-

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 03: Medias de composición química (P) del humus en diferentes tratamientos con el contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica.



Fuente: Elaboración propia

El presente gráfico muestra que en los diferentes tiempos evaluados (3, 4 y 5 meses) decrece el porcentaje de fósforo. El nivel de este (P) en el tercer mes muestra un valor de 4,31 % y en el cuarto mes se obtuvo un valor inferior (3,56 %), debido a la mayor degradación de lombrices al compostaje del contenido ruminal en el Camal Municipal. Así también, se observa que el

nivel al quinto mes es menor (2,83 %), valor que es inferior al tercer y cuarto mes.

4.1.4. Composición química del humus en relación al potasio (K)

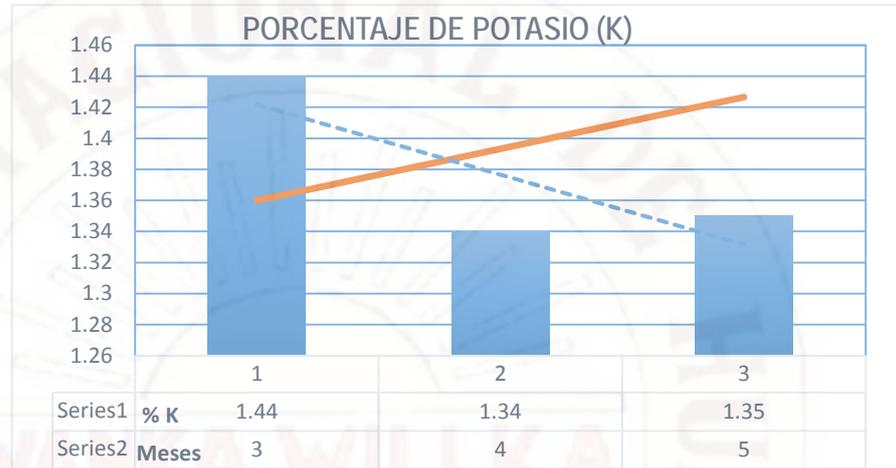
En relación a su composición química, el valor de potasio (K) se realizó la prueba de comparación de medias, para el tercer mes se obtuvo 1,44 % de media diferente para el cuarto y quinto mes que se obtuvieron el 1,34 % y 35 %, respectivamente. Los datos se compararon de la siguiente manera: medias de tercer mes (1,44 %) y quinto mes (1,35 %) de los porcentajes de potasio (K), para lo cual se tuvo una diferencia media de 0,09 y un valor de diferencia mínima significativa de 0,0294 determinando que existe diferencia estadística significativa a un alpha de 0,05. Para el tercer mes y cuarto mes (1,44 % y 1,34 %), se obtuvieron respectivamente valores de diferencia de media de 0,1 % y una diferencia mínima significativa de 0,0294, presentando diferencia estadística significativa para el tercer y cuarto mes. A diferencia de la comparación de medias para el quinto mes (1,35 %) y cuarto mes (1,34 %), el porcentaje de potasio quienes no superan a la diferencia mínima significativo siendo no significativo entre los tiempos evaluados para potasio a un nivel alpha de 0,05.

Cuadro 07: Prueba de Medias de Tukey de la composición química (K) del humus en diferentes tratamientos con el contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica.

Medias para potasio			
Medias	Tiempo (meses)		
	3	5	4
	1,435 A	1,345 B	1,340 B
1,435 a	-	0,090 *	0,095 *
1,345 b		-	0,005 ns
1,340 b			-

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 04: Medias de la composición química (K) del humus a diferentes tratamientos con el contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica.



Fuente: Elaboración propia

Se puede indicar del presente gráfico que la composición química Potasio (K) disminuye en relación a los diferentes tiempos (3, 4 y 5 meses) de compostaje en el camal municipal. En relación al tercer mes el porcentaje de potasio (K), presenta un valor de 1,44 % y en cuarto y quinto mes se presentaron valores ligeramente iguales 1,34 y 1,35 % de potasio (K) respectivamente.

4.2. Discusiones

4.2.1. Producción del humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*)

Arencibia *et al.* (2012), tuvieron como mayor producción de humus de lombriz al tratamiento 2: sub producto de plátano y cachaza semicompostado obteniendo 65 kg de humus a los 90 días de los 202,4 kg de sustrato utilizado con un índice de conversión de 32 %, inferior a lo presentado en el presente trabajo de investigación donde a los 03 meses obtuvimos 2,8 kilogramos de humus de los 8 kilogramos de sustrato utilizado, donde el índice de conversión es de 35 %. Esta diferencia porcentual se presume debido a que nuestro sustrato es más digestible y se realizó el compostaje del sustrato del contenido ruminal a diferencia de

Arencibia *et al.* (2012), quienes reportan haber trabajado con semicompostado de cachaza y subproducto de cosecha de plátano.

Rodríguez (2006), es quien presentó un índice de conversión de 48,52 % de humus es decir de 46 kilogramos de sustrato utilizado se ha producido 22,32 kilogramos de humus, utilizando el pseudo tallo de plátano en 90 días; en comparación con nuestro trabajo, obtuvimos como mayor producción de humus para el quinto mes con 41 % de índice de conversión, que es inferior a lo reportado por Rodríguez. Esta diferencia, se presume, debido que el experimento realizado por este autor, un precompostaje del sustrato y el sustrato que utilizo es más degradable y, por otro lado, por las condiciones geográficas (clima cálido) del experimento que realizaron.

4.2.2. Composición química del humus en relación al nitrógeno (N)

Martínez y Mauricio (2003), obtuvieron valores de 2,3 % de nitrógeno como mayor valor para sustratos de estiércol de cuy y como menor valor con 1,65 % de nitrógeno para sustrato de estiércol de bovino desarrollado en 90 días, en relación al presente reporte nuestros valores, presentan ligeramente iguales, con un valor de 1,85 % de nitrógeno a los 3 meses del compostaje de contenido ruminal de vacuno, ovino, alpaca y llama en el Camal Municipal. Esta ligera diferencia se debe a que la fuente de nitrógeno se encuentra en compost y desechos de animales. Además, la composición química del humus depende del tipo de sustrato con la que se ha alimentado las lombrices y esta depende de la especie animal y edad del animal ya que se trata de dos experimentos realizados en distintos lugares.

En relación con esta variable, también se reportó Jiménez *et al.* (2012) quien utilizó como sustratos de cachaza encontrando 1,67 % de nitrógeno; estiércol de vacuno 1,79 % de nitrógeno; estiércol de conejo 1,72 % de nitrógeno; a los 3 meses, nuestro trabajo presentó valores superiores con 1,85 % de nitrógeno; a los 3 meses, 1,91 % de nitrógeno a los 4 meses 2,07 % a los 5 meses de contenido ruminal de camal. Esta diferencia se debe al tipo de

sustrato (estiércol y cachaza) y la especie animal y vegetal (vacuno, conejo y cachaza) en donde Jiménez et al., (2012), utilizaron en su trabajo a comparación de nuestro experimento en donde utilizamos como sustrato compostaje del contenido ruminal de diferentes especies animales (vacuno, ovino, alpaca y llama) como alimento de las lombrices.

García *et al.* (1996), obtuvieron valores de sustrato, excreta vacuna (2,04 % de N), excreta porcina (2,44 % N), excreta porcina + bagacillo (2,52 % N) y excreta porcina + cachaza (2,41 % N), valores químicos obtenidos en humus, nuestros datos presentan valores inferiores con 1,85 % nitrógeno para tres meses y para el cuarto mes con 1,91 % de nitrógeno y para el quinto mes con 2,07 % de nitrógeno, para el compostaje del contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica. La diferencia de resultados de porcentaje de nitrógeno se debe a que García et al, (1996) trabajaron combinando 2 sustratos, mientras nuestro experimento solamente con el compostaje del contenido ruminal de diferentes especies animales.

4.2.3. Composición química del humus en relación al fósforo (P)

En relación con los valores de fósforo se obtuvo valores reportados por Martínez y Mauricio (2003), quienes obtuvieron a partir de sustrato de estiércol de bovino, equino, porcino, cuy, ovino y mezcla de bovino + rastrojos, como mayor valor para porcino obtuvo el 3,1 % de fósforo evaluados en 90 días. Nuestro trabajo reporta valores superiores de 4,31 % de fósforo a los 3 meses y 3,56 % 4 meses, superior a los valores del estudio anterior, pero inferior al quinto mes con 2,83 % de fósforo de contenido ruminal del Camal Municipal de Huancavelica. El resultado superior a los tres meses de nuestro trabajo se debe a que el sustrato utilizado en nuestro trabajo fue la mezcla del contenido ruminal compostado de diferentes especies animales como: Vacuno, ovino, llama y alpacas para el tratamiento en estudio, mientras Martínez y Mauricio (2003) estudiaron con el estiércol ya que este sustrato presenta niveles bajos de macronutrientes.

Álvarez *et al.* (2010), presentan valores inferiores a los dos valores presentados con 0,57 % de fósforo para estiércol de borrega. Jiménez *et al.* (2012), obtuvieron valores muy bajos para estiércol de vacuno 0,42 % de fósforo y estiércol de conejo 0,46 % de fósforo estos estudios fueron realizados en tres meses. De igual forma, el estudio que realizaron estos dos autores anteriores utilizaron excrementos de animales de forma separada como tratamientos en comparación de nuestro trabajo el contenido ruminal de diferentes animales en conjunto por tratamiento, de allí la diferencia que existe.

4.2.4. Composición química del humus en relación al potasio (K)

Álvarez *et al.* (2010), realizaron un trabajo de investigación obteniendo valores de 0,86% de potasio para estiércol de borrega, que es inferior a nuestro trabajo de investigación que se obtuvo un valor de 1,43 % para los tres meses del contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica. Esta diferencia se debe al tipo de sustrato, ya que nosotros trabajamos con el compostaje del contenido ruminal de diferentes especies mezclados, en comparación con ellos que trabajaron con estiércol de borrega. Jiménez *et al.* (2012), presentaron también valores inferiores a nuestro trabajo en tres sustratos cachaza 0,50 % de potasio, estiércol de vacuno 0,53 % de potasio y estiércol de conejo 0,52 % de potasio, así mismo García *et al.* (1996) trabajaron con excreta vacuna, excreta porcina, excreta porcina - bagacillo y excreta porcina – cachaza obteniendo valores de potasio: K (0,91%, 0,12%, 0,11% y 0,11%) respectivamente, valores inferiores a nuestro trabajo. Esto, debido a la composición del humus de lombriz que varía de acuerdo con la concentración de nutrientes de los residuales de animales y vegetales (sustratos de los cuales proceda ese humus) ya que influye el tipo de dieta consumida por los animales y no habiendo trabajos similares a nuestro experimento de allí su importancia de estudio.

CONCLUSIONES

- La producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) con el contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica al quinto mes presentó 3,28 kilogramos, superior a los tratamientos del cuarto y tercer mes.
- La composición química, en relación con el porcentaje de nitrógeno del humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) con el contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica, se observó que al quinto mes presentó 2,07 % de nitrógeno superior al cuarto y al tercer mes.
- La composición química, en relación con el porcentaje de fósforo de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) con el contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica, se observó que al tercer mes presentó 4,31 % de fósforo, siendo mejor al cuarto y al quinto mes.
- La composición química, en relación con el porcentaje de potasio del humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) con el contenido ruminal en el Camal Municipal de Huancavelica, se observó que al tercer mes presentó 1,44 % de potasio, siendo mejor al cuarto y al quinto mes.

RECOMENDACIONES

- Realizar más estudios de producción y composición del humus de lombriz roja californiana a partir del sustrato de contenido ruminal, ya que de esto existe poca información.
- Realizar estudios de comparación de compostajes con diferentes estiércoles de animales y residuos vegetales para diferir si existe la variación en la producción y composición química.
- Realizar estudios de la aplicación del humus del sustrato de contenido ruminal animal en cultivos de pastos forrajeros.
- Aprovechar los residuos orgánicos del Camal Municipal de Huancavelica y su aplicación en la agricultura para mitigar el deterioro de los suelos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, J., Gómez, D., León, N., y Gutiérrez, F. 2010. Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Agrociencia* 44: 572-586.
- Arencibia, A., Echemendía, J., Negrin, A., Carabaloso, A., Lopez, J., Vega, D. y Peña, (2012). Producción de humus de lombriz a partir de subproductos de cosecha del plátano (*Musa spp.*) y cachaza. Centro de Investigaciones en Bioalimentos. Pág. 41-47.
- Azabache, L. 2003. Fertilidad de suelos para una agricultura sostenible. Primera Edición. Huancayo: UNCP. 58 pág.
- Basaure, P. 1995. "Lombricultura. Manual Técnico" Agroflor. Lombricultura. Loncoche. Chile. 43 pág.
- Bernal, J. y Espinosa, J. 2003. Manual de nutrición y fertilización de pastos. INPOFOS. Quito – Ecuador.
- Bollo, E., 1999. Lombricultura una Alternativa de Reciclaje. 1a ed. México, D.F. México. p. 149.
- Castillo, A., Hernández, D. y Ojeda, D. 2010. "Effect of Californian Red Worm (*Eisenia foetida*) on the nutrient dynamics of a mixture of semicomposted materials". *Chil. J. Agr. Res.* 70: 465-473
- Cañari, C. 2002. "Manual Técnico de Lombricultura". Huancayo: INIA. 20 Pág.
- Chacón, G. 2005. Manual Práctico para la Fabricación de Abono Orgánico utilizando Lombrices Roja Californiana. Pág 95.
- Chura García, D. 1999. Producción y tiempo de maduración de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) obtenido de estiércoles de cinco ganados criado en el Departamento de Potosí.
- Compagnoni, L. 1983. "Cría moderna de lombrices, el abono más económico, rentable y eficaz". Editorial de Vecchi S.A. Barcelona. 25 pág.
- Coronel, M. 2001. "Manual de Lombricultura". Huancayo: UNCP. 50 pág.
- Church, D.C. 1997. Fisiología Digestiva y Nutrición de los Rumiantes. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España. 190p.
- Durán, L. y C. Henríquez. 2007. "Caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos". *Agronomía Costarricense*.

- Falla, C. 1995.** Desechos de matadero con alimento animal en Colombia. Frigorífico Guadalupe S. A. Santa Fe de Bogotá Colombia. Folleto. 30p.
- Fajardo, V. 2002.** Manual Agropecuario. 1a ed. Bogotá, Colombia. Edit Limerín. pp. 481-502.
- Ferruzi, C. 1987.** Manual de Lombricultura. Ediciones Mundiprensa. Madrid. Pág 138
- Fuentes, J. 1982.** "La crianza de lombriz roja" Ministerio de Agricultura, Pesca Alimentación. Colombia. Hojas divulgadoras Núm. 87 pág.
- Galvis, A. 1991.** "Un auténtico reciclaje natural: la lombricultura". Caja Agraria. Departamento Risaralda, Pereira, Colombia. 4 pág.
- García, M., Domínguez, P., Martínez, L. y Cobas, M. 1996.** "Obtención de humus y lombrices de tierra (*Eisenia Foetida*) a partir de residuales porcinos y desechos de la industria azucarera". Revista Computarizada de Producción Porcina. Vol. 3. N° 1.
- Jiménez, F., Agramonte, D., Ramírez, M., Pérez, M., Lao, C., Pons, M. y Collado, R. 2012.** Instituto de Biotecnología de las Plantas. Pág. 37- 44.
- Mansilla, M. (2013).** "Determinación de la concentración de Nutrientes N, P, K en los residuos sólidos orgánicos selectivos provenientes del Mercado Ayaymaman, mediante la técnica del compostaje, Moyobamba, 2012". Tesis para para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto Facultad de Ecología Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental. 106 pág.
- Marschner, H. 1995.** Mineral Nutrition of Higher Plants. 2a edición. Editorial Academic Press Limited. London. pp. 21-40.
- Martínez P. y Mauricio R. (2003).** Estudio de la producción y calidad de humus de lombriz roja (*Eisenia foetida*). Cochabamba - Bolivia.
- Ramón, A. 2014.** "Producción y Calidad de Abono Orgánico por Medio de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia Foetida*) y su Capacidad Reproductiva". Reuve D Ecologie et de Biologie on sol 26 (4). Pág. 439-449.
- Reinés, A. Martha y C. A. Rodríguez (2006).** Lombricultura - Desarrollo Sostenible. Facultad de Biología de la UH. Edit. Universitaria. 36 pp.
- Rodríguez, A.R. (2006).** Producción y Calidad de Abono Orgánico por medio de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) y su capacidad reproductiva. <http://www.fao.org/teca/content>

Salisbury, F. B. y Ross, C.W. 1994. Fisiología Vegetal. Cuarta Edición. Grupo Editorial Iberoamérica S.A. de C.V. México. D.F. 758 p.

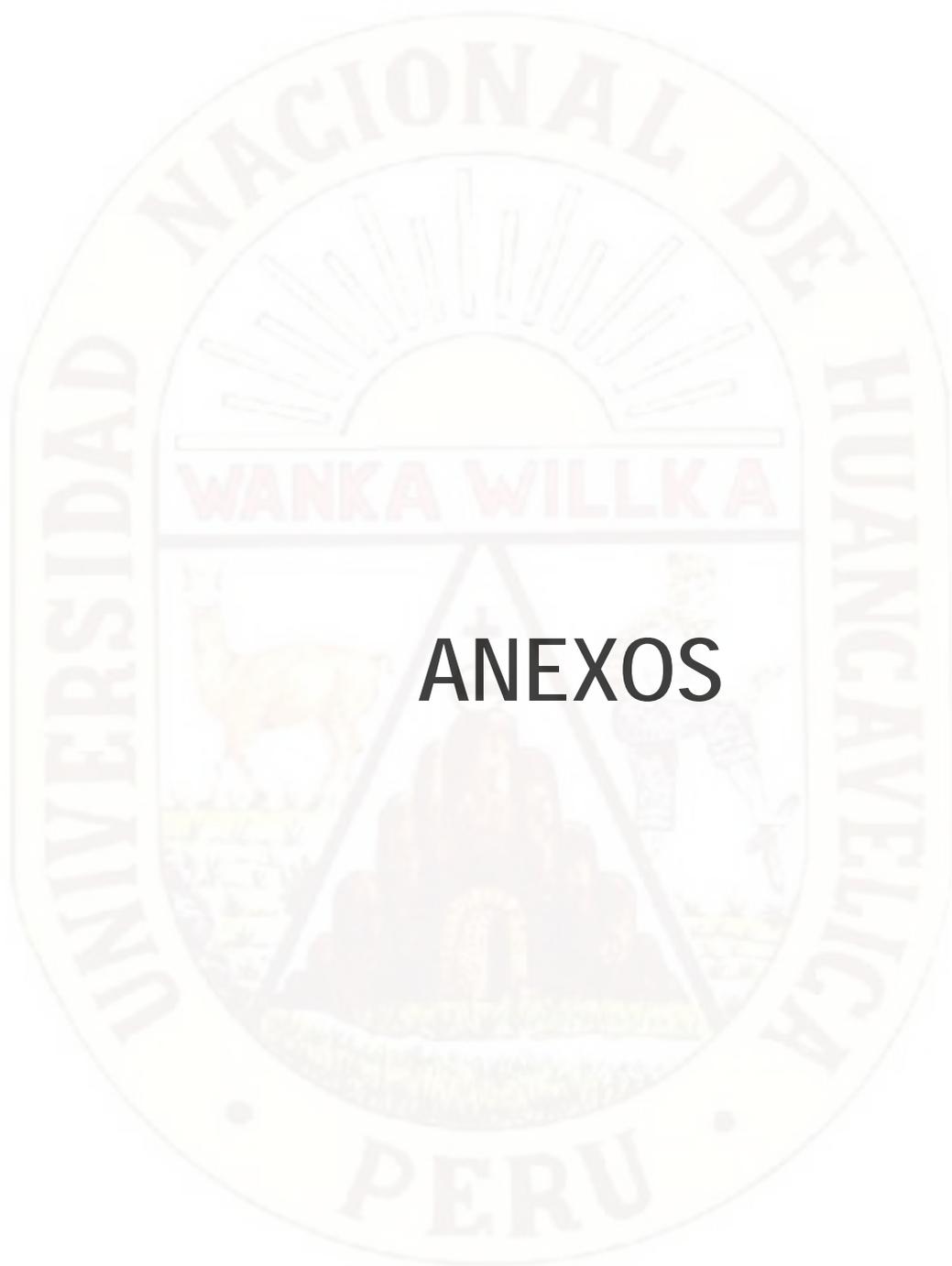
Sánchez, A. (2003). Abonos orgánicos y lombricultura. Ediciones Ripalme. Pág 54-57.

Schuldt, M. 2006. *Manual de lombricultura teoría y práctica*. Ed. Mundiprensa. Madrid. 188 pp.

Sztern, D. y Pravia M. 2003. Manual para la elaboración de compost- bases conceptuales y procedimientos. Madrid. disponible en:

www.ingenieroambiental.com/newinformes/compost.pdf. Septiembre de 2003. Acceso 20 de enero 2017. pág.65.

Trillos, E. (2007). Contenido Ruminal de Bovino. Revista electrónica de Medicina Veterinaria. Pág 14-21.



ANEXOS

BASE DE DATOS USADOS

Cuadro 08: Base de datos de la producción del humus/ tratamiento 1 y sus repeticiones.

N ^o LAB	CLAVES	PROD. HUMUS (Kg.)	Compostaje analizado (Kg.)
681	Tratamiento 1* de 03 meses	2.80	8
681	Tratamiento 1** de 03 meses	2.72	8
681	Tratamiento 1*** de 03 meses	3.12	8
681	Tratamiento 1**** de 03 meses	2.56	8
	PROMEDIO	2.80	32

Cuadro 09: Base de datos de la producción del humus/ tratamiento 2 y sus repeticiones.

N ^o LAB	CLAVES	PROD. HUMUS (Kg.)	Compostaje analizado (Kg.)
682	Tratamiento 2* de 04 meses	3.12	8
682	Tratamiento 2** de 04 meses	2.88	8
682	Tratamiento 2*** de 04 meses	3.04	8
682	Tratamiento 2**** de 04 meses	3.12	8
	PROMEDIO	3.04	32

Cuadro 10: Base de datos de la producción del humus/ tratamiento 3 y sus repeticiones.

N ^o LAB	CLAVES	PROD. HUMUS (Kg.)	Compostaje analizado (Kg.)
683	Tratamiento 3* de 05 meses	3.20	8
683	Tratamiento 3** de 05 meses	3.28	8
683	Tratamiento 3*** de 05 meses	3.36	8
683	Tratamiento 3**** de 05 meses	3.28	8
	PROMEDIO	3.28	32

Cuadro 11: Base de datos de la composición química (NPK) del humus/ tratamiento 1 y sus repeticiones.

Nº LAB	CLAVES	N %	P %	K %	Muestra humus (Kg.)
681	Tratamiento 1* de 03 meses	1.85	4.31	1.43	1
681	Tratamiento 1** de 03 meses	1.84	4.33	1.44	1
681	Tratamiento 1*** de 03 meses	1.86	4.32	1.45	1
681	Tratamiento 1**** de 03 meses	1.85	4.29	1.42	1
	PROMEDIO	1.85	4.31	1.44	4

Cuadro 12: Base de datos de la composición química (NPK) del humus/ tratamiento 2 y sus repeticiones.

Nº LAB	CLAVES	N %	P %	K %	Muestra humus (Kg.)
682	Tratamiento 2* de 04 meses	1.92	3.57	1.32	1
682	Tratamiento 2** de 04 meses	1.89	3.54	1.33	1
682	Tratamiento 2*** de 04 meses	1.92	3.55	1.35	1
682	Tratamiento 2**** de 04 meses	1.91	3.58	1.36	1
	PROMEDIO	1.91	3.56	1.34	4

Cuadro 13: Base de datos de la composición química (NPK) del humus/ tratamiento 3 y sus repeticiones.

Nº LAB	CLAVES	N %	P %	K %	Muestra humus (Kg.)
683	Tratamiento 3* de 05 meses	2.07	2.84	1.33	1
683	Tratamiento 3** de 05 meses	2.05	2.84	1.36	1
683	Tratamiento 3*** de 05 meses	2.08	2.85	1.35	1
683	Tratamiento 3**** de 05 meses	2.09	2.79	1.34	1
	PROMEDIO	2.07	2.83	1.35	4

CUADROS ESTADÍSTICOS

Cuadro 14: ANAVA de producción del humus en diferentes tratamientos evaluados.

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F- Tabla	F - Calculado
Modelo	2	0.46080000	0.23040000	9.53	0.0060 *
Error	9	0.21760000	0.02417778		
Total corregido	11	0.67840000			

Fuente	DF	Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
MESES	2	0.46080000	0.23040000	9.53	0.0060

Cuadro 15: Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para producción del humus en diferentes tratamientos evaluados.

Alpha	0.01
Error Degrees of Freedom	9
Error de cuadrado medio	0.024178
Valor crítico del rango estudentizado	5.42804
Diferencia significativa mínima	0.422

Tukey Agrupamiento	Media	N	MESES
A	3.2800	4	5
A			
B A	3.0400	4	4
B			
B	2.8000	4	3

Cuadro 16: ANAVA de nitrógeno (N) en diferentes tratamientos evaluados.

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Tabla	F-Calculado
Modelo	2	0.10601667	0.05300833	284.82	<.0001
Error	9	0.00167500	0.00018611		
Total corregido	11	0.10769167			

Fuente	DF	Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
MESES	2	0.10601667	0.05300833	284.82	<.0001

Cuadro 17: Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para nitrógeno en diferentes tratamientos evaluados.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error de cuadrado medio	0.000186
Valor crítico del rango estudentizado	3.94849
Diferencia significativa mínima	0.0269

Tukey Agrupamiento	Media	N	MESES
A	2.072500	4	5
B	1.910000	4	4
C	1.850000	4	3

Cuadro 18: ANAVA de fósforo (P) en diferentes tratamientos evaluados.

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Tabla	F-Calculado
Modelo	2	4.39595000	2.19797500	4854.42	<.0001
Error	9	0.00407500	0.00045278		
Total corregido	11	4.40002500			
Fuente	DF	Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
MESES	2	4.39595000	2.19797500	4854.42	<.0001

Cuadro 19: Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para fósforo en diferentes tratamientos evaluados.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error de cuadrado medio	0.000453
Valor crítico del rango estudentizado	3.94849
Diferencia significativa mínima	0.042

Tukey Agrupamiento	Media	N	MESES
A	4.31250	4	3
B	3.56000	4	4
C	2.83000	4	5

Cuadro 20: ANAVA de potasio (K) en diferentes tratamientos evaluados.

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Tabla	F-Calculado
Modelo	2	0.02286667	0.01143333	51.45	<.0001
Error	9	0.00200000	0.00022222		
Total corregido	11	0.02486667			

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
MESES	2	0.02286667	0.01143333	51.45	<.0001

Cuadro 21: Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para potasio en diferentes tratamientos evaluados.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error de cuadrado medio	0.000222
Valor crítico del rango estudentizado	3.94849
Diferencia significativa mínima	0.0294

Tukey Agrupamiento	Media	N	MESES
A	1.43500	4	3
B	1.34500	4	5
B			
B	1.34000	4	4

FOTOGRAFÍAS



RECOLECCIÓN DEL CONTENIDO RUMINAL DEL CAMAL MUNICIPAL DE HUANCVELICA



MUESTRAS DEL CONTENIDO RUMINAL PARA COMPOSTAR EN EL CAMAL MUNICIPAL DE HUANCVELICA



PROCESO DE COMPOSTAJE DEL CONTENIDO RUMINAL EN EL CAMAL MUNICIPAL DE HUANCVELICA



AIREACION DEL COMPOSTAJE DEL CONTENIDO RUMINAL EN EL CAMAL MUNICIPAL DE HUANCVELICA



MANEJO DE COMPOSTAJE DEL CONTENIDO RUMINAL EN EL CAMAL MUNICIPAL DE HUANCVELICA



RECOLECCIÓN DEL COMPOSTAJE DEL CONTENIDO RUMINAL PARA LA INCORPORACIÓN A LOS CAJONES ECOLÓGICOS



PREPARACIÓN DE INSUMOS PARA EL ANÁLISIS DE PH DEL COMPOSTAJE DEL CONTENIDO RUMINAL EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA



ANÁLISIS DE PH DEL COMPOSTAJE DEL CONTENIDO RUMINAL EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA



INCORPORACIÓN DEL COMPOSTAJE A LOS CAJONES PARA LA SIEMBRA Y CONTROL DE LA HUMEDAD