

**EVALUACION DEL CONTENIDO RUMINAL EN TRES NIVELES DE OREO
UTILIZANDO LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*) PARA LA
PRODUCCION DE LOMBRICOMPOST GENERADO EN EL FRIGORIFICO DEL
PUTUMAYO S.A. DEL MUNICIPIO DE MOCOA DEPARTAMENTO DEL
PUTUMAYO**

**MARLY CAROLINA LOPEZ LOMBANA
WALNER MOSQUERA TEHERAN**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO
UNIDAD DE RECURSOS NATURALES
TECNOLOGÍA AMBIENTAL VI
MOCOA
2009**

**EVALUACION DEL CONTENIDO RUMINAL EN TRES NIVELES DE OREO
UTILIZANDO LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*) PARA LA
PRODUCCION DE LOMBRICOMPOST GENERADO EN EL FRIGORIFICO DEL
PUTUMAYO S.A. DEL MUNICIPIO DE MOCOA DEPARTAMENTO DEL
PUTUMAYO**

**MARLY CAROLINA LOPEZ LOMBANA
WALNER MOSQUERA TEHERAN**

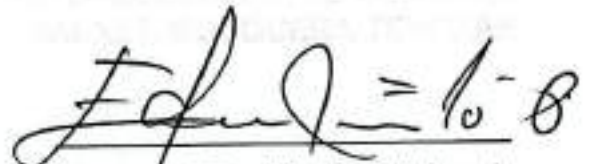
**Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el titulo de
Tecnólogos Ambientales**

Asesor:

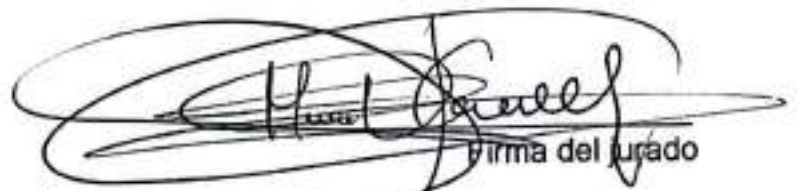
**MIGUEL ANGEL CANCHALA
ZOOTECNISTA**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO
UNIDAD DE RECURSOS NATURALES
TECNOLOGÍA AMBIENTAL VI
MOCOA
2009**

Nota de aceptación:


Firma del Presidente del Jurado


Firma del jurado


Firma del jurado

Mocoa, Abril de 2009

DEDICATORIA

Primeramente a Dios por darnos la vida.

A nuestros padres por el esfuerzo de ayudarnos a salir adelante.

A nuestros hijos, por ser de ellos este triunfo

**MARLY CAROLINA LOPEZ LOMBANA
WALNER MOSQUERA TEHERAN**

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico Del Putumayo – sede Mocoa, por brindarnos la oportunidad de ejercer estudios superiores para optar por el título de Tecnólogos Ambientales.

A nuestro asesor Miguel Ángel Cáncala zootecnista, por guiarnos y ayudarnos con su experiencia y conocimiento para sacar adelante este proyecto de grado.

Al Doctor Hernando Rodríguez Gerente del Frigorífico del Putumayo S.A. de Mocoa (Putumayo) por haber permitido el desarrollo de las actividades programadas dentro del trabajo de grado.

A los Docentes que nos brindaron el apoyo y sus conocimientos para cumplir esta meta de ser Tecnólogos Ambientales.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	14
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
3.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	15
4. JUSTIFICACIÓN	16
5. OBJETIVOS	17
5.1. OBJETIVO GENERAL	17
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
6. MARCO REFERENCIAL	18
6.1 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE MOCOA	18
6.1.1 Contexto histórico del municipio de Mocoa	18
6.1.2. Ubicación geográfica y división territorial	19
6.2. Aspectos físicos	19
6.2.1 Hidrología e hidrografía del municipio de Mocoa.	19
6.3. FRIGORÍFICO DEL PUTUMAYO S. A	20
6.3.1. Informaciones del área de trabajo	20
6.3.2. Nivel socio – económico	20
6.3.3 Vías de acceso y características	21
6.3.4. Servicios comunales	21
6.3.5. Servicios públicos	21
6.3.6. Situación de orden publico	22
6.4. ANTECEDENTES	22
6.5. Marco Teórico	29
6.5.1 Lombricultura	29
6.5.2 La lombriz roja californiana	29
6.5.3 Clasificación zoológica	29
6.5.4 Características externas	30
6.5.5 Características internas	30
6.5.6 Hábitat	31
6.5.7.Ciclo de vida	32
6.5.8 Razones de su elección	32
6.5.9 Condiciones ambientales para su desarrollo	33
6.5.10 Alimentación	34
6.5.11 Tipos de alimentos	34
6.5.12 Suministro de alimentos	35
6.5.13 Lombricomposto, vermicompost o humus de lombriz.	35
6.5.14 Cosecha del humus de lombriz	38

6.5.15 Dosis de humus de lombriz	38
6.5.16 Compra-venta de humus de lombriz	39
6.5.17 Carne de lombriz	39
6.5.18 Consumo de carne de lombriz	39
6.5.19 Harina de lombriz	40
6.5.20 Importancia económica	40
6.5.21 Principales países productores	41
6.5.22 Enemigos.	41
6.5.23 Patologías	42
6.5.24 Rumen	42
6.5.25 Rumen y Retículo	44
6.5.26 Contenido Ruminal	45
6.5.27 Contracciones ruminales	46
6.5.28 Diseño de Bloques Completos al Azar (DBA	46
6.5.29 Aleatorización en un DBA	50
6.5.30 Aparato digestivo de los rumiantes	59
6.6.Marco conceptual	60
6.7 Marco Legal	61
7. HIPOTESIS	64
8. DISEÑO METODOLOGICO	65
8.1. Preparación del sitio	65
8.1.1 Diseño experimental	66
8.1.2 Obtención y Manejo De Sustrato	66
8.1.3. Obtención de la Semilla	67
8.1.4. Alimentación	67
8.1.5. Producción de humus	68
8.1.6. Calidad de humus	68
8.2. TIPO DE INVESTIGACION	68
8.2.1.Tipo	68
8.2.2 Línea de Investigación	68
8.2.3 Sublínea de Investigación	68
8.3. UNIVERSO	69
8.4 MUESTRA	69
8.5 FUENTES Y TÉCNICAS PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	69
9. RESULTADO DE INVESTIGACION	75
10. ANALISIS DE RESULTADOS	78
11. CONCLUSIONES	80
12. RECOMENDACIONES	81
ANEXOS	86
BIBLIOGRAFIAS	

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Composición de humus de lombriz	37
Cuadro 2. Dosis de empleo de humus de lombriz.	38
Cuadro 3. Aleatorización independiente dentro de cada bloque	50
Cuadro 4. Tabulación de datos	52
Cuadro 5. ANOVA	52
Cuadro 6. Datos de un alfa de 0.05	53
Cuadro 7. Diseño de bloques justificados y No justificados	53
Cuadro 8. Gráfico del diseño experimental. Donde se aprecian las condiciones de los tratamientos que se evaluarán en el diseño experimental de bloques al azar.	66
Cuadro 9. Gráfico de la estructura del ensayo con sus respectivos tratamientos y repeticiones.	66
Cuadro 10. Bloques al azar	70
Cuadro 11. Cuadro ordenado por tratamiento y repeticiones	70
Cuadro 12. Andeva	70
Cuadro 13. Análisis bromatológico	76

LISTA DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
Foto 1. FRIGORIFICO DEL PUTUMAYO S.A. (Frigomayo), planta de beneficio del Municipio de Mocoa.	25
Foto 2. Camas para producción de humus, Frigomayo, donde se advierte uno de los inconvenientes ambientales como la presencia de aves de rapiña	26
Foto 3. Almacenamiento de contenido ruminal y bovinaza, donde se advierte el mal manejo de este subproducto ya que es mezclado desprevenidamente con los estiércoles.	27
Foto 4.. Vertimientos de sangre, estiércol y contenido ruminal en forma directa a la quebrada Anamú. Este es otra forma de contaminar esta fuente de agua que en épocas de invierno tiene hidrógrafas pico altas	28
Foto 5. Vertimiento de lixiviado producto del almacenamiento ruminal a la quebrada Anamú sin ninguna practica de control.	28
Foto 6. Camas artesanales de compostaje para la transformación del contenido ruminal, por la actividad de la lombriz roja. Apreciamos el sustrato y las respectivas replicas del tratamiento involucrados en la investigación.	65
Foto 7. Lombriz roja mas sustrato. R ₃ T ₁ al final del ensayo donde se aprecia la producción de humus	67

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Caseta de almacenamiento del contenido ruminal y estiércol, Instalación donde se realizo el trabajo de investigación.	82
Anexo 2. Sitio de disposición de estiércol y rumen. contenido ruminal y bovinaza, donde se advierte el mal manejo de este subproducto ya que es mezclado desprevenidamente con los estiércoles.	82
Anexo 3. Camas artesanales de compostaje para la transformación del contenido ruminal, por la actividad de la lombriz roja. Apreciamos el sustrato y las respectivas replicas R_3T_1 , R_2T_2 , R_1T_3 del tratamiento involucrados en la investigación	83
Anexo 4. Ubicación del Frigorífico del Putumayo S.A; La Central de Beneficio se encuentra localizada en la Vereda alto afán del municipio de Mocoa, sobre la vía principal que comunica Mocoa con la ciudad de Pitalito; a una distancia de seis Kilómetros (6 km.) aproximadamente del perímetro urbano de Mocoa (Putumayo).	84
Anexo 5. Recolección de información	85
Anexo 6. Resultados de análisis de Laboratorio de Bromatología de la Universidad de Nariño	86

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Relación anatómica de los preestómagos	43
Figura 2 Órganos digestivos del vacuno, tamaño y posición aproximada de los grandes órganos digestivo del vacuno.	60

RESUMEN

La presente investigación se llevo a cabo en el Frigorífico del Putumayo S.A. de Mocoa (FRIGOMAYO) ubicado en la vereda alto Afán, donde se realizo un estudio para evaluar el contenido ruminal en diferentes niveles de oreo, para la producción de lombricompost utilizando la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*).

Se trabajo con cuatro (4) tratamientos cada uno con (3) replicas. El tratamiento To era liquido ruminal sin lombrices, el Tratamiento uno (1) con ocho (8) días de oreo de contenido ruminal, el tratamiento dos con doce (12) días de oreo y el tratamiento tres con quince (15) días de oreo; en cada uno de los tratamientos y en cada replica se sembró 200 lombrices y diariamente se las alimento con 250g de contenido ruminal durante un periodo de setenta (70) días.

Dentro del análisis estadístico realizado en cuanto a producción no se encontraron diferencias significativas en los tres tratamientos evaluados, el Tratamiento To. No se pudo evaluar debido a que no se reportaron datos por inconvenientes de origen natural, al final los resultados bromatológicos elaborados por la Universidad Nariño mostraron que el que mayor contenido de nutrientes fue el tratamiento dos (2).

La investigación nos permite concluir que es factible producir lombricompost utilizando el contenido ruminal con doce días de oreo, esto puede minimizar el impacto que se esta generando por el mal manejo de este subproducto.

SUMMARY

The present investigation is carried out in the Refrigerator of the Putumayo CORP. of Mocoa (FRIGOMAYO) located in the sidewalk high Desire where one carries out the study to evaluate the contained ruminal in different levels of fermentation, for the lombricompost production using the Californian red worm.

One works with three (3) treatments and with three (3) you reply each one. The treatment one (1) with eight (8) days of fermentation of contained ruminal, the treatment two with twelve (12) days of fermentation and the treatment three with fifteen (15) days of fermentation; in each one of the treatments and in each he/she replies it was sowed 200 worms and daily he/she was added 250g of contained ruminal during a period of seventy (70) days.

Inside the statistical analysis carried out as for production they were not significant differences in the three treatments. The results bromatológicos elaborated by the University Nariño showed that the one that bigger content of nutrients was the treatment two (2).

The investigation allows to conclude that it is feasible to produce lombricompost using the contained ruminal with twelve days of fermentation, this can minimize the impact that you this generating for the wrong handling of this by-product.

INTRODUCCION

Para la presente investigación se adecuo unas instalaciones artesanales en el área aledaña a Frigorífico del putumayo S.A. (Frigomayo), donde se recogió una muestra de contenido ruminal diario para luego ser depositada en un área de secado. Se Trabajo con cuatro tratamientos, el To, o Tratamiento Testigo era contenido ruminal sin lombrices, el Tratamiento T1, se realizo con 8 días de oreo , el Tratamiento T2 con 12 días de oreo y el Tratamiento T3 con 15 días de oreo para luego ser suministrada a la Lombriz Roja Californiana (*Esenia foetida*) y pueda ser transformada en humus.

Para evaluar la calidad se recogieron tres muestras de humus, de cada uno de los tres tratamientos, las cuales fueron enviados a la Universidad de Nariño para su respectivo análisis bromatológico y con respecto a la producción se aplico la estadística de bloques al azar o completamente randomizados determinando así el tratamiento de mayor producción de humus.

Al realizar el análisis de los resultados se concluye que el tratamiento 3 con 15 días de oreo fue el que mejor comportamiento tuvo frente a producción, y con respecto a la calidad fue el del tratamiento 2 con 12 días de oreo.

Finalmente este trabajo nos permitió saber que este tipo de alternativas de producción de humus utilizando contenido ruminal puede ayudar a minimizar los impactos ambientales que se están generando en Frigomayo si lo hacemos en una forma más tecnificada y a una escala más comercial.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿El manejo del contenido ruminal para la producción de lombricompost con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) producido en el Frigorífico de Mocoa permitirá minimizar el impacto generado en el área de operación y sobre los recursos Naturales existentes?

3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

El Frigorífico del Putumayo S.A. del municipio de Mocoa por el inadecuado manejo de de los procesos internos y disposición final del subproducto del contenido ruminal esta generando una contaminación ambiental en sus instalaciones afectando a la comunidad aledaña del mismo sector, ya que no cumple con las normas sanitarias exigidas por la ley, permitiendo la generación de olores ofensivos, roedores, contaminación hídrica y presunta contaminación del producto principal que es la carne.

La generación promedio del contenido ruminal en el Frigomayo semanal es de 3.78 Ton. Con una proyección mensual de 15.12 Ton. Y anual de 181.44 Ton. de rumen, del cual el 50% aprox. es almacenada en una caseta sin ningún tratamiento y el otro 50% aprox. es vertido directamente al cuerpo hídrico de la quebrada Anamú, poniendo en riesgo la salud humana de los que se abastecen de alguna manera de este recurso en la parte baja,

Teniendo en cuenta la normatividad legal vigente y considerando las cifras anteriores vemos que actualmente en Frigomayo, la mala disposición, el desconocimiento de la normatividad y el no tratamiento de los subproductos generados en el faenado de los bovinos generan inconvenientes en la calidad de vida de los vecinos del Frigomayo como las siguientes: Contaminación hídrica, contaminación visual, olores ofensivos por material en proceso de descomposición, presencia de roedores – reptiles, aparición de moscas y aves de rapiña, posibles focos de enfermedades virales, entre otras; que de no controlarse pueden ocasionar problemas en salud pública, y en el medio ambiente y por ende afectar la calidad de vida de los habitantes del sector.

4. JUSTIFICACION

El presente trabajo es de gran importancia teniendo en cuenta que en Frigomayo, se esta generando un promedio semanal de 3.78 Ton. Con un promedio mensual de 15.12 Ton, y un promedio anual de 181.44Ton. de contenido ruminal, del cual el 50% aprox. es almacenada en una caseta sin ningún tratamiento y el otro 50% aprox. es vertido directamente al cuerpo hidrico de la quebrada Anamú, lo cual se convierte en un problema ambiental significativo que se da fuera de las instalaciones del Frigomayo por el inadecuado manejo del contenido ruminal, también genera olores ofensivos, presencia de roedores, entre otros, afectando la población que se encuentran cerca a este sitio y poniendo en riesgo la salud humana de las personas aledañas las cuales se pueden abastecer de alguna manera de este recurso hídrico

De acuerdo a la revisión literaria la Lombriz Roja Californiana ingiere diariamente una cantidad equivalente a su propio peso y expele el 60% transformándolo en humus, con este dato podemos saber que si la lombriz consume el contenido ruminal producido en Frigomayo el cual es de 504 kg. semanal nos produciría 2.268 Ton. de humus, con una proyección mensual de 9.072 Ton. y anual de 108.864 Ton. aprox.

Por esta razón se hizo necesario realizar esta investigación, con el propósito de disminuir los problemas de contaminación ambiental hacia las fuente hídricas como el vertimiento directo del contenido ruminal a la quebrada anamú, la emanación de olores ofensivos por los procesos de descomposición y alteración paisajística, viéndose afectados los habitantes de la vereda Alto Afán que cuenta con una población rural medianamente habitada en núcleos.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

- Evaluar el contenido ruminal en diferentes niveles de oreo para producción de lombricompostaje utilizando lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*).

5.2 Objetivos Específicos

- ❖ Calcular la capacidad de transformación en lombricompost que realiza la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) utilizando el contenido ruminal en tres niveles de oreo.
- ❖ Determinar la calidad del lombricompost de los tratamientos evaluados durante el periodo establecido (70 días).
- ❖ Recomendar el tratamiento mas eficiente en el proceso de transformación del contenido ruminal a humus

6. MARCO REFERENCIAL

6.1 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE MOCOA

6.1.1 Contexto histórico del municipio de Mocoa¹

Los párrafos que a continuación se describen se tomaron de Acosta M. Julio. 1997.

Fundación:	1551	
Fundador:	Pedro de Agreda	
Erección municipio:	1958	
P. Urbana / 03...	30,639	(incluye desplazados)
P. Rural / 03.....	14,653	(Campesinos y colonos).
Total:.....	45,292	

En 1958 la localidad fue elevada a la categoría de municipio y al ser creada en 1968 la intendencia del Putumayo, pasó a ser la capital de la nueva división política administrativa, características que conservo al ser erigido el departamento del Putumayo en 1991, en síntesis, Mocoa ha tenido cuatro nominaciones diferentes:

- Shantojóa, de origen Kamsá-Ingano-Andaqui en 1557
- San Andrés de Málaga de Mocoa, de origen español en 1563
- San Miguel de Agreda de Mocoa en 1651
- Santa Clara de Mocoa en 1724 y 1793.

La región geográfica donde se asienta la ciudad de Mocoa que se encuentra a 995 Km. al sur occidente de Bogotá fue descubierta por los conquistadores españoles hacia mediados del año 1542, con el fugaz paso del conquistador Español, Hernán Pérez de Quezada, quien con sus tropas diezmadas y casi vencido por las adversidades que había tenido que padecer en su alocada travesía en la búsqueda de El Dorado, por las tierras del Alto Llano y de la Alta Amazonia, para descansar y recuperarse antes de continuar su viaje a la ciudad de Pasto.

Si tomamos como punto de referencia el año en que Mocoa fue refundada, año 1793 y el lugar donde en la actualidad existe, la ciudad tiene exactamente 214 años, pero si lo hacemos desde la primera fundación española en el año de 1557, lógico es concluir que Mocoa esta próxima a cumplir 459 años.

¹ Mora. A. J. 1997. Mocoa su historia y desarrollo. Cámara de Representantes. Bogotá. 1997

6.1.2. Ubicación geográfica y división territorial

El Municipio de Mocoa está localizado en el Piedemonte amazónico dentro de las siguientes coordenadas; 01° 08' 56" latitud Norte y 76°38'52" longitud Oeste, al noroeste del Departamento del Putumayo. Cuenta con una extensión de 1.030 Kilómetros cuadrados². La jurisdicción municipal comprende la totalidad del área enmarcada dentro de sus límites según el Decreto No. 013 de Enero 22 de 1958, aprobado por la Resolución No. 132 del 13 de Febrero de 1958 donde se erige a Mocoa como municipio, modificada finalmente por la Ordenanza No.029 del 27 de Junio de 1993. Quedando para efecto del establecimiento de los límites municipales así:

Sur:	Municipios de Villa garzón y Puerto Caicedo
Oriente:	Municipio de puerto Guzmán y el departamento del Cauca
Norte:	Departamento del Cauca
Occidente:	Municipio de San Francisco.

Hoy se presentan dificultades en la administración y fijación de límites del territorio principalmente con el municipio de San Francisco y Puerto Caicedo y con el Departamento de Nariño. El PBOT 2004, ajustado consigna que: El Municipio de Mocoa cuenta con cinco (5) Inspecciones de policía, creadas administrativamente de las cuales tan solo una, la de Mocoa por su facultad legal y posibilidad de acción policiva desarrolla las funciones correspondientes y legalmente establecidas para aquellos entes administrativos, a esta pertenecen 29 veredas las demás: El Pepino(7 veredas), Yunguillo (dos Resguardos), Condagua (tres veredas) y Puerto Limón (nueve veredas por las condiciones geográficas, de comunicaciones, educativas y en especial de orden público a más de representar en forma relativa la figura del Estado ante la comunidad.

El componente Urbano según la misma fuente dice que hay 42 barrios legalmente establecidos en el suelo urbano del municipio de Mocoa.

6.2 Aspectos físicos

6.2.1 Hidrología e hidrografía del municipio de Mocoa.

² SINCHI y OTROS. 2004. Perfiles urbanos en la Amazonia colombiana, un enfoque para el desarrollo sostenible.

El Municipio de Mocoa, al igual que otros municipios del Piedemonte amazónico que tienen área de influencia sobre el Macizo Colombiano tienen ante todo una gran riqueza hídrica, nacen o corren por su territorio una gran cantidad de ríos y quebradas, caracterizándose como un municipio productor de agua, el casco urbano de Mocoa se encuentra situado sobre la margen derecha del río Caquetá. El territorio en su gran mayoría pertenece a la cuenca hidrográfica de este río, sin embargo, tiene alguna influencia sobre la cuenca del río Putumayo, ya que algunos ríos y quebradas afluentes de este río nacen en este Municipio, innumerables quebradas y algunos ríos desembocan directamente al río Caquetá como son el Tilincuara, Ticuanayoy, Zancudo entre otros. El río Caquetá desciende desde su nacimiento en dirección Norte-Sur por el costado Oriental del Filo el Churumbelo con un drenaje dendrítico y luego al encontrarse con el río Mocoa a la altura de Puerto Limón se toma trenzado con drenaje entre angular a paralelo en dirección Oeste-Este. Durante su curso presenta numerosos tributarios que son principalmente caños ind denominados ³.

Para el proyecto es necesario nombrar a la quebrada Anamú que es afluente del río Afán ya que es en estos cuerpos de agua es donde se produce los vertimientos y por lo tanto la alteración ambiental.

6.3. FRIGORÍFICO DEL PUTUMAYO S. A.⁴

Los párrafos que se citan a continuación son tomados de FRIGOMAYO S.A.

6.3.1. Informaciones del área de trabajo

El sector en general viene presentado gran desarrollo puntual como: construcciones de uso residenciales, casas fincas, infraestructura, recreación entre otros y terrenos de uso ganadero y agrícola con infraestructura vial en buenas condiciones de tránsito vehicular contando con los servicios básicos necesarios para su desarrollo en densidad poblacional que viene presentado.

6.3.2. Nivel socio – económico

³ Geoambiental Ltda., 1993, citado en Trabajo de grado por; Solarte. D, Bambague. J. ITP. 2005.

⁴ Frigomayo S.A. 2007. Proyecto de creación Empresa Frigorífico del Putumayo.

El sector en general presenta un mayor grado de desarrollo agrícola, con parcelas, cultivos menores (plátano, maíz, árboles frutales, chirario) y con grandes extensiones de predios para la utilización de potreros con destino a proyectos ganaderos.

6.3.3 Vías de acceso y características.

El predio se encuentra ubicado a 6 km. Aproximadamente del centro del casco urbano del municipio de Mocoa con una vía construida en pavimento flexible (asfalto), de esta vía que es la comunicación de Mocoa – Pitalito y con el centro del país, se intersecta la vía que comunica directamente los terrenos a evaluar, construida en material de ríos con su respectivo afirmamiento y consolidada con recebo compactado a maquina, en un estado de construcción, con un ancho proyectador para su uso de dos vehículos encontrados entre si (10.00 mts.).

6.3.4. Servicios comunales

La vereda alto afán cuenta con buena infraestructura en urbanismo con su vía de acceso vehicular, servicios básicos como energía, acueducto veredal, servicio de tratamiento de aguas residuales de forma individual (pozo séptico), servicios comunitarios como nivel educativo de nombre Escuela Alto Afán, hogares comunitarios, salón comunal, recreación como cancha múltiple en concreto rígido dentro del área educativa (escuela), cancha minifutbol en la parte baja del asentamiento 15 de mayo entre otras, y su infraestructura de mayor calidad se encuentra en el casco urbano del municipio de Mocoa como: sector financiero, hospital, educación secundaria y superior se encuentra en la cabecera del casco urbano.

6.3.5. Servicios públicos

- Presenta servicios de energía eléctrica, prestada por la empresa de energía del putumayo
- Servicio de agua por medio de vertientes hidricas el almorzadero, con línea de conducción del tanque principal de la empresa del acueducto ESMOCHOA.
- Servicio de alcantarillado individual (agua residual) pozos sépticos artesanales.

6.3.6. Situación de orden publico

El orden público en este sector es bueno, y por su cercanía al casco urbano municipal presenta tranquilidad en su entorno y la vereda en general.

6.4. Antecedentes

El antiguo matadero no cumplía con las normas establecidas y las regulaciones sanitarias como la mala ubicación por encontrarse dentro del predio urbano, debido a esto se hizo necesario la construcción de Frigomayo y en vista de la nueva ley todos los mataderos deben de tener las condiciones sanitarias exigidas por el decreto reglamentario.

Generalidades del predio

Linderos:

Norte: colinda con Camino Real en 171.17 ml. aprox.
Oriente: colinda con camino Real en 442.03 ml aprox.
Sur: colinda con peregrino Jurado en 178.17 ml aprox.
Occidente: colinda con Raul Alvarado en 496.90 ml aprox.

Área:

El área del predio es de (8.480.18 has) tomadas del documento de compraventa con fecha de perfeccionamiento 22 de Marzo de 2007.

Ubicación:

El inmueble objeto del avalúo se encuentra ubicado en la vereda Alto Afán, al Nor Oriente del casco urbano del municipio de Mocoa Putumayo, su acceso principal se da por la vía Mocoa – Pitalito, que intersecta con la vía que conduce a la vereda Los Ceballos, encontrándose aproximadamente a 6 kilómetros del centro del casco urbano del Municipio de Mocoa.

Delimitado así:

Norte: Vía Mocoa- Pitalito
Sur: asentamiento nueva esperanza
Oriente: vereda los ceballos
Occidente: Asentamiento 15 de mayo.

Su acceso tanto al sector como al bien inmueble, se genera por vía terrestre aptas para el tránsito automotriz.

Características climáticas

Altura:	580 m.s.n.m.
Temperatura:	24 C
Precipitación:	4973 m.m. promedio de la caracterización
Piso térmico:	cálido
Factores climáticos limitantes:	Veranos prolongados
Distribución de lluvias:	Abril a Julio
Numero de cosechas:	Dos cosechas al año
Vegetación natural:	Existente en la zona.

Características del predio

- **Suelo:** Tierras de capacidad productiva mala, localizada en clima medio muy húmedo transicional a calido muy húmedos, de relieve fuerte mente quebrado con pendientes de 25- 50%.

Los suelos se han originado a partir de arcillositas con intercalaciones de areniscas y se caracterizan por ser texturas finas y medianamente finas, bien drenados, superficiales, limitados fuerte mente ácidos con bajo de materia orgánica y baja fertilidad en la clasificación por capacidad de uso, esta unidad de tierra corresponde en la actualidad a tierras que se encuentran cubiertas con bosques naturales menores, algunos sectores se utilizan en pastizales para ganadería extensiva.

- Tierras de capacidad productiva mala, localizadas en clima medio muy húmedo transicional a calido muy húmedo de relieve fuertemente escarpado con pendientes de 25 - 50%.

Relieve y pendientes

Modera mente inclinado (pastos). 7 - 12%

Ligeramente escarpado (Rastrojo). 25 – 50%

Escarpado (Sombrios). 50 – 75%

El terreno se clasifica con tres zonas con pendiente así: entre el 7 – 12% que corresponde a un 35% del total del predio, entre el 25 – 50% que corresponde al 41% del total del predio, y entre el 50 – 75% correspondiente al 24% del total del total del predio.

Recursos hídricos

Presenta recursos hídricos dentro de los terrenos, como nacimientos menores, siendo una de los recursos naturales utilizados en su desarrollo de la ganadería que es lo que se presenta en el momento.

Afluentes de mayor importancia como: Río alto Afán y como vecinos un afluente de gran importancia como el río Mocoa.

Redes de servicio

El predio cuenta con la disposición de energía eléctrica de las redes de la empresa de energía del putumayo.

Los servicios domiciliarios complementarios se desarrollan con elementos naturales del mismo predio de forma puntual según la necesidad así:

Acueducto: se capta el liquido afluentes actas para consumo humano, dentro del mismo sector, por medio de una línea de conducción del tanque de Imacenamiento del acueducto Alto Afán que abastece a parte del casco urbano del municipio de Mocoa y así poder distribuir para los diferentes puntos necesarios de la infraestructura que componen las unidades del proyecto.

Alcantarillado: se da por medio de unidades individuales con al construcción de pozos sépticos, que consisten en la apertura manual de un pozo del nivel 0 a un nivel 1.50mts aprox. Con un drenaje que va a una de las afluentes mas cercana que tiene el predio y así disminuye el nivel de contaminación.

Basuras: Los residuos orgánicos en le sector se utilizan al máximo para el desarrollo de su habidad, y los residuos sólidos peligrosos son enterrados y otros son quemados y así disminuyen la contaminación ambiental

La nueva planta de beneficio llamada "Frigorífico Del Putumayo S. A.", se construyo en la vereda Alto Afán Km. 6, por la vía que conduce a la ciudad de Pitalito y se puso en funcionamiento a partir del año 2007. Es una entidad privada, administrada en la actualidad por el Dr. Hernando Rodríguez, quien hace las veces de gerente y que a su vez tiene a su cargo un grupo de 22 operarios que hacen todas las labores correspondientes al manejo y sacrificio de animales en la planta de beneficio.

Foto 1. FRIGORIFICO DEL PUTUMAYO S.A. (Frigomayo),
Planta de beneficio del Municipio de Mocoa.



Fuente: Estudiantes Investigadores

La infraestructura actual cumple con los requisitos mínimos, pero tiene que implementar algunas medidas como es lagunas de oxidación, cerco perimetral, caseta para los bovinos, tiene que mejorar con respecto al manejo de Residuos Sólidos, olores ofensivos.

La planta de beneficio en la actualidad sacrifica de lunes a viernes 14 reces y los sábados y domingos un promedio de 28 reces, para un promedio mensual de 504 cabezas sacrificadas, con un peso promedio de 400 Kg. El sacrificio de cerdos es de 5 cerdos de lunes a sábados y de 8 cerdos el día domingo para un promedio mensual de 152 cerdos con peso de 90 Kg.

El Frigomayo no implementa en la actualidad ningún sistema de control ambiental que disminuya los impactos que se generan en el entorno debido a su funcionamiento. A pesar de que el lavado de las instalaciones no es exhaustivo desde el punto de vista de la asepsia, demanda grandes cantidades de agua pues es realizado de manera continua en las jornadas de sacrificio y faenado, sobre reses, pisos y paredes, dada la gran cantidad de sangre, rumen, y otros residuos que se producen y que de no retirarse obstaculizarían las actividades y taponarían los conductos de evacuación de residuos y vertidos.

Foto 2. Camas para producción de humus, FRIGOMAYO, donde se advierte uno de los inconvenientes ambientales presencia de aves de rapiña.



Fuente: Estudiantes Investigadores

Foto 3. Almacenamiento de contenido ruminal y bovinaza, donde se advierte el mal manejo de este subproducto ya que es mezclado desprevénidamente con los estiércoles.



Fuente: Estudiantes Investigador

Se hace evidente la total ausencia de medidas de manejo ambiental para el tratamiento de los residuos sólidos, líquidos y de olores ofensivos. Los residuos sólidos de gran tamaño (cabezas, patas,) son llevados a los sitios de expendios, mientras que las pieles son almacenadas, donde se les hace un tratamiento, que no permite generación de olores y posteriormente son utilizadas para el curtido en sitios externos a la planta. Los residuos medianos y pequeños, son arrastrados a la quebrada (*Anamú*) mediante lavado con agua a presión, así como la sangre, el rumen y el estiércol. Desde luego este tipo de manejo para los residuos sólidos proporciona una fuente permanente de olores ofensivos.

Los vertimientos líquidos son lanzados en forma directa y sin tratamiento adecuado a la quebrada "Anamú". Esta situación se convierte en apremiante ya que el grado de contaminación de las aguas originado por las industrias cárnicas es muy grande, ante todo en los frigoríficos teniendo en cuenta que la central de sacrificio se encuentra ubicada en un sector rural medianamente habitado y que la gran mayoría de los desechos sólidos orgánicos que se generan son vertidos junto con los desechos líquidos a la quebrada *Anamú*, se considera entonces que el principal impacto ambiental generado por la actividad del Frigomayo está relacionado con la contaminación del agua superficial por material orgánico en altas concentraciones.

Foto 4. Vertimientos de sangre, estiércol y contenido ruminal en forma directa a la quebrada Anamú. Este es otra forma de contaminar esta fuente de agua que en épocas de invierno tiene hidrógrafas pico altas.



Fuente: Estudiantes Investigadores

Foto 5. Vertimiento de lixiviado producto del almacenamiento ruminal a la quebrada Anamú sin ninguna practica de control.



Fuente: Estudiantes Investigadores

6.5. Marco Teórico

6.5.1 Lombricultura⁵

La lombricultura es una biotecnología que utiliza, a una especie domesticada de lombriz, como una herramienta de trabajo, recicla todo tipo de materia orgánica obteniendo como fruto de este trabajo humus, carne y harina de lombriz.

Se trata de una interesante actividad zootécnica, que permite perfeccionar todos los sistemas de producción agrícola.

La lombricultura es un negocio en expansión, y en un futuro será el medio más rápido y eficiente para la recuperación de suelos de las zonas rurales.

6.5.2 La lombriz roja californiana.

Se la conoce como Lombriz Roja Californiana porque es en ese estado de E.E.U.U. donde se descubrieron sus propiedades para el ecosistema y donde se instalaron los primeros criaderos.

6.5.3 Clasificación zoológica (Corpoica regional 10. 1998)

-Reino:	Animal
-Tipo:	Anélido
-Clase:	Oligoqueto
-Orden:	Opisthoro
-Familia:	Lombridae
-Género:	Eisenia
-Especie:	E. foetida

La lombriz Roja californiana (*Eisenia foetida*) es más conocida y empleada en más del 80% de los criaderos del mundo.

⁵ CORPOICA, REGIONAL 10. BIOABONOS Alternativa para desarrollar una agricultura sostenible

6.5.4 Características externas.

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.

Al nacer las lombrices son blancas, transcurridos 5 o 6 días se ponen rosadas y a los 120 días ya se parecen a las adultas siendo de color rojizo y estando en condiciones de aparearse.

6.5.5 Características internas.

-Cutícula. Es una lámina muy delgada de color marrón brillante, quitinosa, fina y transparente.

-Epidermis. Situada debajo de la cutícula, es un epitelio simple con células glandulares que producen una secreción mucosa.

Es la responsable de la formación de la cutícula y del mantenimiento de la humedad y flexibilidad de la misma.

-Capas musculares. Son dos, una circular externa y otra longitudinal interna.

-Peritoneo. Es una capa más interna y limita exteriormente con el celoma de la lombriz.

-Celoma. Es una cavidad que contiene líquido celómico y se extiende a lo largo del animal, dividida por los septos, actuando como esqueleto hidrostático.

-Aparato circulatorio. Formado por vasos sanguíneos. Las lombrices tienen dos vasos sanguíneos, uno dorsal y otro ventral. Posee también otros vasos y capilares que llevan la sangre a todo el cuerpo.

La sangre circula por un sistema cerrado constituido por cinco pares de corazones.

-Aparato respiratorio. Es primitivo, el intercambio de oxígeno se produce a través de la pared del cuerpo.

-Sistema digestivo. En la parte superior de la apertura bucal se sitúa el prostomio con forma de labio. Las células del paladar son las encargadas de seleccionar el alimento que pasa posteriormente al esófago donde se localizan las glándulas calcíferas.

Estas glándulas segregan iones de calcio, contribuyendo a la regulación del equilibrio ácido básico, tendiendo a neutralizar los valores de pH. Posteriormente tenemos el buche, en el cual el alimento queda retenido para dirigirse al intestino.

-Aparato excretor. Formado por nefridios, dos para cada anillo. Las células internas son ciliadas y sus movimientos permiten retirar los desechos del celoma.

-Sistema nervioso. Es ganglionar. Posee un par de ganglios supraesofágicos, de los que parte una cadena ganglionar.

La lombriz californiana se alimenta de animales, vegetales y minerales. Antes de comer tejidos vegetales los humedece con un líquido parecido a la secreción del páncreas humano, lo cual constituye una predigestión.

6.5.6 Hábitat.

Habita en los primeros 50 cm. del suelo, por tanto es muy susceptible a cambios climáticos.

Es fotofóbica, los rayos ultravioletas pueden perjudicarla gravemente, además de la excesiva humedad, la acidez del medio y la incorrecta alimentación.

Cuando la lombriz cava túneles en el suelo blando y húmedo, succiona o chupa la tierra con la faringe evaginada o bulbo muscular. Digiere de ella las partículas vegetales o animales en descomposición y vuelve a la superficie a expulsar por el ano la tierra.

6.5.7.Ciclo de vida.

Son hermafroditas, no se autofecundan, por tanto es necesaria la cópula, la cual ocurre cada 7 o 10 días. Luego cada individuo coloca una cápsula (huevo en forma de pera de color amarillento) de unos 2 mm. De la cual emergen de 2 a 21 lombrices después de un periodo de incubación de 14 a 21 días, dependiendo de la alimentación y de los cuidados.

6.5.8 Razones de su elección.

-En muchos países del mundo se ha experimentado con ella, en diferentes condiciones de clima y altitud, viviendo en cautiverio sin fugarse de su lecho.

-Es muy prolifera, madurando sexualmente entre el segundo y tercer mes de vida. Y su longevidad está próxima a los 16 años.

-Su capacidad reproductiva es muy elevada, la población puede duplicarse cada 45-60 días.

1.000.000 de lombrices al cabo de un año se convierten en 12.000.000 y en dos años en 144.000.000. Durante este periodo habrán transformado 240.000 toneladas de residuos orgánicos en 150.000 toneladas de humus.

-Se alimenta con mucha voracidad, consumiendo todo tipo de desechos agropecuarios (estiércoles, residuos agrícolas, etc.) y desechos orgánicos de la industria.

-Produce enormes cantidades de humus y de carne de lombriz por hectárea como ninguna otra actividad zootécnica lo logra.

-Se pueden obtener otros productos base para la industria farmacéutica. A partir del líquido celomático, se han producido antibióticos para uso humano.

-Características como el no sangrar al producirse un corte de su cuerpo y ser totalmente inmune al medio contaminado en el cual vive, como la elevada capacidad de regeneración de sus tejidos, son motivos de investigación para la aplicación en el ser humano.

6.5.9 Condiciones ambientales para su desarrollo.

Humedad.

Será del 70% para facilitar la ingestión de alimento y el deslizamiento a través del material.

Si la humedad no es adecuada puede dar lugar a la muerte de la lombriz. Las lombrices toman el alimento chupándolo, por tanto la falta de humedad les imposibilita dicha operación.

El exceso de humedad origina empapamiento y una oxigenación deficiente.

Temperatura.

El rango óptimo de temperaturas para el crecimiento de las lombrices oscila entre 12-25° C; y para la formación de cocones entre 12 y 15° C.

Durante el verano si la temperatura es muy elevada, se recurrirá a riegos más frecuentes, manteniendo los lechos libres de malas hierbas, procurando que las lombrices no emigren buscando ambientes más frescos.

pH.

El pH óptimo es 7.

Riego.

Los sistemas de riego empleados son el manual y por aspersión. El manual consta de una manguera de goma de características variables según la

función de los lechos. Por su sencillez es muy difundido pero requiere un trabajador implicado exclusivamente en esta labor.

El riego por aspersión requiere mayor inversión, habiendo diversas modalidades según su disposición en los lechos.

Si el contenido de sales y de sodio en el agua de riego son muy elevados darán lugar a una disminución en el valor nutritivo del vermicompost.

Los encharcamientos deben evitarse, ya que un exceso de agua desplaza el aire del material y provoca fermentación anaeróbica.

Aireación.

Es fundamental para la correcta respiración y desarrollo de las lombrices. Si la aireación no es la adecuada el consumo de alimento se reduce; además del apareamiento y reproducción debido a la compactación.

6.5.10 Alimentación.

El alimento que se les proporcionará será materia orgánica parcial o totalmente descompuesta. Si no es así las elevadas temperaturas generadas durante el proceso de fermentación (hasta 75° C), matarán a las lombrices.

6.5.11 Tipos de alimentos.

Los alimentos orgánicos útiles en la alimentación de lombrices son muy variados, destacando entre otros:

- Restos de serrerías e industrias relacionadas con la madera.
- Desperdicios de mataderos.
- Residuos vegetales procedentes de explotaciones agrícolas.
- Estiércol de especies domésticas.

- Frutas y tubérculos no aptos para el consumo humano o vegetal.
- Fangos de depuradoras.
- Basuras.

6.5.12 Suministro de alimentos.

En condiciones térmicas óptimas se añadirán entre 20 y 30 Kg de alimento por lecho, en una capa de 5-10 cm. cada 10-15 días, cuyo principal objetivo es mejorar la aireación y en el supuesto de que alguna porción del alimento no estuviera totalmente fermentada.

6.5.13 Lombricompuesto, vermicompost o humus de lombriz.⁶

El lombricompuesto es un fertilizante orgánico, biorregulador y corrector del suelo cuya característica fundamental es la bioestabilidad, pues no da lugar a fermentación o putrefacción.

Su elevada solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana, proporciona una rápida asimilación por las raíces de las plantas.

Produce un aumento del porte de las plantas, árboles y arbustos y protege de enfermedades y cambios bruscos de humedad y temperatura durante el transplante de los mismos.

El vermicompost contiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y media más potasio que el mismo peso del estiércol de bovino.

El humus de lombriz es de color negruzco, granulado, homogéneo y con un olor agradable a mantillo de bosque.

⁶ <http://www.redpermacultura.org/articulos-categorias/14-agricultura-ecologica/228-lombricompuesto-vermicompost-o-humus-de-lombriz.html>

La lombriz recicla en su aparato digestivo toda la materia orgánica, comida y fecada, por otras lombrices.

El humus contiene un elevado porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos; pero éstos no se producen por el proceso digestivo de la lombriz sino por toda la actividad microbiana que ocurre durante el periodo de reposo dentro del lecho.

El humus de lombriz posee una elevada carga microbiana del orden de los 20 mil millones de grano seco, contribuyendo a la protección de la raíz de bacterias y nematodos sobre todo, para el cual está especialmente indicado.

Produce además hormonas como el ácido indol acético y ácido giberélico, estimulando el crecimiento y las funciones vitales de las plantas.

El humus de lombriz es un fertilizante de primer orden, protege al suelo de la erosión, siendo un mejorador de las características físico-químicas del suelo, de su estructura (haciéndola más permeable al agua y al aire), aumentando la retención hídrica, regulando el incremento y la actividad de los nitritos del suelo, y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro)

Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compactación natural o artificial, su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica, neutraliza la presencia de contaminantes (insecticidas, herbicidas...) debido a su capacidad de absorción.

El humus de lombriz evita y combate la clorosis férrica, facilita la eficacia del trabajo mecánico en el campo, aumenta la resistencia a las heladas y favorece la formación de micorrizas.

La actividad residual del humus de lombriz se mantiene en el suelo hasta cinco años.

Al tener un pH neutro no presenta problemas de dosificación ni de fitotoxicidad, aún en aquellos casos en que se utiliza puro.

El humus de lombriz se aplica en primavera y otoño, extendiéndose sobre la superficie del terreno, regando posteriormente para que la flora bacteriana se incorpore rápidamente al suelo.

No debe enterrarse, pues sus bacterias requieren oxígeno. Si se aplica en el momento de la siembra favorece el desarrollo radicular, por otra parte, al hacer más esponjosa la tierra, disminuye la frecuencia de riego.

El humus de lombriz puede almacenarse durante mucho tiempo sin que sus propiedades se vean alteradas, pero es necesario mantenerlas bajo condiciones óptimas de humedad (40%).

Cuadro 1. Composición del humus de lombriz:

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%
Ácidos fúlvicos	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%

6.5.14 Cosecha del humus de lombriz.

Debido a la intensidad de acoplamiento de las lombrices californianas es aconsejable dividir la población original por lo menos tres veces al año. Las divisiones se realizarán durante los periodos de recogida de humus, efectuando una primera recogida en marzo, una segunda en septiembre y una tercera recogida en diciembre.

Siendo el periodo estival en el que la lombriz se reproduce con mayor frecuencia.

Una vez retiradas las lombrices se dejará secar el humus durante unos días. Seguidamente se formará un cono lo más alto posible con el material que todavía contenga lombrices y huevos.

Este cono cubierto de paja se llenará de lombrices en pocos días y se cubrirá con una lona negra para mantener la humedad y para que no broten semillas.

6.5.15 Dosis de humus de lombriz.

Cuadro 2. Dosis de empleo de humus de lombriz.

Praderas	800 g/m ²
Frutales	2 Kg/árbol
Hortalizas	1 Kg/m ²
Césped	0.5-1 Kg/m ²
Ornamentales	150 g/planta
Semilleros	20%
Abonado de fondo	160-200 L/m ²
Transplante	0.5-2 Kg/árbol
Recuperación de terrenos	2500-3000 L/ha
Setos	100-200 g/planta
Rosales y leñosas	0.5-1 Kg/m ²

Nota: 1 litro de humus de lombriz al 50% de humedad equivale a 0.54 Kg.

6.5.16 Compra-venta de humus de lombriz.

El humus de lombriz puede ser vendido a quienes se dedican a las actividades agrícolas intensivas, y por tanto necesitan añadir de forma continua nutrientes al suelo, al consumidor final para su jardín o a los comercios dedicados a su reventa.

6.5.17 Carne de lombriz.

Se trata de una carne roja, siendo una fuente de proteínas de bajo costo, de la que se obtiene harina con un 73% de proteína y una gran cantidad de aminoácidos esenciales.

La carne de lombriz se emplea tanto en la alimentación humana como en la animal.

Aunque su riqueza mineral es inferior a las harinas de pescado y su contenido en fibra es muy reducido.

6.5.18 Consumo de carne de lombriz.

La carne de lombriz es un recurso económico importante al tratarse de un alimento rico en proteínas y de fácil producción.

A lo largo de miles de años, diferentes pueblos de África y China encontraron en la carne de lombriz un complemento nutricional que ayudó a sostener a su población.

Podría ser considerado como un alimento para los países en vías de desarrollo; ya que una parte puede ser destinada a la continuidad del criadero y la otra a la elaboración de harina.

6.5.19 Harina de lombriz

Si la cosecha de lombriz se destina a la producción de harina, es necesario separar las lombrices de su medio empleando una malla de alambre tejido y posteriormente someterlas a baños especiales para eliminar bacterias y hongos indeseables.

Por último son secadas al sol y molidas. El resultado final es un polvo de color amarillento que contiene de 60-82% de proteína animal.

Es necesario de 8-10 Kg de lombrices vivas para producir 1 Kg de harina.

6.5.20 Importancia económica.

La eliminación de los residuos urbanos y desechos agroindustriales son un problema a nivel mundial. La solución a este grave inconveniente es la selección de las basuras y con la ayuda de las lombrices se puede regenerar y transformar éstas en un 100% de fertilizante orgánico.

La lombriz roja californiana tiene una gran importancia económica, pues contribuye a la fertilización, aireación, mejora de la estructura y formación del suelo.

El humus de lombriz es un producto con grandes posibilidades de comercialización en todo el mundo, pero su calidad es un factor importante para obtener los mejores precios del mercado.

La carne de lombriz puede ser utilizada en la alimentación animal de forma cruda y directa o en la elaboración de harina de carne de lombriz para ser mezclada con otros productos y producir concentrados de excelente calidad.

6.5.19 Harina de lombriz

Si la cosecha de lombriz se destina a la producción de harina, es necesario separar las lombrices de su medio empleando una malla de alambre tejido y posteriormente someterlas a baños especiales para eliminar bacterias y hongos indeseables.

Por último son secadas al sol y molidas. El resultado final es un polvo de color amarillento que contiene de 60-82% de proteína animal.

Es necesario de 8-10 Kg de lombrices vivas para producir 1 Kg de harina.

6.5.20 Importancia económica.

La eliminación de los residuos urbanos y desechos agroindustriales son un problema a nivel mundial. La solución a este grave inconveniente es la selección de las basuras y con la ayuda de las lombrices se puede regenerar y transformar éstas en un 100% de fertilizante orgánico.

La lombriz roja californiana tiene una gran importancia económica, pues contribuye a la fertilización, aireación, mejora de la estructura y formación del suelo.

El humus de lombriz es un producto con grandes posibilidades de comercialización en todo el mundo, pero su calidad es un factor importante para obtener los mejores precios del mercado.

La carne de lombriz puede ser utilizada en la alimentación animal de forma cruda y directa o en la elaboración de harina de carne de lombriz para ser mezclada con otros productos y producir concentrados de excelente calidad.

6.5.21 Principales países productores.

Los principales países productores de América Latina son Chile, Brasil, Colombia, Argentina y Ecuador.

Estos países cuentan con grandes explotaciones industriales de lombriz roja californiana.

Filipinas es un de los mayores productores de harina de lombriz para consumo humano, ya que la ausencia de olor y sabor la hace competitiva con la harina de pescado, tanto en calidad como en precio.

6.5.22 Enemigos.

La mayor parte de los enemigos de las lombrices proliferan en el criadero por descuido del lombricultor.

Los depredadores directos más frecuentes son los pájaros (cuervos, mirlos, tordos...) ya que excavan la tierra con sus patas y pico, siendo la medida de control más eficaz la cubrimiento del lecho con ramas o mallas antigranizo, además con esta medida se evita la evaporación y se mantiene la humedad.

Como medida preventiva para eliminar las ratas y ratones se emplearán desratizaciones en puntos estratégicos de las instalaciones y además de medidas higiénicas.

Los topos son los peores enemigos de las lombrices, ya que practican túneles profundos a modo de excavadora. Se combaten protegiendo los lechos con materiales que impidan su acceso: ladrillos, mallas metálicas, etc.

La presencia de escarabajos, moscas, ciempiés, ácaros y hormigas es indeseable, pues compiten por el consumo de alimento.

6.5.23 Patologías.

Las enfermedades en los criaderos de lombrices no son muy frecuentes aunque el hábitat de las lombrices puede verse afectado por la presencia de bacterias.

La patología más importante es la intoxicación proteica, provocada por la presencia de un elevado contenido de sustancias ricas en proteínas no transformadas en alimento por las lombrices.

Estas sustancias proteicas en exceso favorecen la proliferación de microorganismos, cuya actividad genera gases y provoca un aumento de la acidez del medio.

Las lombrices ingieren los alimentos con una excesiva acidez que no llega a ser neutralizada por sus glándulas calcíferas. Por tanto se produce la fermentación en el buche y en el ventrículo provocando su inflamación.

Los síntomas más frecuentes suelen ser el abultamiento de la zona literal, coloración rosada o blanca de las lombrices y una disminución generalizada de su actividad.

6.5.24 Rumen ⁷

Los párrafos que se citan a continuación son tomados de www.fmvz.unam.mx/.../Ruminal/ANATOMOF.HTM.

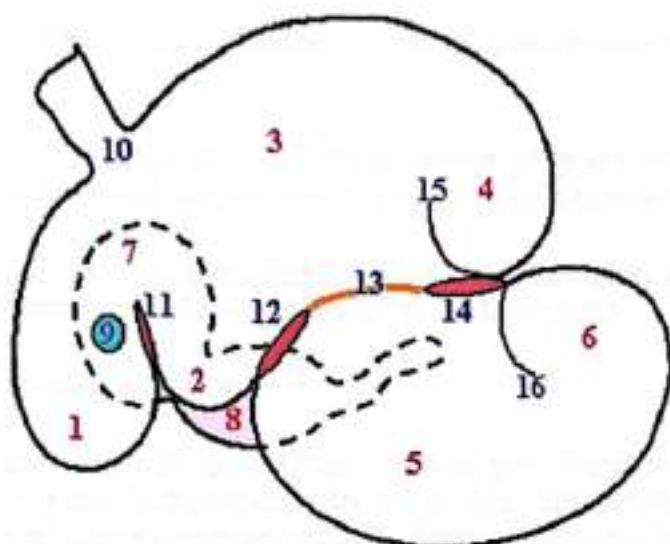
El rumen, retículo y omaso son órganos que anteceden al abomaso (estómago glandular), razón por la que se denominan preestómagos. La capacidad de los rumiantes para aprovechar los carbohidratos fibrosos de la dieta, está sustentada en la función de estas tres estructuras.

Estos órganos se ubican en el lado izquierdo de la cavidad abdominal ocupando casi las 3/4 partes. El rumen es el más grande de los preestómagos, se divide en sacos o compartimientos separados por pilares musculares. El retículo se ubica craneal al rumen y se le une mediante un pliegue. El retículo se conecta al omaso

⁷ www.fmvz.unam.mx/.../Ruminal/ANATOMOF.HTM

mediante el orificio retículo-omasal. El omaso se localiza al lado derecho del rumen. Como se observa en la figura:

Figura 1. Relación anatómica de los preestómagos.



1 Reticulo	7 Omaso	13 Pilar longitudinal
2 Rumen (saco craneal)	8 Abomaso	14 Pilar caudal
3 Rumen (saco dorsal)	9 Orificio retículo-omasal	15 Pilar coronario dorsal
4 Rumen (saco ciego dorsal)	10 Cardias	16 Pilar coronario ventral
5 Rumen (saco ventral)	11 Pliegue retículo-omasal	
6 Rumen (saco ciego ventral)	12 Pilar craneal	

Fuente: Internet

<http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/enlinea/Ruminal/ANATOMOF.HTM>

Mucosa

El interior del rumen, retículo y omaso están cubiertos exclusivamente con epitelio estratificado similar al que se observa en el esófago, pero cada uno posee una mucosa distinta que le facilita su función:

Rumen: La superficie interior del rumen está formada por numerosas y pequeñas papilas.

Retículo: El epitelio del retículo presenta pliegues que forman celdas poligonales. Una gran cantidad de pequeñas papilas están presentes en la superficie de celdas

Omaso: El omaso presenta papilas longitudinales y anchas en forma de hojas, que atrapan las partículas pequeñas de la ingesta

6.5.25 Rumen y Retículo

El rumen junto con el retículo forman una cámara, que mantiene un ambiente favorable para la fermentación anaerobia. Un patrón adecuado de fermentación necesita algunas condiciones para desarrollarse en forma adecuada:

- Debe existir un aporte suficiente de sustratos.
- Se debe mantener un potencial de óxido-reducción.
- La temperatura debe estar en un rango de 39 - 40°C.
- Una osmolaridad cercana a los 300 mosm.
- Un pH de 6-7.
- Remoción de los desechos no digeribles.
- Remoción de microorganismos congruente con la regeneración de los mismos.
- Remoción de los ácidos grasos volátiles (AGV), producidos durante la fermentación.

El rumen y el retículo se encargan de realizar la remoción de desechos y microorganismos a través un patrón complejo de contracciones que se originan en el retículo; además el retículo colecta el alimento que ha sido suficientemente fermentado para transportarlo hacia el omaso; las contracciones del retículo y rumen también participan en el **eructo**. Debido a la fermentación ruminal, se producen diferentes gases, cerca de 30-50 litros/hora en un bovino adulto y 5 en un borrego; estos son eliminados a través del eructo; los principales gases son:

- *Bióxido de carbono* (60-70%).
- *Metano* (30-40%).
- *Nitrógeno* (7%).

- *Oxígeno* (0.6%).
- *Hidrógeno* (0.6%).
- *Ácido sulfhídrico* (0.01%).
-

Los **AGV** son **principalmente retirados** del líquido ruminal, al ser absorbidos en las paredes del rumen y retículo.

Omaso

El contenido ruminal atraviesa rápidamente el omaso. El papel del omaso es **separar el material sólido del contenido ruminal** que capta. Las partículas del alimento son retenidas entre sus papilas y después son impulsadas hacia el abomaso mediante sus contracciones. Por otro lado el omaso absorbe los residuos de AGV que hayan logrado pasar a su interior.

6.5.26 Contenido Ruminal

El contenido del rumen y retículo es de aproximadamente 4-6 Kg en los ovinos y de 30-60Kg en lo bovinos. El alimento y los productos de la fermentación se acomodan en tres capas dependiendo de su gravedad específica:

- **Capa gaseosa.** Se localiza en la parte superior y en ella se encuentran los gases producidos durante la fermentación de los alimentos.
- **Capa sólida.** Esta formada principalmente por alimento y microorganismos flotantes. El alimento consumido más recientemente, por ejemplo el día de hoy, se establece en la parte superior de esta capa, debido a que posee partículas de gran tamaño (1-2 cm), las cuales atrapan a los gases producidos. El alimento consumido con más anterioridad, por ejemplo ayer, se localiza al fondo de la capa sólida, debido a que ya fue fermentado suficiente y se redujo su tamaño (2-3 mm), en este momento puede ser captado por el retículo y salir a través del orificio retículo-omasal.
- **Capa líquida.** Se localiza ventralmente y contiene líquido con pequeñas partículas de alimento y microorganismos suspendidos.

El flujo de material sólido a través del rumen es bastante lento y depende de su tamaño y densidad. Los alimentos con una buena digestibilidad pueden tardar alrededor de 30 horas. Durante la fermentación, las partículas grandes de alimento se reducen constantemente a partículas más pequeñas y los microorganismos proliferan.

6.5.27 Contracciones ruminales

Las contracciones del retículo y rumen son muy importantes para la fermentación, sus principales objetivos son:

- Mezclar el alimento.
- Eliminar los gases producidos mediante el eructo.
- Propulsar el contenido ruminal.

Se identifican dos patrones diferentes de contracciones:

- **Contracciones primarias.** Que se originan en el retículo y se distribuyen caudalmente alrededor del rumen. Estas contracciones mezclan y propulsan el contenido ruminal.
- **Contracciones secundarias.** Que ocurren en sólo partes del rumen y son usualmente asociadas con el eructo.

Al terminar una contracción primaria, inmediatamente después se inicia una secundaria, para formar un ciclo que se repite de una a tres veces por minuto, la mayor frecuencia ocurre durante la alimentación. Las contracciones están controladas por el sistema nervioso central a través del nervio vago; sin embargo, las condiciones dentro del rumen como el pH pueden afectar significativamente la motilidad.

6.5.28 Diseño de Bloques Completos al Azar (DBA)⁸

Los párrafos que se citan a continuación se tomaron de <http://cete.iespana.es/cursos/estadap/andevadca.pdf>

Para un diseño completamente al azar (DCA) asumimos que todas las unidades experimentales son homogéneas en lo relativo a características que puedan influenciar la variable respuesta, de modo que la única fuente de variación que se pretende controlar es el tratamiento aplicado. Sin embargo, hay situaciones en las que dicha homogeneidad no es fácil de lograr, veamos un ejemplo, si quisiéramos realizar un ensayo agronómico para evaluar la producción de cinco diferentes variedades de Papaya, un DCA sería el adecuado sólo si podemos garantizar que todas las unidades experimentales (las parcelas) tienen el mismo nivel de fertilidad, humedad, o cualquier otra variable que sepamos de antemano puede influenciar la variable respuesta. Si estuviéramos planeando un ensayo de

⁸ <http://cete.iespana.es/cursos/estadap/andevadca.pdf>

invernadero para investigar los efectos de cuatro diferentes intensidades lumínicas en el crecimiento de plántulas de Pino, para realizar un DCA deberíamos obtener plántulas de la misma edad, la misma altura, la misma variedad, etcétera.

La supuesta homogeneidad de las unidades experimentales (UE) en los DCA, en ocasiones obedece más a un desconocimiento de la presencia de características o variables que podrían influenciar la variable respuesta y que deberían ser incluidas en el modelo, pero... ¿Y si no fuera así?; es decir, ¿qué pasaría si supiéramos que el terreno donde queremos realizar el experimento de las Papayas presenta un gradiente de fertilidad? En este caso, aun si se sembrara la misma variedad de Papaya, cabría esperar que las parcelas tuvieran una respuesta diferente en términos de producción; se esperarían respuestas similares entre parcelas adyacentes, mientras que parcelas distantes entre sí podrían tener respuestas muy diferentes. Y si en el ensayo con las plántulas de Pino no se tuvieran plántulas uniformes, se podrían esperar diferencias dependiendo de la edad y altura inicial de las plántulas, aun bajo condiciones uniformes de iluminación.

En cualquier experimento se debe evaluar si existe información que permita identificar grupos homogéneos de UE para alguna característica que afecte la variable respuesta, en los ejemplos anteriores, dichos grupos serían parcelas agrupadas de acuerdo a niveles de fertilidad y plántulas agrupadas por edad, altura o por ambas. El esfuerzo de agrupar las UE se ve compensado por una mejora en la calidad de las inferencias sobre los tratamientos. Definamos estos grupos homogéneos de UE:

Bloque: Es un grupo de unidades experimentales que son homogéneas para una o más características que podrían afectar la variable respuesta. Se habla de un bloque completo y balanceado cuando todos los "t" tratamientos involucrados en el experimento aparecen en el bloque el mismo número de veces (usualmente, cada tratamiento aparece una sola vez).

Nota: Es importante que tengan en cuenta que la característica por la cual se hace el bloqueo no es la característica que interesa evaluar (los tratamientos), simplemente es una variable que se sabe o cree, que puede influenciar la variable respuesta y por lo tanto se quiere eliminar su efecto, involucrándola en el modelo.

Ejemplo:

Se dispone de cuatro lotes de terreno, donde se quiere realizar un experimento y el análisis de suelos entrega los siguientes resultados:

Lote 1 pH = 5.0

Lote 2 pH = 6.3

Lote 3 pH = 7.8

Lote 4 pH = 8.4

Si el pH tuviera algún efecto en la variable respuesta, cada uno de los lotes debería ser considerado como un bloque y ser dividido en "t" parcelas, para obtener así un bloque completo.

Generalmente cada bloque contiene sólo "t" UE y tendríamos un diseño de bloques al azar básico, pero se podrían tener "2 t" UE (en tal caso cada tratamiento aparecería dos veces) o "3 t" y así sucesivamente; en estos casos se habla de un diseño de bloques generalizado; de tal manera que, a menos que se indique lo contrario, vamos a asumir que cada bloque contiene sólo "t" UE y por lo tanto se estaría hablando de un DBA básico.

En ocasiones no es fácil obtener bloques homogéneos de "t" UE y si cada bloque tiene menos de "t" UE no podrá albergar todos los tratamientos, en estos casos se dice que se tiene un diseño de bloques incompletos. (Para más información al respecto ver: Montgomery, 1991).

Existen varias categorías de bloques incompletos: los que pasan de ser completos a ser incompletos por pérdida de unidades experimentales, y los que desde el principio son incompletos por no contar cada bloque con suficientes unidades para asignar todos los tratamientos.

Cuando se produce el primer evento descrito, es decir, pérdida de unidades experimentales, se genera un desbalance en el diseño. Para referirse a esta situación se habla de un diseño desbalanceado o de bloques desbalanceados, más que de bloques incompletos.

Para la segunda situación, puede diseñarse una asignación de los tratamientos dentro de cada bloque, de manera que, a pesar de que los bloques sean incompletos, se logre separar adecuadamente los efectos de los bloques y de los tratamientos, situación siempre deseada y que recibe el nombre de ortogonalidad; es en estos casos en que se habla de verdaderos diseños de bloques incompletos, entre los cuales se encuentran los látices. Martínez Garza (1988) ilustra cómo pueden construirse tales diseños.

Efectos fijos y aleatorios

Los efectos de un factor pueden ser fijos o aleatorios, dependiendo de la forma en que hayan sido seleccionados los niveles que se usan en el ensayo.

Un factor es fijo si los niveles utilizados representan todos los niveles posibles del factor o si éstos son los únicos niveles sobre los cuales se desea inferir. En el experimento sobre las variedades de papaya, el efecto de las variedades es fijo si las cinco variedades evaluadas son todas las disponibles en la región y/o si las conclusiones del experimento se restringen a estas cinco variedades.

Un factor es aleatorio si los niveles elegidos para el experimento constituyen una muestra aleatoria de un grupo mayor de niveles susceptibles de ser utilizados. En el experimento mencionado, el efecto de las variedades sería aleatorio si existiera un conjunto grande de variedades sobre las que se desea inferir, y se hubiera elegido al azar cinco de ellas. En este caso, el desempeño de estas cinco variedades, en particular, no sería el interés principal del investigador, excepto por la información que cada variedad contiene acerca de la población completa de variedades.

Sin embargo, no es habitual que los efectos aleatorios correspondan a tratamientos sino a otro tipo de efectos, como el caso del pH en las parcelas experimentales, expuesto anteriormente. Si el ensayo para evaluar las cinco variedades de papaya tuviera que realizarse en un área con tales características diferenciales de pH entre lotes, y dentro de cada uno de éstos se aleatorizaran las cinco variedades, cada una en una parcela diferente, el pH sería un efecto aleatorio, ya que los pH presentes en los lotes elegidos pueden considerarse una muestra aleatoria de todos los posibles valores de PH que pueden encontrarse en la población de interés.

Si el experimento se realiza de la manera mencionada, entonces se tendrá un diseño de bloques al azar, considerando el pH como un efecto de bloque aleatorio, y las variedades como efecto fijo, generándose, entonces, un modelo mixto (con efectos tanto fijos como aleatorios). Esta situación de modelos mixtos casi siempre estará presente en los diseños de bloques.

Aunque en la mayoría de ocasiones el factor asociado con los bloques es aleatorio, pueden presentarse situaciones en que ello no sea así. Por ejemplo, en un experimento de nutrición animal, en donde exista interés en evaluar diferentes concentrados, y en el que se sepa que el sexo es un factor que afecta la respuesta, podría eliminarse el efecto de los sexos, bloqueando con base en tal factor. El sexo sería, por definición, un efecto fijo, por incluirse en el experimento

todos los niveles del factor (machos y hembras). Es probable, sin embargo, que la diferencia en respuesta entre machos y hembras sea ampliamente conocida y que el interés del investigador sólo consista en eliminar su efecto para hacer comparables los concentrados.

6.5.29 Aleatorización en un DBA

Si estamos interesados en evaluar cinco tratamientos, digamos: A, B, C, D, E y tenemos cuatro bloques disponibles, los cinco tratamientos deben asignarse de manera aleatoria dentro de cada bloque, haciendo una aleatorización independiente dentro de cada bloque. En este ejemplo tenemos cuatro bloques y cinco tratamientos, por lo que necesitamos realizar cuatro aleatorizaciones. Un posible esquema de aleatorización sería el siguiente. Noten que todos los tratamientos aparecen en cada bloque y lo hacen una sola vez.

Cuadro 3. Aleatorización independiente dentro de cada bloque

Bloque					
1	D	C	A	E	B
2	A	E	B	C	D
3	C	B	A	D	E
4	A	D	E	B	C

Ventajas del diseño de bloques completos al azar

- Se aumenta la potencia de la prueba porque la variabilidad atribuible a la heterogeneidad de las UE es extraída del error experimental.
- Hay cierta flexibilidad, pues, excepto por disponibilidad de recursos y por lo anotado en el primer ítem de desventajas, no hay restricciones en el número de tratamientos y /o de bloques.
- Al evaluar los tratamientos bajo diferentes condiciones, se amplía la base inferencial del experimento.

Desventajas del diseño de bloques completos al azar

- Si se desea evaluar un gran número de tratamientos, puede ser difícil conseguir bloques homogéneos; en particular en experimentos en campo, pues mientras mayor sea el número de UE por bloque, más grande es el riesgo de que éste sea heterogéneo.
- El DBA no es adecuado si existe interacción entre los bloques y los tratamientos, es decir, si los efectos de tales factores no son aditivos.

Modelo lineal

Así como para el DCA existía un modelo lineal que lo describía, el DBA también tiene un modelo que lo describe y es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + b_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} es la lectura del tratamiento i -ésimo en el j -ésimo bloque

μ es el promedio poblacional de la variable respuesta

τ_i es el efecto del tratamiento " i ", con $i = 1, 2, \dots, t$

b_j es el efecto del bloque " j ", con $j = 1, 2, \dots, r$

ε_{ij} es el error asociado con la lectura del i -ésimo tratamiento en el j -ésimo bloque

Tabulación de los datos

Después de coleccionar los datos del experimento, éstos se podrían registrar de la siguiente manera: (Noten que es diferente el esquema de aleatorización del experimento a la tabulación de los datos para su análisis).

Cuadro 4. Tabulación de datos

Bloque	1	2	3		r	Total
Tratamiento 1	Y_{11}	Y_{12}	Y_{13}		Y_{1r}	$Y_{1.}$
2	Y_{21}	Y_{22}	Y_{23}		Y_{2r}	$Y_{2.}$
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
t	Y_{t1}	Y_{t2}	Y_{t3}	.	Y_{tr}	$Y_{t.}$
Total	$Y_{.1}$	$Y_{.2}$	$Y_{.3}$	.	$Y_{.r}$	$Y_{..}$

Análisis de varianza

Teniendo en cuenta el modelo planteado y el anterior esquema de registro de datos, las fórmulas para llenar la tabla de ANOVA son las siguientes:

Cuadro. 5 ANOVA

F de V	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	FC
Tratamientos	$t - 1$	$T = \sum Y_{i.}^2 / r - TC$	$SC_T = T / (t - 1)$	$\frac{CM_{Trt}}{CM_{Error}}$
Bloques	$r - 1$	$B = \sum Y_{.j}^2 / t - TC$	$SC_F = B / (r - 1)$	
Error	$(t - 1)(r - 1)$	$E = Tot - T - B$	$SC_E = E / (t - 1)(r - 1)$	
Total	$n - 1$	$Tot = \sum \sum y_{ij}^2 - TC$		

Donde:

F de V: Fuente de Variación

GL: Grados de libertad

t: Número de tratamientos

r: Número de bloques

TC : Término de corrección = $Y^2_{..} / n$

$Y_{..} = \sum \sum Y_{ij} =$ Gran total

$Y_{i.} =$ Total del tratamiento "i"

$Y_{.j} =$ Total del bloque "j"

Ejercicio: Con el fin de mejorar los protocolos de reproducción asistida en bovinos y en humanos, un investigador evalúa el efecto de cuatro medicamentos (1, 2, 3 y 4) en la tasa de maduración de oocitos bovinos. Los oocitos se obtienen de hembras que llegan cada semana para sacrificio a la central ganadera de la ciudad, pero en una sola visita no se colectan más 250 o 300 oocitos, por lo que el ensayo debe realizarse durante varias semanas así: Los oocitos colectados en cada visita (semana) se reparten en cuatro grupos de 60 oocitos cada uno; cada

grupo recibe un medio de maduración suplementado con uno de los medicamentos en estudio. Evalúe los siguientes datos con un alfa de 0.05.

Cuadro 6. Datos de un alfa de 0.05

Semana	1	2	3	4	5
Medicamento 1	0.3125	0.2857	0.30	0.4545	0.1275
2	0.8461	0.7894	0.8125	0.8888	0.50
3	0.6315	0.60	0.61	0.80	0.60
4	0.8181	0.80	0.75	0.8333	0.75

Diseño de bloques justificado vs. Diseño de bloques no justificado

Cuando se construye un bloque de manera adecuada, se espera que las UE al interior sean lo más homogéneas posibles y que exista la mayor heterogeneidad posible entre bloques, si se logran estos dos propósitos, se aumenta la precisión del experimento, pues al "bloquear" se está retirando del Error Experimental una fuente de variación identificada (el efecto bloque), por lo tanto, se puede decir que utilizar bloques es una forma de controlar el error experimental y esta es la razón por la que los DBA son tan usados, aunque a veces se hace de manera indiscriminada sin que exista una razón real para hacer el bloqueo.

¿Qué tan grave puede ser esto?... Veamos un ejemplo numérico, en la tabla siguiente hay tres ANOVAS, el ANOVA 1 plantea un diseño completamente al azar, el ANOVA 2 plantea un diseño de bloques al azar, donde el efecto de los bloques no es real y el ANOVA 3 presenta un diseño de bloques al azar donde el efecto de los bloques es real.

Cuadro 7. Diseño de bloques justificados y No justificados

1)				2)				3)			
FdeV	G L	SC	CM	FdeV	G L	S C	CM	FdeV	G L	S C	CM
Tratamientos	3	65	21.7	Tratamientos	3	65	21.7	Tratamientos	3	65	21.7
				Bloques	5	2	0.4	Bloques	5	20	4
Error	20	35	1.75	Error	15	33	2.2	Error	15	15	1
Total	23	100		Total	23			Total	23		

Al comparar el ANOVA 1 con el 2, se observa que los grados de libertad del error disminuyeron (pasaron de 20 a 15) pero esta pérdida de grados de libertad no se vio compensada en una disminución notable de la SC del error (sólo pasó de 35 a 33); esto implica que el CM del error aumente (pasó de 1.75 a 2.2). Todo lo

anterior es debido a que los bloques no representaban una fuente de variación real, pues es muy poco lo que explican de la variabilidad total (sólo 2 de 100).

En cambio al comparar el ANOVA 1 con el 3, se observa que el efecto de los bloques es real (pues a pesar de la disminución de los GL del error (pasan de 20 a 15) también hay una disminución significativa de la SC del error (pasó de 35 a 15), lo cual sólo se justifica por el hecho de que el efecto de los bloques realmente existe (20 de 100: absorbe 20 unidades que antes pertenecían a la suma de cuadrados del error) y esto implica que el CM del error disminuya.

Debido a lo anterior es importante que no se les ocurra, con la disculpa de querer disminuir el error experimental, la "maravillosa" idea de utilizar "b" bloques sin justificación real, pues se estarían extrayendo $b-1$ grados de libertad del error experimental y la única forma de compensar esa pérdida de grados de libertad sería con una reducción lo suficientemente grande de la SC_E , lo cual sólo es posible si las UE están agrupadas en bloques verdaderos, en cuyo interior exista homogeneidad, pero entre ellos exista heterogeneidad.

En resumen, si utilizamos bloques cuando todas las UE son homogéneas, estaríamos inflando el CM_E y obtendríamos resultados menos precisos que con un DCA, debido a la disminución de grados de libertad sin una reducción considerable de la SC_E .

Eficiencia de un DBA respecto a un DCA

Una pregunta que surge casi siempre después de realizar un DBA es si valió la pena hacer un DBA en vez de haber realizado un DCA, esto es de importancia sobre todo si el investigador planea repetir el ensayo. Una forma de responder a tal pregunta es calculando la eficiencia relativa (ER) del DBA respecto al DCA.

ER = Tarea: consultar la fórmula.

La ER se expresa generalmente como porcentaje, cualquier valor mayor de uno (o 100%) indica que el DBA fue más eficiente que un DCA; el valor de ER puede interpretarse además como el cociente entre el número de repeticiones usado en los dos diseños, que permitiera obtener la misma variabilidad entre tratamientos.

Por ejemplo, si el valor de ER fuera 3, el DCA debería utilizar el triple de repeticiones por tratamiento para ser igual de eficiente que el DBA.

Supuestos en un diseño de bloques

Para que el análisis de varianza en un diseño de bloques tenga validez, deben cumplirse los mismos supuestos mencionados para el diseño completamente al azar: Normalidad, Homocedasticidad e Independencia; adicionalmente debe cumplirse el supuesto de aditividad que se mencionará con mayor detalle más adelante.

Respecto a la normalidad y la independencia, el procedimiento es el mismo que en el caso de un diseño completamente al azar, la normalidad se evaluará con ayuda del programa SAS y la prueba de Shapiro – Wilk y la independencia se garantizará con la asignación aleatoria de los tratamientos a las unidades experimentales.

En el caso del supuesto de homocedasticidad, para el diseño de bloques se presenta un problema de índole computacional pues los programas estadísticos actuales son incapaces de evaluar el supuesto en cualquier diseño diferente al completamente al azar, razón por la cual se debe asumir que el supuesto se cumple; una alternativa para decidir si es viable asumir que el supuesto se cumple, es realizar un gráfico con los tratamientos en uno de los ejes y en el otro cada uno de los valores de la variable respuesta, así podría apreciarse de manera subjetiva si la dispersión es más o menos similar en todos los tratamientos.

No aditividad de bloques y tratamientos

Un supuesto importante para la validez de un DBA es la no interacción entre los bloques y los tratamientos, lo cual es equivalente a decir que los efectos de bloques y tratamientos son aditivos y que los resultados del experimento pueden ser, por tanto, representados por un modelo lineal como el ya propuesto. El concepto de interacción se verá con más detalle posteriormente dentro del curso, pero en pocas palabras, decimos que hay interacción entre bloques y tratamientos cuando el efecto de alguno(s) de los tratamientos cambia al pasar de un bloque a otro, el ejemplo más drástico es el siguiente, mientras en un bloque, el mejor tratamiento es el "A", al cambiar a otro bloque, este mismo tratamiento resulta ser el peor, pero repito, este es el ejemplo más drástico de una interacción.

Una forma de evaluar la presencia o ausencia de interacción entre bloques y tratamientos es mediante un gráfico que contenga en uno de los ejes a los bloques y en el otro eje los valores de los tratamientos, aunque este procedimiento es bastante subjetivo las figuras 1 y 2 ilustran dos posibles situaciones.

Figura 2. Interacción entre bloques (B) y tratamientos (TTO) por cambio de dirección

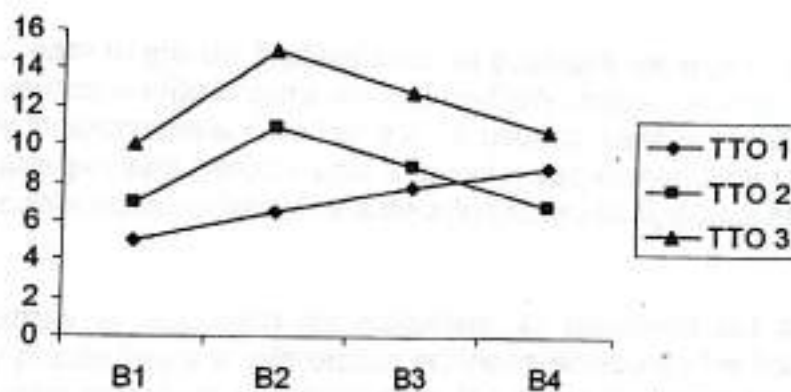
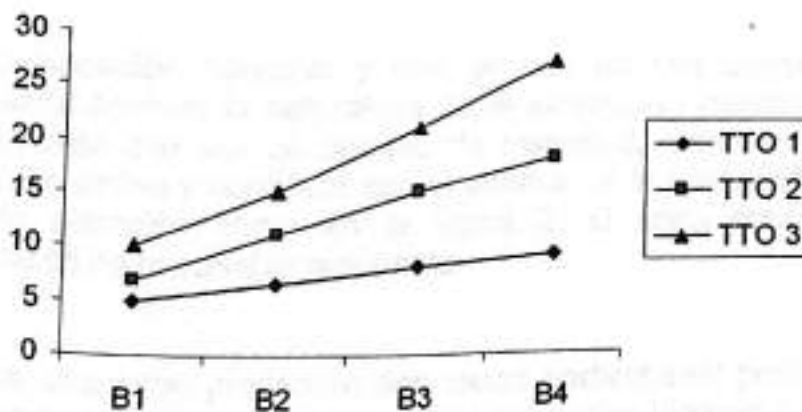


Figura 3. Interacción entre bloques (B) y tratamientos (TTO) por cambio de magnitud



Una alternativa a la evaluación gráfica se atribuye a Tukey, quien propuso una prueba estadística para evaluar la aditividad, la cual se basa en subdividir la SC_E en dos componentes, (la suma de cuadrados de no aditividad y la suma de cuadrados restante) que luego son comparados mediante un cociente que genera una prueba F.

Tukey propuso evaluar el juego de hipótesis:

H_0 : Efectos de bloques y tratamientos son aditivos (no interacción)

H_a : Efectos de bloques y tratamientos no son aditivos (interacción)

Sin embargo, este juego de hipótesis no se evaluará manualmente; el programa en SAS que vamos a utilizar para evaluar un DBA incluye un Macro (subprograma o conjunto de instrucciones creadas por un usuario para la realización de tareas específicas) que permite evaluar este supuesto; simplemente se miraría el valor p (P-value), el cual permitiría tomar una decisión sobre la hipótesis nula.

Si no se cumple el supuesto de aditividad, el resultado del análisis es sólo aproximado y puede llevar a inferencias erróneas acerca de los tratamientos. Una alternativa a este problema es transformar los datos de la misma manera que se haría ante un problema de no normalidad o de heterocedasticidad. Para experimentos posteriores se podría rediseñar el experimento, de manera que se pueda aislar el efecto de la interacción bloques-tratamientos, mediante un diseño de bloques generalizado.

Una recomendación personal y que tal vez no sea compartida por algunos autores, sería analizar la naturaleza de la interacción mediante el gráfico. Si la interacción está dada por un cambio de magnitud, como en la figura 1, podría hacerse caso omiso y continuar con el análisis; si la interacción está dada por un cambio de dirección como en la figura 2, sí sería conveniente intentar la transformación de la variable respuesta.

Las figuras anteriores presentan dos casos particulares; podría encontrarse, por ejemplo, un experimento en el que se tengan varios bloques y se note que es uno de ellos el que está ocasionando la interacción. Después de analizar el porqué, podría eliminarse dicho bloque, dejando constancia en la memoria escrita e incluyendo un aparte en la discusión, en el que se indique que los resultados encontrados no son válidos para las condiciones de ese bloque que se eliminó.

(obviamente, haciendo referencia a las características que hacen particular a ese bloque).

Aunque es importante tener en cuenta que esta prueba es demasiado sensible a violaciones de los supuestos del DBA, incluso si éstos son leves. Puede ser usada cuando se sospeche una violación del supuesto de aditividad y especialmente si al realizar el Anova, el CM_E es demasiado grande.

Diseño de bloques generalizado.

Una extensión del DBA básico ocurre cuando se tienen bloques con " $m \times t$ " UE, siendo " m " un entero positivo mayor de 1. El investigador debe asignar de manera aleatoria cada uno de los tratamientos a " m " UE dentro de cada bloque e igual que en el caso del DBA básico, se debe aleatorizar para cada uno de los bloques. Esta modificación aunque es simple, no es muy usada pues, en experimentos de campo, puede haber dificultades para obtener bloques homogéneos de " $m \times t$ " UE, incluso cuando $m=2$. El análisis de este tipo de diseños es el mismo que el de los arreglos factoriales, análisis que se verá más adelante en el curso.

Valores perdidos en un DBA

A veces en el transcurso o al final del experimento se pierden observaciones, esto puede ocurrir entre otras razones, por muerte o pérdida parcial de la UE o por la asignación errónea de un tratamiento a una UE. Los valores perdidos afectan el balance necesario en el experimento para lograr aislar el efecto de los bloques y aunque existen propuestas que estiman el o los valores perdidos con fórmulas que minimizan la SC del error, ante esta situación la recomendación será realizar el análisis con ayuda del procedimiento MIXED del SAS. En general, se pueden establecer dos situaciones: si se tiene un diseño balanceado el análisis en SAS se puede realizar con el procedimiento GLM o con el procedimiento MIXED, pues los resultados son iguales; pero si se tiene un diseño desbalanceado, sólo el procedimiento MIXED entrega resultados correctos.

6.5.30 Aparato digestivo de los rumiantes⁹

Los párrafos siguientes se tomaron de <http://es.wikipedia.org/wiki/Rumiante>

Los componentes principales del sistema digestivo de los rumiantes son: el esófago, retículo, rumen, omaso, abomaso, intestino delgado, ciego, intestino grueso y recto.

Una vez que la alimentación ha sido consumida, viaja hacia abajo por el esófago al rumen y al retículo, que son los primeros dos compartimientos del estómago del rumiante. La alimentación ingerida se traga con poca masticación. Después de un consumo de alimentos extenso o de una jornada larga pastando, el proceso de la rumia comienza. La rumia sucede a causa de las constantes contracciones del rumen-retículo que mueve la masa de alimentos hacia delante hasta entrar en contacto con la abertura posterior del esófago. La masa de alimento regresa al esófago donde es remasticada. Los rumiantes adultos gastan hasta ocho horas o más cada día en rumiar su alimentación para reducir el tamaño de las partículas. El rumen retículo es una cámara de fermentación que alberga grandes poblaciones de microorganismos. Este es el órgano que permite a los rumiantes obtener energía de los alimentos con mucha fibra. Los productos finales de la fermentación son absorbidos hacia la corriente sanguínea a través de las paredes del rumen. El agua y algunos productos finales de fermentación se absorben en el omaso.

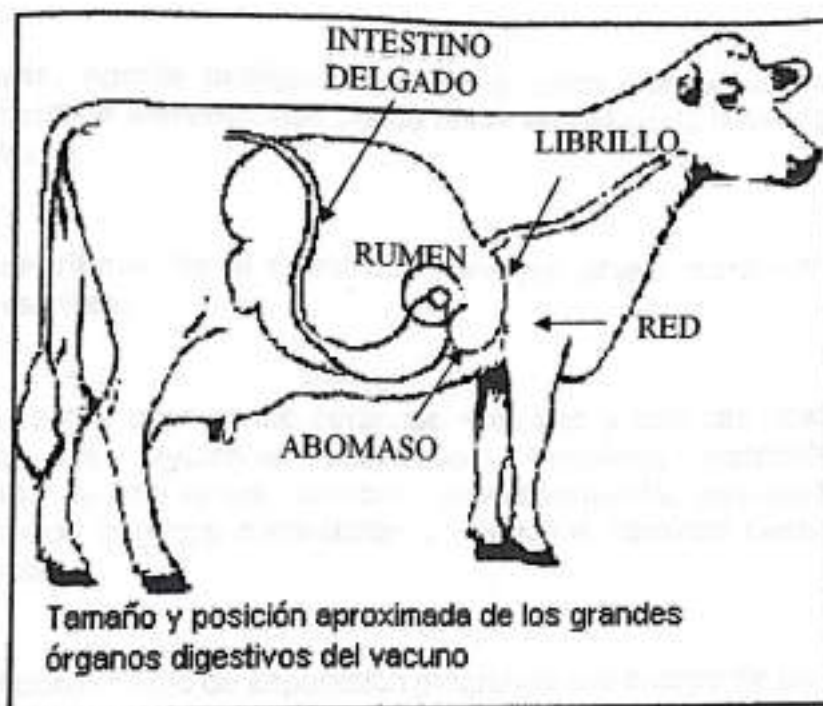
Los productos fermentados que salen del omaso pasan al abomaso (estómago verdadero). El abomaso segrega jugo gástrico (ácido clorhídrico y enzimas digestivas) en la masa alimenticia, comenzando la digestión enzimática.

El intestino delgado es donde la masa se ve expuesta a las enzimas intestinales y pancreáticas, así como también a la bilis del hígado. Las proteínas, almidón, y los azúcares son digeridos enzimáticamente aquí, pero la fibra (celulosa, por ejemplo) que escapó del proceso de fermentación en el rumen-retículo no puede ser digerida en el intestino delgado. La digestión de los lípidos (grasas) también ocurre en el intestino delgado. En los 24 metros de longitud del intestino delgado es donde acontece la absorción de los productos digeridos durante el proceso enzimático de proteínas, carbohidratos, y lípidos.

⁹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Rumiante>

El ciego es de importancia insignificante en los rumiantes a causa de que el alimento sufre su descomposición con anterioridad en el rumen-retículo. El intestino grueso es el segundo sitio de fermentación y es donde son absorbidos el agua y los productos finales durante el pasaje del alimento. Los restos sin digerir o digeridos pero sin absorberse excretan entonces a través del recto como excrementos.

Figura 4. Órganos digestivos del vacuno, tamaño y posición aproximada de los grandes órganos digestivos del vacuno



Fuente: www.infocarne.com/bovino/digestion_vaca.asp

6.6.Marco conceptual

Canal: El cuerpo de un animal después de sacrificado, degollado, deshuellado, eviscerado quedando sólo la estructura ósea y la carne adherida a la misma sin extremidades.

Carne: Es la parte muscular y tejidos blandos que rodean al esqueleto de los animales de las diferentes especies, incluyendo su cobertura de grasa, tendones,

vasos, nervios, aponeurosis y que ha sido declarada inocua y apta para el consumo humano.

Autoridad competente: Son las autoridades oficiales designadas por la ley para efectuar el control del Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control en los predios de producción primaria, el transporte de animales en pie, las plantas de beneficio, de desposte o desprese, de derivados cárnicos, el transporte, el almacenamiento y el expendio de carne, productos cárnicos comestibles y los derivados cárnicos destinados para el consumo humano, de acuerdo con la asignación de competencias y responsabilidades de ley.

Contaminante: Agente biológico, químico o físico que no se haya agregado intencionalmente al alimento, que pueda poner en peligro la inocuidad y su aptitud para el consumo.

Corral de sacrificio: Es el corral que tiene por objeto mantener los animales previo a su sacrificio.

Establecimiento: Lugar donde personas naturales o jurídicas desarrollan una o algunas de las siguientes actividades: beneficio, desposte, desprese, procesamiento de derivados cárnicos, almacenamiento, empaque y venta de carne, productos cárnicos comestibles y derivados cárnicos destinados para el consumo humano

Faenado: Procedimiento de separación progresiva del cuerpo de un animal en canal y otras partes comestibles y no comestibles.

6.7 Marco Legal

El marco normativo aplicable para los mataderos municipales esta compuesto por una legislación que compone su regulación y funcionamiento con el fin de garantizar el suministro higiénico de carne para el consumo humano así como la relacionada con el establecimiento de parámetros de calidad del agua residual para su vertimiento de tal forma que se evite el deterioro del medio receptor

Constitución política de Colombia de 1991. Se mencionan los principios fundamentales puntualizados en el capítulo III de los Derechos Colectivos y del medio ambiente.

ARTICULO 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

ARTICULO 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

ARTICULO 366. El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable.

En el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y la protección al medio ambiente hace referencia a este estudio los artículos:

PARTE II

DE LA ATMÓSFERA Y EL ESPACIO AÉREO

Artículo 73°.- Corresponde al Gobierno mantener la atmósfera en condiciones que no causen molestias o daños, o interfieran el desarrollo normal de la vida humana, animal o vegetal y de los recursos naturales renovables.

TÍTULO III

DE LOS RESIDUOS, BASURAS, DESECHOS Y DESPERDICIOS

Artículo 34°.- En el manejo de residuos, basuras, desechos y desperdicios, se observarán las siguientes reglas:

a.- Se utilizarán los mejores métodos, de acuerdo con los avances de la ciencia y la tecnología, para la recolección, tratamiento, procesamiento o disposición final de residuos, basuras, desperdicios y, en general, de desechos de cualquier clase.

b.- La investigación científica y técnica se fomentará para:

1.- Desarrollar los métodos más adecuados para la defensa del ambiente, del hombre y de los demás seres vivos;

2.- Reintegrar al proceso natural y económico los desperdicios sólidos, líquidos y gaseosos, provenientes de industrias, actividades domésticas o de núcleos humanos en general;

3.- Sustituir la producción o importación de productos de difícil eliminación o reincorporación al proceso productivo;

4.- Perfeccionar y desarrollar nuevos métodos para el tratamiento, recolección, depósito, y disposición final de los residuos sólidos, líquidos o gaseosos no susceptibles de nueva utilización.

c.- Se señalarán medios adecuados para eliminar y controlar los focos productores del mal olor.

6.4.2 Decreto 1594/1984 del Ministerio de por el cual se reglamenta parcialmente el título 1 de la ley 9 de 1979.

Ministerio de la Protección Social decreto 1500 de 2007 (mayo 4)

Por el cual se establece el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos Destinados para el Consumo Humano y los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación

7. HIPOTESIS

La lombriz roja californiana tendrá un mejor comportamiento cuando el contenido ruminal pierda una proporción significativa de humedad y por ende el pH tiende a disminuir convirtiéndose a un rango asimilable para la supervivencia de la lombriz roja californiana (*Esenia foetida*) generando así una mejor producción y calidad de humus.

8. DISEÑO METODOLOGICO

La presente investigación contemplo la construcción mínima de instalaciones artesanales donde se desarrollo el proyecto para la producción del lombricompost a partir del contenido ruminal que se produce en FRIGOMAYO, donde se realizaron las siguientes actividades:

8.1. Preparación del sitio

Se acondiciono un sitio 30 M2, con un piso en cemento y techo en zinc donde se construyo 6 lechos en madera con las siguientes medidas, de 2.0 mt de largo por 1.0 mt de ancho por 0.3 mt de alto. Se construyo una caja de oreo de 1.0 mt de largo, 1.0 mt de ancho por 0.3 mt de alto dejando un desnivel, de tal manera que los lixiviados se escurran por gravedad, con una pendiente de 20%

Foto 6. Camas artesanales de compostaje para la transformación del contenido ruminal, por la actividad de la lombriz roja. Apreciamos el sustrato y las respectivas replicas del tratamiento involucrados en la investigación.



Fuente: Estudiantes Investigadores

8.1.1 Diseño experimental

El diseño experimental para esta investigación fue el de Bloques al Azar o bloques completamente randomizados con 3 Tratamientos (T1, T2, T3) y cada uno con 3 replicas. No se aplicó la prueba de Duncan por que no se encontró diferencias estadísticas altamente significativas, entre los tratamientos, pero para mayor seguridad se aplicó las pruebas de significancia.

Cuadro 8. Grafico del diseño experimental. Donde se aprecian las condiciones de los tratamientos que se evaluarán en el diseño experimental de bloques al azar.

TESTIGO (T ₀)	TRATAMIENTO (T ₁)	TRATAMIENTO (T ₂)	TRATAMIENTO (T ₃)
Sin la actividad de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>)	Con 8 días de oreo mas sustrato de contenido ruminal y lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>)	Con 12 días de oreo mas sustrato de contenido ruminal y lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>)	Con 15 días de oreo mas sustrato de contenido ruminal y lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>)

Fuente: Esta investigación

Cuadro 9. Grafico de la estructura del ensayo con sus respectivos tratamientos y repeticiones.

R ₂ T ₀	R ₃ T ₁	R ₂ T ₃	R ₁ T ₂
R ₁ T ₁	R ₂ T ₂	R ₂ T ₁	R ₃ T ₃
R ₃ T ₂	R ₁ T ₃	R ₃ T ₀	R ₁ T ₀

Fuente: Esta investigación

8.1.2 Obtención y Manejo De Sustrato

El sustrato se recolectó en horas de la tarde, entre una (1) y tres (3) p.m. que es la hora programada para el sacrificio de los animales, posteriormente era llevado a un tanque de escurrimiento donde el contenido ruminal permanecía un día,

posteriormente pasaba al área de oreo por un periodo de ocho (8) días, doce (12) días, y quince (15) días.

Foto 7. Lombriz roja mas sustrato. R₃ T₁ al final del ensayo donde se aprecia la producción de humus.



Fuente: Estudiantes investigadores

8.1.3. Obtención de la Semilla

La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) se la adquirió a la Fundación Opción Putumayo, ubicada en el municipio Sibundoy, Departamento del Putumayo.

8.1.4. Alimentación

Se suministro una cantidad equivalente al peso de la lombriz, según estudio realizado en MACAGUAL REGIONAL DIEZ 1998.

En cada tratamiento y replica se sembraron 200 lombrices con un peso promedio de 125 gramos, para un total de 2400 lombrices y un peso promedio de 1.125 gramos.

En todo el proceso se le suministro 250 gr. diarios por cada tratamiento y por cada replica. Para un total de 17.500 gramos por tratamiento y por replica. El primer tratamiento se inicio el día 17 de Julio El segundo tratamiento se inicio 27 de Julio y el tercer Tratamiento se inicio el 24 de Julio.

8.1.5. Producción de humus

Al terminar la investigación (70 días), se hizo la recolección de humus transformado por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) pero debido a que el peso de cada replica era muy bajo optamos por unir las tres replicas de cada tratamientos para obtener un peso significativo, quedando de la siguiente manera: 1 tratamiento 748gr. En el 2 tratamiento 775gr. y en el tercer tratamiento 790gr. Con los datos obtenidos de la recolección de humus por cada tratamiento se aplico la estadística de Bloques al azar o completamente randomizados para conocer cual fue el tratamiento que tuvo mayor capacidad de transformación.

8.1.6. Calidad de humus

Se muestreo cada tratamiento, debido a que el humus producido por las lombrices fue poco tomamos la decisión de unir las replicas por tratamiento para obtener un peso de 750gr. Previa rotulación especificando el tipo de tratamiento, los días de oreo, el tipo de sustrato y su peso, se envalo al día siguiente y se envió a la Universidad de Nariño (Laboratorios de Bromatología) para su respectivo análisis.

8.2. TIPO DE INVESTIGACION

8.2.1. Tipo: Exploratoria

8.2.2 Línea de Investigación: Prevención y control de la contaminación ambiental.

8.2.3 Sublínea de Investigación: Contaminación ambiental que incide en la calidad de vida de asentamientos rurales y urbanos.

8.3 UNIVERSO

Este representado por la cantidad de contenido ruminal que se produce en el sacrificio de ganado en el Frigomayo promedio diario de 14 vacas con un peso entre 250kg. y 400 kg. El total de rumen producido diariamente es de 420 Kg., del cual el 50%, es almacenado en una caseta acondicionada para este fin y el otro 50% es vertido por el lavado a la quebrada

8.4 MUESTRA

La cantidad de contenido ruminal que se utilizaba diariamente para la presente investigación era de 10 Kg. los cuales eran colocados en un recipiente para su respectivo secado y posteriormente era el sustrato que servía para alimentar las lombrices

8.5 FUENTES Y TÉCNICAS PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para la presente investigación se diseñó una tabla en la cual se tomaban datos del suministro del contenido ruminal a los diferentes tratamientos, recolección del rumen y secado del mismo este proceso se realizó diariamente (anexo 4)

9. RESULTADO DE INVESTIGACION

De acuerdo a los objetivos planteados en la investigación se obtuvieron los siguientes resultados:

- a) **Con respecto a producción:** Aplicamos la estadística de Bloques al Azar o Bloques completamente randomizados para determinar la producción de lombricompost. No se tuvo en cuenta el To debido a que no se obtuvieron datos por inconvenientes naturales se trabajó el análisis estadístico con los otros tres tratamientos. El análisis nos dio los siguientes resultados:

Cuadro 10. Bloques al azar

F de V.	GL.	SC.	CM.	F Cal
Bloques	N° Bloques-1	$\sum(\sum BQ^2/NTrata) - Fcr$	SC.B/GL.B	CMB/01E
Tratamiento	Trata-1	$\sum(\sum Ti^2/replica) - Fcr$	SC.Trata/GL.Trata	CMTR/01E
Error	Gl. Total - (GL.BQ+ GL. Trat)	SC.Total- (SC.BQ + SC Trata)	SC. Error/GL. Error	
Total	V. EX - 1	$\sum V E^2 - FC$		

Cuadro 11. Cuadro ordenado por tratamiento y repeticiones.

	T1	T2	T3	Sumatoria
I	238	275	270	783
II	240	260	250	750
III	270	240	270	780
Σ	748	775	790	
X	249,33	258,33	263,33	

Tratamientos

GT= 2313

$$Fcr = GT^2 / N.U.E. = \frac{2313^2}{9} = 594.441$$

Ho = T1= T2 = T3

Hi = T1= T2 = T3

Cuadro 12. Andeva

F de V	GL	SC	CM.	FC.	FT
Bloques	2	222	111	0,34	6,94
Tratamientos	2	302	151	0,46	6,94
Error	4	1304	326		
Total	8	1828			

Bloque

$$SC \text{ BLOQUE} = Z (\sum BQ^2) - FC.$$

$$SC \text{ BLOQUE} = \frac{783^2 + 750^2 + 780^2}{3} - 594441 = 222$$

$$SC \text{ TRATA} = \sum_r (\frac{\sum T_i^2}{r}) - fc.$$

$$SC \text{ TRATA} = \frac{748^2 + 775^2 + 790^2}{3} - 594.441 = 302$$

$$SC \text{ TOTAL} = \sum UE^2 - FC$$

$$SC \text{ TOTAL} = (238^2 + 240^2 + 270^2 + 275^2 + 260^2 + 240^2 + 270^2 + 250^2 + 270^2 - 594441)$$

$$SC \text{ TOTAL} = 526269 - 594.441 = 1828$$

$$SC \text{ ERROR} = SC \text{ TOTAL} - (SC \text{ BLOQUE} + SC \text{ TRATA.})$$

$$SC \text{ ERROR} = 1828 - (222 + 302) = 1304$$

$$CM \text{ BLOQUE} = \frac{SC \text{ BLOQUE}}{GL \text{ BLOQUE}} = \frac{222}{2} = 111$$

$$SM \text{ TRATA} = \frac{SC \text{ TRATA}}{GL \text{ TRATA}} = \frac{302}{2} = 151$$

$$CM \text{ ERROR} = \frac{SC \text{ ERROR}}{GL \text{ ERROR}} = \frac{1304}{4} = 326$$

$$F. \text{ CALCULADO} = \frac{CM \text{ BLOQUE}}{CM \text{ ERROR}} = \frac{111}{326} = 0,34$$

$$F. \text{ CALCULADO} = \frac{CM \text{ TRATA}}{CM \text{ ERROR}} = \frac{151}{326} = 0,46$$

Ft = GL TRATA

3	
6,59	95%
16,7	99%
4	

SI FC ☐ FT Ho

SI FC ☐ FT Hi

0,46 ☐ 6,59 Ho { _ T1 = _ T2 = _ T3

De acuerdo al análisis estadístico podemos concluir que en los diferentes tratamientos no hay diferencia significativa, debido a esto no se aplica la prueba de Duncan ni la de Tukey.

Pero para mayor confiabilidad aplicamos la prueba de significancia donde nos arroja lo siguiente

PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA TUKEY

$$Q = q * \frac{CM\ ERROR}{REPLICAS}$$

Q= comparador
q= valor tabla

Valor calculado

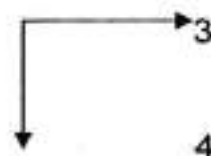
Se ordenan los tratamientos (X) en forma ascendente o descendente.

VALOR CALCULADO

	T1 249,33	T2 258,33	T3 263,33
T3 263,33	14	5	—
T2 258,33	9	—	
T1 249,33	—		

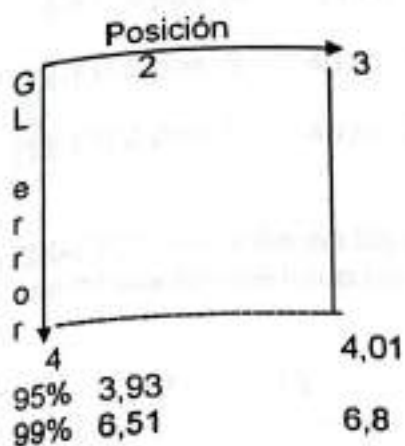
VC □ UT (95%) * SIGNIFICATIVO
VC □ UT (99%) *ALTAMENTE SIGNIFICATIVO
VC □ UT NO SIGNIFICATIVO

$$Q = q * \frac{CM\ ERROR}{REPLICAS}$$



DUNKAN (SE BASA EN POSICIONES)

3 Espacios { T1 } 2 Espacios
 { T2 }
 { T3 } 2 Espacios



	T1 249,33	T2 258,33	T3 263,33
T3 2633,33	NS 14	N 5	—
T2 258,33	NS 9		
T1 249,33	—		

$$Q = q \cdot \frac{CME}{r}$$

$$Q_{2pos\ 3,93} = \frac{326}{3} = 40,97$$

$$Q3 \text{ pos } 4,01 \frac{326}{3} = 41,80$$

VC □ UT *(95%)

VC □ UT NS

(T3-T1) 3 pos 14 □ 41,80 NS

(T2-T1) 2 pos 9 □ 40,97 NS

(T2-T3) 2 pos 5 □ 40,97 NS

GRAFICA: Se ordenan los promedios de mayor a menor o de menor a mayor se une mediante una línea no significativa

T1	T2	T3

- b) Determinación de calidad: Para la determinación de la calidad del humus producido en la presente investigación, se envió una muestra a la Universidad de Nariño (Laboratorios de Bromatología). en la cual se rotulo cada empaque donde se envió el resultado de la transformación de las lombrices (humus) especificando los tipos de tratamientos, los días de oreo, el peso (debido que el humus producido por las lombrices fue poco tomamos la iniciativa de unir las replicas para obtener un peso significativo para el análisis) donde se obtuvo los siguientes resultados: (ver Anexos)

10. ANALISIS DE RESULTADOS

En cuanto a la producción de humus a partir de contenido ruminal con diferentes niveles de oreo y acuerdo al análisis estadístico podemos concluir que en los diferentes tratamientos no hubo diferencia significativa, debido a esto no se aplicó la prueba de Duncan ni la de Tukey ya que los rangos no llegan a 95%. De acuerdo a los resultados de producción obtenidos en cada uno de los tratamientos se deduce que el Tratamiento (3) fue el que mayor producción tuvo al final con un promedio de 263.33 grs. durante los 70 días de investigación frente a 258.33 grs. en Tratamiento (2) y 249.33 grs. el Tratamiento (1). El tratamiento testigo (T_0) por calamidad natural no se evaluó ya que generó pérdidas de sustrato en más del 70%.

En cuanto al comportamiento de las lombrices, durante los 70 días, podemos decir que hubo una mayor producción al final en el Tratamiento (3) con un promedio de 276 lombrices mientras que el Tratamiento (2) tuvo un promedio de 282 y el Tratamiento (1) tuvo un promedio de 214 lombrices, destacando que se inició con un promedio por tratamiento de 200 lombrices.

En cuanto a calidad del humus y de acuerdo al cuadro 5 podemos afirmar que el tratamiento (2) es el de mejor comportamiento frente a los otros tratamientos donde se destacan algunos elementos como el Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Carbono, que son elementos de gran importancia para mejorar los suelos, lo cual puede ser una alternativa para trabajar a un nivel más tecnificado y también se contribuirá a minimizar los impactos ambientales que se están generando en el área de Frigomayo.

Por otra parte si miramos la relación C/N es baja con respecto al carbono y alta con respecto al nitrógeno ya que la literatura recomienda que debe ser 20:1 y los resultados de los análisis nos arrojaron 20:2 y con respecto al Ca/Mg la relación fue de 2:1. Estos elementos son importantes para el suelo porque en el momento en que se elija suplementar un abono orgánico la fórmula que se obtuvo se tiene que considerar frente a estos dos aspectos la relación C/N y Ca/Mg.

Cuadro 13. Comparación de análisis bromatológico

ANÁLISIS	METODOLOGÍA	UNIDAD	T1	T2	T3
Humedad		%	18,51	12,15	16,80
Materia seca	Secado estufa	%	81,49	87,85	83,20
Ceniza	Incineración mufla	%	25,71	27,90	26,55
Carbono	Oxidación húmeda, EAA	%	20,89	24,30	20,94
Nitrógeno	Kjeldahl	%	2,62	2,84	2,68
Relación C/ N			7,98	8,57	7,80
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	%	0,59	0,72	0,68
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	%	0,68	0,73	0,65
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	Mg/Kg	0,14	0,16	0,15
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	Mg/Kg	1,12	1,24	1,11
Azufre	Oxidación húmeda, Turbidimetría	Mg/Kg	0,29	0,32	0,33
Cobre	Oxidación húmeda, EAA	Mg/Kg	14	76	16
Manganeso	Oxidación húmeda, EAA	Mg/Kg	552	609	576
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	Mg/Kg	91	107	121
Hierro	Oxidación húmeda, EAA	Mg/Kg	0,27	0,29	0,32
Ph	NTC 5167 Potenciométrico		6,4	6,0	5,9

Fuente: Laboratorio Universidad de Nariño

ELEMENTOS PRIMARIOS

Nitrógeno.....	3.23
Fósforo.....	0.83
Potasio.....	1.41
Carbono.....	27.66
Relación entre Carbono y Nitrógeno.....	8.57

ELEMENTOS SECUNDARIOS

Calcio.....	0.82
-------------	------

ELEMENTOS TERCIARIOS

Manganeso.....	6.93
Cobre.....	87

11. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados el mejor comportamiento lo obtuvo el Tratamiento (3) en cuanto a producción de humus con quince días de oreo. Pero no se puede desechar los Tratamientos (1) y (2), ya que las diferencias estadísticas no fueron altamente significativas.
- El tratamiento (2) fue el que mejor comportamiento tuvo en cuanto a la calidad en relación algunos elementos primarios como el N, P y C frente a los otros tratamientos.
- Este tipo de alternativas de producción de humos utilizando contenido ruminal puede ayudar a minimizar los impactos ambientales que se están generando en el Frigomayo y en sus alrededores, si lo hacemos en una forma más tecnificada y a una escala más comercial.
- la parcela testigo (T_0), no se tomo en cuenta para el diseño experimental, debido a fenómenos naturales como la lluvia y el viento, del cual 2 replicas quedaron descubiertas sin techo y esto hizo que se llenaran de agua por lo cual no se obtuvo ningún resultado y debido a esto se continuo la investigación con los otros tres tratamientos (T_1 , T_2 , T_3).
- La relación de los elementos C/N y Ca/Mg son importantes para el suelo porque en el momento en que yo elija suplementar un abono orgánico la formula que se obtuvo se tiene que considerar frente a estos elementos.
- La lombriz roja californiana tiene un mejor comportamiento cuando el contenido ruminal pierde una proporción significativa de humedad ya que por lixiviación y oreo el pH tiende a disminuir lo que permite la supervivencia de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) generando así una mejor producción y calidad de humus.
- El contenido ruminal se constituye en una fuente económica, de alta disponibilidad y fácil manejo para la producción de humus a través de la

lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), residuo que puede ser utilizado para el mejoramiento de nuestros suelos.

- El tamaño del diseño para este ensayo "Evaluación del contenido ruminal en tres niveles de oreo generado en el frigorífico del putumayo s.a. del municipio californiana (*Eisenia foetida*)" con bloques al azar fue muy pequeño, por este motivo los resultados obtenidos no generaron diferencias estadísticas significativas.

12. RECOMENDACIONES

- De acuerdo con los resultados de la investigación, se sugiere se realice un estudio de mercado para la creación de una pequeña empresa que maneje a una escala más comercial la producción de humus utilizando el contenido ruminal que se produce en el Frigomayo, con lombriz californiana (*Eisenia foetida*), teniendo en cuenta que el volumen de contenido ruminal promedio anual esta cerca de 262.08 Ton/año, y se puede incrementar mas debido al aumento acelerado de la población en el municipio de Mocoa.
- Realizar estudios microbiológicos, que nos permitan conocer que tipo de microorganismos están presentes inicialmente, que microorganismos se adaptan al nuevo ambiente y cuales colonizan finalmente en el proceso de descomposición del contenido ruminal.
- Se hace necesario realizar más investigaciones incluido un estudio de impacto frente al tema de manejo de los productos y subproductos en el Frigomayo.
- Es necesario que se establezcan puntos de aforo, estudios litnológicos, e indicadores de contaminación en la quebrada Anamú.

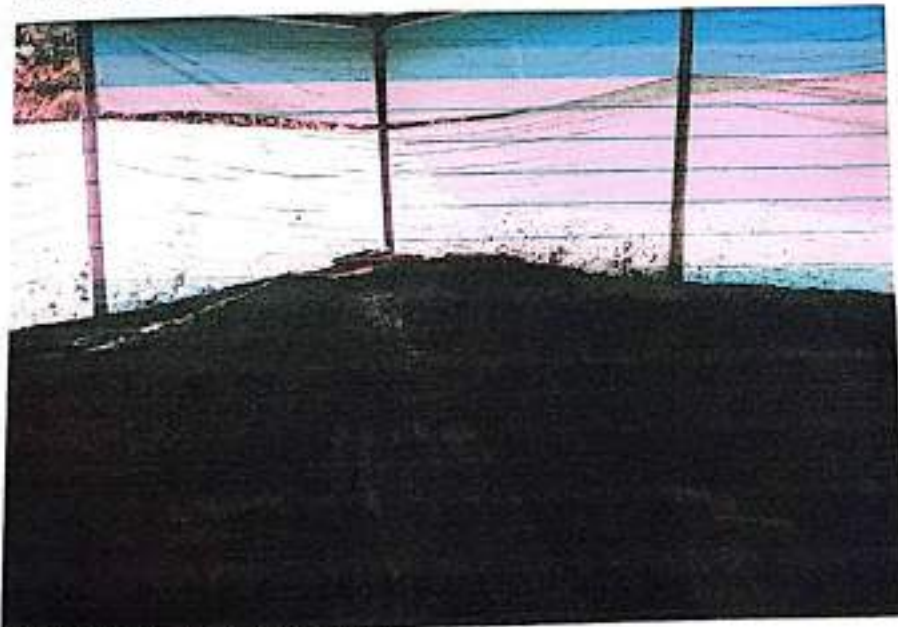
ANEXOS

Anexo 1. Caseta de almacenamiento del contenido ruminal y estiércol, Instalación donde se realizó el trabajo de investigación.



Fuente: Estudiantes Investigadores

Anexo 2. Sitio de disposición de estiércol y rumen. contenido ruminal y bovinaza, donde se advierte el mal manejo de este subproducto ya que es mezclado desprevénidamente con los estiércoles.

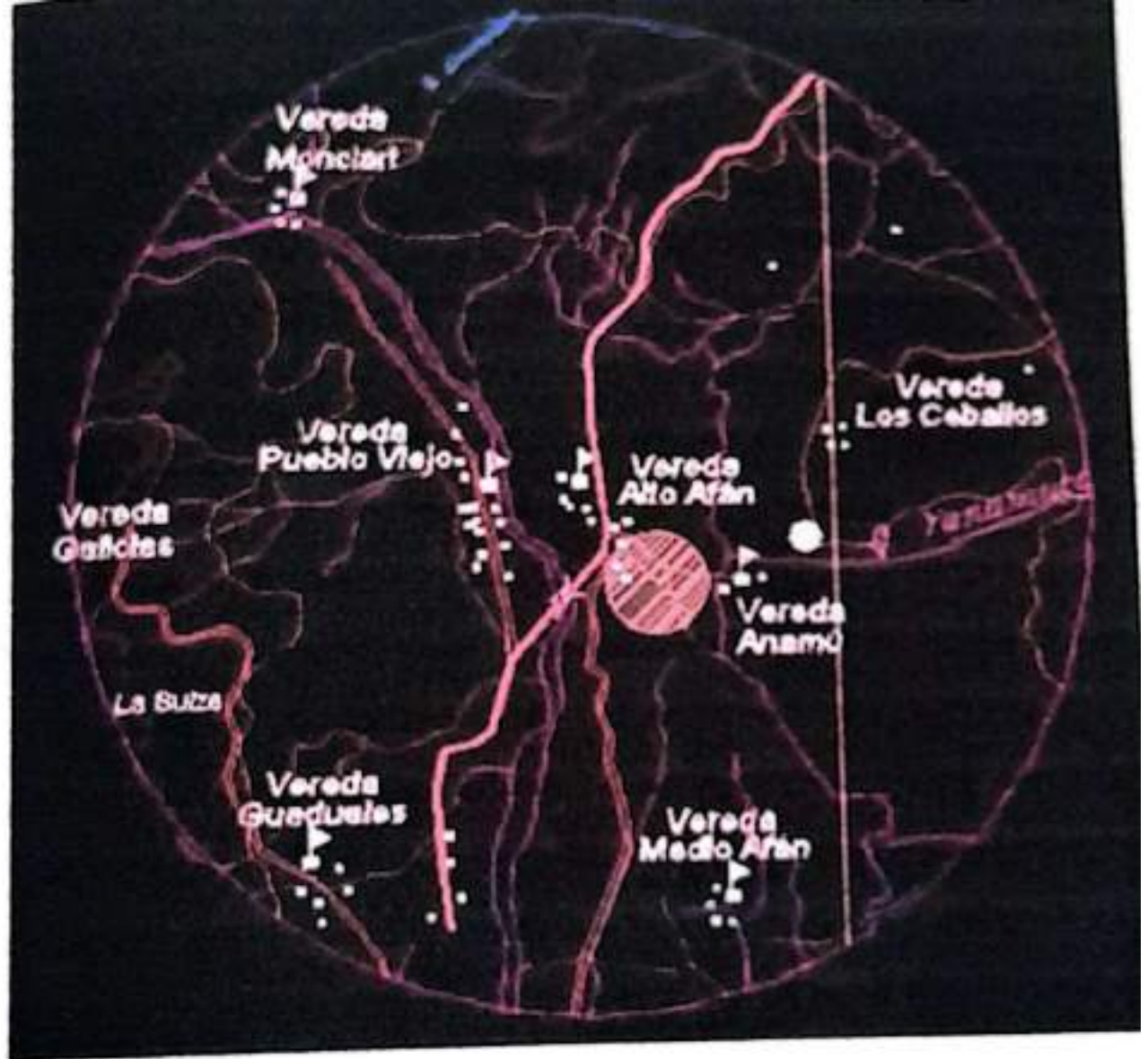


Fuente: Estudiantes Investigadores

involucrados en la investigación.



Fuente: Estudiantes Investigadores



Fuente: Frigomayo

Anexo 5. Recolección de información, tabla de datos recolectados en todo el proceso de la investigación

		Fecha Inicio	# Lombriz Inicio	Alimento por día	Terminación	# Lombriz Final	Cantidad de humus	Peso de Lombriz final	Peso Lombriz Inicio
T1									
8	R1	9 de julio	200	250g	17 de septiembre	126	238 g.	50 g.	31 g.
D I A S	R2	9 de julio	200	250g	17 de septiembre	280	240 g.	65g.	34 g.
	R3	9 de julio	200	250g	17 de septiembre	303	270 g.	72 g.	37 g.
T2									
12	R1	21 de julio	200	250g	21 de septiembre	257	275 g.	81 g.	40 g.
D I A S	R2	21 de julio	200	250g	21 de septiembre	295	260 g.	64 g.	32 g.
	R3	21 de julio	200	250g	21 de septiembre	240	240 g.	77 g.	39 g.
T3									
15	R1	24 de julio	200	250g	24 de septiembre	258	270 g.	76 g.	38 g.
D I A S	R2	24 de julio	200	250g	24 de septiembre	272	250 g.	83 g.	41 g.
	R3	24 de julio	200	250g	24 de septiembre	284	270 g.	78 g.	39 g.



Fecha recepción: DD 13 MM 11 AA 08	Fecha reporte: DD 28 MM 11 AA 08
Muestra: Abono Orgánico. T3 15 días fermentación	Código: 6598
Procedencia: Mocca	Código:
Análisis: pH, Humedad, Carbono orgánico, Minerales	
Solicitante: Instituto Tecnológico del Putumayo	

ANÁLISIS	METODOLOGÍA	UNIDAD	6598 Abono orgánico T3			
			B.H.	B.S.		
Humedad		%	16,80			
Materia seca	Secado estufa	%	83,20			
Ceniza	Incineración mufla	%	26,55	31,92		
Carbono	Oxidación húmeda, EAA	%	20,94	25,17		
Nitrogeno	Kjeldahl	%	2,68	3,23		
Protección C/ N			7,80	7,80		
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	%	0,68	0,82		
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	%	0,65	0,79		
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	mg/Kg	0,15	0,19		
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	mg/Kg	1,11	1,33		
Azúfre	Oxidación húmeda, Turbidimetría	mg/Kg	0,33	0,39		
Cobre	Oxidación húmeda, EAA	mg/Kg	16	19		
Manganeso	Oxidación húmeda, EAA	mg/Kg	576	692		
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	mg/Kg	121	145		
Hierro	Oxidación húmeda, EAA	mg/Kg	0,32	0,38		
C/C	NTC 5167	cmol (+)/Kg				
CRA	NTC 5167	%				
RIA	NTC 5167	%				
Densidad aparente	NTC 5167 Probeta graduada	g/cm3				
Densidad real	Picnómetro	g/cm3				
pH	NTC 5167 Potenciométrico		5,9			
Conductividad	NTC 5167 Conductimétrico	dS/m				

Gloria Sandra Espinosa Narváez
Téc. Quím. Lab. Bromatología

San Juan de Pasto - Ciudad Universitaria Torobajo - tel 7311449 ext 222, 256

Fecha recepción: DD 13 MM 11 AA 08	Fecha reporte: DD 28 MM 11 AA 08
Muestra: Abono Orgánico. T3 15 días fermentación	Código: 6598
Muestra:	Código:
Procedencia: Mocoa	
Procedencia:	
Análisis: pH, Humedad, Carbono orgánico, Minerales	
Solicitante: Instituto Tecnológico del Putumayo	

ANÁLISIS	METODOLOGÍA	UNIDAD	6598 Abono orgánico T3			
			B.H.	B.S.		
Humedad		%	16,80			
Materia seca	Secado estufa	%	83,20			
Ceniza	Incineración mufla	%	26,55	31,92		
Carbono	Oxidación húmeda, EAA	%	20,94	25,17		
Nitrógeno	Kjeldahl	%	2,68	3,23		
Relación C/ N			7,80	7,80		
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	%	0,68	0,82		
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	%	0,65	0,79		
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	mg/Kg	0,15	0,19		
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	mg/Kg	1,11	1,33		
Azufre	Oxidación húmeda, Turbidimetría	mg/Kg	0,33	0,39		
Cobre	Oxidación húmeda, EAA	mg/Kg	16	19		
Manganeso	Oxidación húmeda, EAA	mg/Kg	576	692		
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	mg/Kg	121	145		
Hierro	Oxidación húmeda, EAA	mg/Kg	0,32	0,38		
CC	NTC 5167	cmol (+)/Kg				
CRA	NTC 5167	%				
RA	NTC 5167	%				
Densidad aparente	NTC 5167 Probeta graduada	g/cm3				
Densidad real	Picnómetro	g/cm3				
pH	NTC 5167 Potenciométrico		5,9			
Conductividad	NTC 5167 Conductimétrico	dS/m				

Gloria Sandra Espinosa Narváez
Tec. Quím. Lab. Bromatología

BIBLIOGRAFIA

- ❖ Mocoa su historia y desarrollo – Julio mesias mora acosta – CAMARA DE REPRESENTANTES CONGRESO NACIONAL DE COLOMBIA- santafe de bogota, D.C. 1997
- ❖ Constitución política de Colombia 1991
- ❖ Mataderos que matan Agroindustrias.org
- ❖ Código Nacional De Recursos Naturales Y de Protección al Medio Ambiente
- ❖ Ley 99/93
- ❖ PBOT Mocoa – Putumayo
- ❖ Corredor, C.G.1985.La lombriz de tierra: Técnicas de cultivo y aplicaciones en la alimentación animal. Rev. Vet. & zoot. Cds. Vol. 4 No. 1. P23-27.
- ❖ Dávila A; M.T; Ramírez G; C.A. 1996.Lombricultura en pulpa de café. Federación Nacional de cafeteros de Colombia. Avances técnicos Cenicafé. No. 225. Chinchinó, Caldas, Colombia 11p.

- ❖ López G; Maya T; F.A. 1991. Evaluación productiva y reproductiva de la lombriz de tierra (*Eisenia foetida*) en sustrato de gallinaza, bovinaza y basura. Instituto Colombiano Agropecuario.
- ❖ Quiceno A; J. 1995. Producción de humus y lombriz. Corporación colombiana de investigación Agropecuaria/Fondo de desarrollo rural integrado. Manizales. Colombia 25p.
- ❖ López G; A; Santos V; E. 1992. Evaluación de diferentes sustratos, con y sin tratamiento solar en la producción de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). Instituto agropecuario Palmira.
- ❖ López G; A; Santos V; E. 1992. Evaluación de diferentes sustratos, con y sin tratamiento solar en la producción de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). Instituto agropecuario Palmira. Datos sin publicar.
- ❖ Quieno A.J. 1995 producción de humus y lombriz. Corporación Colombiana de investigación Agropecuaria/fondo de desarrollo Rural Integrado, Manizales, Palmira. Datos.
- ❖ JAIME ANDRÉS TERAN GUEVARA – Trabajo de grado 2005 "implementación de alternativas para el manejo adecuado de las actividades sanitarias – ambientales, y capacitación técnica a operarios del matadero del municipio de san francisco, departamento del putumayo"