

**EVALUACIÓN DE LIXIVIADO DE LOMBRICOMPUESTO COMO
FERTILIZANTE SOBRE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y EL CRECIMIENTO
DEL PASTO MIEL (*Setaria sphacelata*) EN LA FINCA EL VERGEL, MUNICIPIO
DE SAN FRANCISCO, DEPARTAMENTO DE PUTUMAYO**

**JONATHAN NAVARRO GUERRERO
HAROL ALVEIRO MUESES JOJOA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO
2015**

**EVALUACIÓN DE LIXIVIADO DE LOMBRICOMPUESTO COMO
FERTILIZANTE SOBRE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y EL CRECIMIENTO
DEL PASTO MIEL (*Setaria sphacelata*) EN LA FINCA EL VERGEL, MUNICIPIO
DE SAN FRANCISCO, DEPARTAMENTO DE PUTUMAYO**

**JONATHAN NAVARRO GUERRERO
HAROL ALVEIRO MUESES JOJOA**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial en diplomado en
Agroecología para optar al título de Zootecnista**

**Asesor
PABLO FRANKLIN AGUIRRE TUTALCHA
M.V. MSc.**

**Coordinador de diplomado
ARTURO LEONEL GÁLVEZ CERÓN
Zoot. M.Sc. Ph.D**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO
2015**

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado, son responsabilidad exclusiva de su autor”

Artículo 1° del acuerdo N° 324 de octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

Pablo Franklin Aguirre Tatalcha
M.V. M.Sc.

Arturo Leonel Gálvez Cerón
Zoot. M.Sc. Ph.D

Gonzalo Cardona Martínez
M.V.Z. M.Sc.

San Juan de Pasto, Febrero de 2015

DEDICATORIA

En primer lugar agradezco a Dios por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por haberme permitido llegar a este punto tan anhelado en mi vida, otorgándome la fuerza y salud necesarias para lograr mis objetivos, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía.

A mis padres, Jairo y Clemencia, con todo mi cariño y amor por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, haciendo todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba. Por todas las enseñanzas y ejemplos que hacen hoy de mí, un profesional. A ustedes por siempre, mis más inmensos agradecimientos. Los amo.

A mi hermano, Fabián, que con su esfuerzo me ha enseñado a salir adelante. Gracias por tu paciencia, por preocuparte por tu hermano mayor, gracias por compartir parte de tu tiempo, pero sobre todo, por estar ahí en otro momento importante de mi vida.

A tí abuelita Oneida, siempre te he visto como una madre, gracias a tu sabiduría infundiste en mí la madurez para lograr las metas planteadas, es para tí, esté estudio en agradecimiento por todo tu amor.

Al amor de mi vida, Jenny, por tu apoyo, paciencia y comprensión, has sacrificado parte de tu tiempo para que yo pudiera cumplir mis objetivos. Con tu bondad, solidaridad y gran amor me inspiraste a ser mejor para tí, gracias por estar siempre a mi lado. Te amo.

A mi hija Laura Camila, por quien cada día tiene sentido, la testigo silenciosa de mis luchas cotidianas en busca de un mejor futuro, a ella, mi esperanza, mi alegría, mi vida y la culminación de esta investigación y lo que representa. Te adoro mi nenita.

Finalmente agradezco a todas aquellas personas que estuvieron prestas a brindarme todo su apoyo, haciendo parte de una u otra manera en la realización de este sueño. Ahora me toca regresar un poquito de lo inmenso que me han otorgado.

Con todo mi cariño, esta investigación se las dedico a ustedes.

JONATHAN NAVARRO GUERRERO

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a los seres queridos que Dios me ha dado en la vida:

A mis padres, Jesús Arcelio Mueses y Bertha Isabel Jojoa, así como a mis hermanos: Nadia e Iván.

Gracias, porque me apoyaron incondicionalmente y me brindaron su confianza en el transcurso de mi carrera y desarrollo personal, y por seguir apoyándome en todo el proceso de mi trabajo y porque sé que me seguirán apoyando en todo momento de mi vida.

HAROL ALVEIRO MUESES JOJOA

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todas las personas que colaboraron en el desarrollo de este trabajo de grado, especialmente a:

PABLO FRANKLIN AGUIRRE TUTALCHA, Médico Veterinario. M.Sc. Asesor Regional Nariño. Plan Fronteras para la Prosperidad.

ARTHURO LEONEL GÁLVEZ CERÓN, Zootecnista. M.Sc. Ph.D. Docente del Programa de Zootecnia de la Universidad de Nariño.

GONZALO CARDONA MARTÍNEZ, Médico Veterinario - Zootecnista. M.Sc. Asistente Técnico Nacional, Colombia. Agrónomos y Veterinarios Sin Fronteras.

Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño.

Los directivos, docentes y personal administrativo de la Universidad de Nariño y de la Minga Agroecológica al Sur y todas aquellas personas que de forma directa o indirecta colaboraron en el proceso y finalización de este trabajo de investigación.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	17
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	20
3. OBJETIVOS.....	21
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	21
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
4. MARCO TEÓRICO.....	22
4.1 IMPORTANCIA DE LOS PASTOS Y FORRAJES.....	22
4.2 CALIDAD DE LOS PASTOS Y FORRAJES.....	22
4.3 FERTILIZACIÓN EN PASTOS.....	24
4.4 PASTO MIEL (<i>Setaria sphacelata</i>).....	25
4.4.1 Origen.....	26
4.4.2 Clasificación Taxonómica.....	26
4.4.3 Adaptación Ecológica.....	27
4.4.4 Calidad del Forraje.....	28
4.4.5 Producción de Forraje.....	28
4.5 ABONOS ORGÁNICOS Y SU IMPORTANCIA AGROECOLÓGICA.....	28
4.5.1 Beneficios en el uso de Abonos Orgánicos.....	31
4.6 LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (<i>Eisenia foetida</i>).....	32
4.7 LOMBRICOMPUESTO.....	34
4.7.1 Lixiviado de Lombricompuesto.....	35
4.7.1.1 Beneficios en el Uso de Lixiviado de Lombricompuesto.....	35
5. METODOLOGÍA.....	38
5.1 LOCALIZACIÓN.....	38
5.2 MATERIALES.....	39
5.3 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS.....	39
5.3.1 Establecimiento de Parcelas.....	39

5.3.2 Elaboración de cunas para Lombriz.....	40
5.3.3 Obtención de Lixiviado de Lombricomposto.....	41
5.3.4 Fertilización Foliar y de Suelo.....	41
5.3.5 Medición de Altura y Producción de Biomasa.....	42
5.4 VARIABLES.....	43
5.5 TRATAMIENTOS.....	43
5.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	43
5.7 MODELO ESTADÍSTICO.....	43
6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	45
6.1 CRECIMIENTO (cm) DEL PASTO MIEL.....	45
6.2 PRODUCCIÓN DE BIOMASA (FV) DEL PASTO MIEL.....	48
7. CONCLUSIONES.....	51
8. RECOMENDACIONES.....	52
BIBLIOGRAFÍA.....	53
ANEXOS.....	56

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Calidad nutritiva de los pastos.....	24
Figura 2. Pasto miel (<i>Setaria sphacelata</i>).....	25
Figura 3. Fertilizantes orgánicos y químicos.....	30
Figura 4. Beneficios de la fertilización orgánica.....	31
Figura 5. Lombriz Roja Californiana y humus de lombriz.....	33
Figura 6. Composición del humus de lombriz.....	35
Figura 7. Lixiviado de lombricompuesto.....	37
Figura 8. Mapa del Municipio de San Francisco (Putumayo).....	38
Figura 9. Mapa de la finca El Vergel.....	38
Figura 10. Parcelas de pasto miel.....	40
Figura 11. Cunas para lombriz.....	40
Figura 12. Obtención de lixiviado de lombricompuesto.....	41
Figura 13. Fertilización foliar y de suelo.....	42
Figura 14. Medición de altura y producción de biomasa.....	42

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Clasificación taxonómica del pasto miel.....	27
Tabla 2. Clasificación taxonómica de la lombriz.....	33
Tabla 3. Crecimiento del pasto miel (<i>Setaria sphacelata</i>) según la edad del pasto y el tratamiento.....	45
Tabla 4. Medias para crecimiento del pasto miel (<i>Setaria sphacelata</i>) a los 30 días.....	46
Tabla 5. Medias para crecimiento del pasto miel (<i>Setaria sphacelata</i>) a los 40 días.....	46
Tabla 6. Medias para crecimiento del pasto miel (<i>Setaria sphacelata</i>) a los 60 días.....	47
Tabla 7. Rendimiento de forraje verde/m ² /ha/corte del pasto miel (<i>Setaria sphacelata</i>) según la edad del pasto y tratamiento.....	49
Tabla 8. Medias para producción de biomasa del pasto miel (<i>Setaria sphacelata</i>) a los 60 días de rebrote.....	49

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Análisis Estadístico.....	57
Anexo B. Cronograma de Actividades.....	65

GLOSARIO

BIOMASA: sustancia orgánica renovable que tiene su origen en los animales o bien en los vegetales; de la biomasa se puede extraer energía puesto que los vegetales contribuyen realizando la fotosíntesis, y los animales se comen la planta para alimentarse, pasando energía a su cuerpo.

PASTO MIEL (*Setaria sphacelata*): es una gramínea subtropical originaria de África, crece formando densas matas de macollos y puede alcanzar de 60 a 180 cm de altura. Se cultiva en zonas con precipitaciones superiores a 750 mm, pudiendo soportar períodos de sequía o anegamiento y suelos pobres en nutrientes. Presenta una amplia variación de formas y tipos dando lugar a numerosas descripciones de especies afines. Algunos investigadores han propuesto considerarla como una sola especie mientras que otros han presentado diferentes formas de agrupamiento según especies. Las variedades introducidas y probadas en nuestro ambiente son Nandi, Kazungulu y Narok. Son plantas perennes, cespitosas, rizomatosas o estoloníferas, con hojas glabras muy suaves al tacto que tienen por lo menos 50 cm de largo por 1 cm de ancho.

LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*): lombriz de color rojo oscuro, sus medidas promedian entre 6 y 8 cm de longitud y de 3 a 4 mm de diámetro, alcanzando un peso de 1.4 g en edad adulta, con una longevidad de 16 años de vida en condiciones controladas, con una temperatura adecuada de 14 a 24°C, siendo la ideal de 21°C y protegiéndola de la luz solar ya que es muy sensible a la misma.

ABONO ORGÁNICO: es un fertilizante que proviene de animales, de humanos, de restos vegetales o de alimentos, restos de cultivos, de hongos comestibles u otra fuente orgánica y natural.

ABONOSINORGÁNICOS: son fabricados por medios industriales, como los abonos nitrogenados (hechos a partir de combustibles fósiles y aire) como la urea o los obtenidos de minería, como los fosfatos o el potasio, calcio y zinc.

LOMBRICOMPUESTO: es el producto resultante de la transformación digestiva y metabólica de la materia orgánica, mediante la crianza sistemática de lombrices de tierra, denominada lombricultura, que se utiliza fundamentalmente como mejorador, recuperador o enmienda orgánica de suelos, abono orgánico, inoculante microbiano, enraizador, germinador y sustrato de crecimiento, entre otros usos.

HUMUS DE LOMBRIZ: es un abono orgánico, natural, sin elementos químicos de síntesis, muy rico en macro y micro nutrientes, que es procedente de la preparación de los detritus fito-aprovechables de la lombriz roja, constituye una

perfecta y completa alternativa en la fertilización de los cultivos y en programas de fertilización agroecológica. El humus es un producto soluble en agua y muy fino, cuando se mezcla con la tierra le aporta una textura esponjosa y sus nutrientes se incorporan rápidamente al suelo.

LIXIVIADO DE LOMBRICOMPUESTO: producto líquido que se aprovecha exitosamente del proceso de lombricomposta, son los sobrenadantes que se obtienen como resultado de los riegos que se aplican a las cunas de lombriz.

FERTILIZACIÓN: proceso mediante el cual se incorpora al suelo o a las plantas sustancias nutritivas, en formas químicas y/o orgánicas saludables y asimilables por las raíces o por los estomas, para mantener o incrementar el contenido de estos elementos en el suelo y en las plantas.

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en el Municipio de San Francisco (Putumayo), en la finca El Vergel, propiedad de la Asociación Productora de peces “Asopropez”. El municipio de San Francisco se encuentra ubicado en la parte noroeste del departamento del Putumayo, formado por las estribaciones de la Cordillera Central; concretamente está ubicado entre las coordenadas 1,07 y 1.1 del Meridiano de Greenwich hacia el Occidente, perteneciente a la zona tórrida al norte de la línea ecuatorial. La finca El Vergel se encuentra ubicada a 200 m del municipio de San Francisco y a 4 Km del municipio de Sibundoy, presenta una altitud de 2200 m.s.n.m, una temperatura promedio de 16°C y una precipitación media anual de 2200 mm¹.

El estudio tuvo como objeto, analizar el efecto de un fertilizante orgánico (lixiviado de lombricompuesto), sobre el pasto miel (*Setaria sphacelata*), evaluando variables como el crecimiento (cm) a los 30, 40 y 60 días después del corte inicial y la producción de biomasa (Ton/ha) a los 60 días; de igual manera, a través de observación directa en campo, se estimó el efecto plaguicida que posee este fertilizante sobre algunas plagas. Se plantearon tres tratamientos (T0 = sin fertilización, T1 = 1 L de lixiviado / 19 L de agua y T2 = 2 L de lixiviado / 18 L de agua) y se efectuaron seis aplicaciones con un intervalo de ocho días entre ellas.

A través de un análisis estadístico completamente al azar, y gracias al procedimiento GLM del paquete estadístico SAS 9.1 (2007) y a una prueba de diferencia significativa de Tukey, se determinó que para la variable crecimiento (cm), si existió variabilidad entre tratamientos, siendo T2, el sobresaliente en los tres periodos evaluados. Sin embargo, para la variable producción de biomasa, la variabilidad en cuanto a las medias de los tratamientos, no presento diferencias estadísticas significativas y por tanto no se logró establecer un criterio positivo, para la aplicación del fertilizante orgánico en el tiempo evaluado.

En cuanto a análisis de observación en campo se trata, los resultados fueron positivos, presentándose así, pastos de un color verde más intenso, con mejor textura y posiblemente más succulentos. De igual manera, el efecto insecticida se vio reflejado en la muerte de algunas plagas, caracterizadas principalmente por áfidos (pulgonos), en su gran mayoría. Probablemente esta investigación puede marcar un precedente esperanzador a la hora de producir alimentos de una manera ecológica, reduciendo así, el uso de agrotóxicos y fertilizantes químicos y otorgándole al productor alternativas favorables en la búsqueda del “Buen Vivir”.

¹ GOBERNACIÓN DEL PUTUMAYO: MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO. (actualizado 5 de marzo de 2014). [en línea]. Disponible en: <http://www.putumayo.gov.co/nuestro-departamento/municipios/san-francisco.html>

ABSTRACT

Research was conducted in the municipality of San Francisco (Putumayo), in the farm El Vergel, owned by the producer Association of fish "Asopropez". The Municipality of San Francisco is located in the northwestern part of the Department of Putumayo, formed by the foothills of the Central Mountain range; specifically it is located between the coordinates 1.07 and 1.1 of the Greenwich Meridian westward, belonging to the Torrid Zone north of the Equator. The farm El Vergel is located 200 m from the town of San Francisco and 4 km from the town of Sibundoy, presents an altitude of 2200 m.s.n.m, an average temperature of 16°C and a rainfall annual average of 2200 mm².

Object of the study was to analyze the effect of an organic fertilizer (leaching of earthworms), on honey grass (*Setaria sphacelata*), evaluating variables such as growth (cm) at 30, 40 and 60 days after the initial cut and biomass production (Ton / has) 60 days; in the same way, through direct observation in the field, estimated the pesticide effect possessing this fertilizer on some pests. Raised three treatments (T0 = without fertilization, T1 = 1 L of leachate / 19 L of water and T2 = 2 L of leachate / 18 L of water) and were six applications in the range of eight days between them.

Through statistical analysis completely at random, and thanks to the GLM procedure of the statistical package SAS 9.1 (2007) and a significant difference of Tukey test, it was determined that you for the variable growth (cm), if there was variability between treatments, being T2, outstanding in all three periods evaluated. However, for the variable production of biomass, the variability in terms of the means of treatments, I do not appear significant statistical differences and therefore you can't establish a positive criterion for the application of organic fertilizer in the evaluated time.

In terms of analysis of observation in the field it is, the results were positive, arising well, pastures of a green color more intense, with better texture and possibly more succulent. Similarly, the insecticide effect was reflected in the death of some pests, mainly characterized by aphids, mostly. This research can probably mark a precedent encouraging when it comes to food produced in an ecological manner, thus, reducing the use of chemical pesticides and fertilizers and by giving producer-friendly alternatives in the pursuit of "Good living".

² GOBERNACIÓN DEL PUTUMAYO: MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO. (actualizado 5 de marzo de 2014). [en línea]. Disponible en: <http://www.putumayo.gov.co/nuestro-departamento/municipios/san-francisco.html>

INTRODUCCIÓN

Con el inminente crecimiento de la población a nivel mundial, la demanda de alimentos es cada vez mayor, de ahí que el hombre haya implementado el uso de tecnologías agrícolas modernas, haciendo uso indiscriminado de fertilizantes inorgánicos de origen industrial y enmiendas junto al control de plagas. Paquetes tecnológicos que incluyen agrotóxicos e intensiva mecanización agrícola, caracterizados principalmente por maquinaria pesada, sistemas de riego más eficientes como el riego por goteo, insecticidas, fungicidas, herbicidas, nematocidas, así como fertilizantes químicos para proporcionarle a la planta los elementos nutritivos que demanda en cada una de sus etapas fenológicas, generando problemas de degradación de suelos, afectándose procesos biológicos, los cuales se activan con prácticas agroecológicas.

Es por ello que los productores del sector agropecuario buscan obtener respuestas y mejores maneras de producir. Es ahí donde este tipo de ensayos toman importancia, ya que se busca plantear los fertilizantes de tipo natural y los abonos orgánicos como parte de un programa integrado de buenas prácticas agropecuarias, tendiente a mejorar la producción de cultivos, pastos y producción pecuaria con mejores ingresos para dichos productores. Los abonos orgánicos proveen nutrientes que los cultivos necesitan, se pueden producir pastos, alimentos y cultivos comerciales de mejor calidad. Con estas técnicas se pueden mejorar la baja fertilidad de los suelos que han sido sobre-explotados, siempre en busca de una producción sostenible y que mejore las condiciones de vida de nuestros pueblos, "Buen Vivir".

Las pasturas y forrajes, con su gran capacidad para producir materia seca para el consumo de animales, constituyen uno de los cultivos más importantes, al igual que los cultivos tradicionales en nuestros sistemas alimentarios (maíz, arroz, soya, trigo, cebada, entre otros). Por lo tanto, deben recibir la misma atención y manejo agronómico que éstos, puesto que con ellos se garantizan altos niveles de rendimiento y se avanza en la optimización del uso del suelo y de otros recursos como el agua o la energía solar. Sin embargo, hay que tener en cuenta que todos los pastos tienen diferencias anatómicas, de crecimiento y de comportamiento productivo, dependiendo de la zona geográfica donde se encuentre establecido.

Esto conlleva a realizar ensayos propios de la zona para conocer y manejar más eficientemente el pasto de lo que se está haciendo actualmente. La falta de un buen programa de fertilización limita nuestros sistemas de producción por diversos factores, entre ellos el uso inadecuado de los recursos en los ecosistemas y la baja disponibilidad de alimento al momento de ser ofrecido a los animales en producción, que sumado a factores de manejo y alimentación inadecuados, ayudado por deficiencias en el consumo de agua y problemas de

salud animal, derivan en ineficientes sistemas productivos. Estos interrogantes han despertado el interés por evaluar el crecimiento y producción de biomasa del pasto miel (*Setaria sphacelata*) cuando es fertilizado con técnicas orgánicas como el lixiviado de lombricompuesto en la finca El Vergel, municipio de San Francisco (Putumayo).

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad el tradicional método de producción agropecuaria que se conoce, básicamente de tipo convencional, trae consigo un sinnúmero de problemas ambientales, no sólo a los ecosistemas que de él hacen parte sino a las poblaciones que intervienen en los sistemas de producción, los ahora conocidos agroecosistemas.

En esta perspectiva, los abonos orgánicos se basan fundamentalmente en proporcionar sales minerales, nutrientes y microorganismos a las plantas, de tal manera que promuevan y beneficien la nutrición y el crecimiento de las mismas, jugando un papel fundamental desde el punto de vista de una agricultura sostenible.

El uso de este tipo de técnicas representa una importante alternativa para limitar el uso de abonos químicos, reduciendo su negativo impacto ambiental y económico, y mejorando la productividad de los cultivos, de ahí que la producción de bioinsumos agrícolas haya crecido notoriamente a nivel nacional e internacional.

Así mismo, la utilización de estos abonos ha cobrado importancia y se han obtenido resultados exitosos, su aplicación racional se ha demostrado en diversidad de ensayos de larga duración, el gran efecto que ha tenido en el incremento de los rendimientos de las cosechas, obteniendo a su vez productos con mayor calidad. Su utilización de forma racional contribuye a reducir la erosión, acelerando la cubierta vegetal del suelo y protegiéndolo de los agentes climáticos.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué efecto tiene el lixiviado de lombricompost como fertilizante natural sobre la producción de biomasa y el crecimiento del pasto miel (*Setaria sphacelata*)?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto que tiene el uso de un fertilizante natural (lixiviado de lombricompuesto) sobre la producción de biomasa y el crecimiento del pasto miel (*Setaria sphacelata*), en la finca El Vergel, municipio de San Francisco, departamento de Putumayo.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar la cantidad de biomasa comestible en forraje verde que se produce por hectárea del pasto miel (*Setaria sphacelata*) manejado bajo un tipo de fertilización orgánica.
- Evaluar el efecto del fertilizante orgánico sobre la altura del forraje, realizando mediciones a los 30, 40 y 60 días de corte.
- Observar el efecto del lixiviado de lombricompuesto sobre posibles plagas existentes.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 IMPORTANCIA DE LOS PASTOS Y FORRAJES

Las pasturas y forrajes, con su gran capacidad para producir materia seca (MS) para el consumo de animales de interés zootécnico, constituyen uno de los cultivos agrícolas más importantes y, por ello, necesitan estar inmersos en una búsqueda continua de técnicas que permitan su mejor aprovechamiento.

En Colombia, la mayor parte de la alimentación animal se basa en el uso de pastos y forrajes, lo cual determina que sea necesario tener un buen conocimiento de los diferentes sistemas de manejo, fertilización y aprovechamiento de éstos, si se quiere alcanzar la mayor producción animal por unidad de área.

Es así que, un pasto que se desarrolla adecuadamente y expresa al máximo sus capacidades productivas y reproductivas, permite obtener mejores rendimientos y capacidades de carga animal en los distintos sistemas de producción pecuarios, con un aprovechamiento adecuado y buscando el mayor consumo por parte de los animales sin detrimento de la calidad de las praderas.

León citado por Buelvas,³ expresa que la mayoría de las especies que se aprovechan como constituyentes de pasturas y cultivos forrajeros perennes poseen la capacidad de producir nuevos rebrotes y pueden recuperarse después de ser cosechadas mediante el pastoreo o por corte en su punto de cosecha, esto es, antes de florecer. Si se protege el rebrote de la planta hasta alcanzar el punto de cosecha y si se maneja el reciclaje de nutrientes del suelo mediante el mantenimiento de la fertilidad del mismo con fertilización restitutiva, es posible obtener pastoreos año tras año en forma indefinida y en el mismo potrero sin que éste se degrade y sin necesidad de dejarlo semillar para no afectar su calidad.

4.2 CALIDAD DE LOS PASTOS Y FORRAJES

Sierra citado por Buelvas,⁴ afirma que es posible obtener altos niveles de producción animal con el uso adecuado de pastos y forrajes si se aplican razonablemente principios claves de nutrición. Es decir, se determinan los factores botánicos, ambientales y de manejo que permitan planificar el uso de la pastura y así lograr un adecuado contenido nutricional.

³ BUELVAS, Mauricio. Evaluación de tres tipos de fertilizantes sobre la producción de biomasa y la calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) cosechado a cuatro estadios de crecimiento diferentes. Trabajo de grado Zootecnista. Bogotá, D.C: Programa de Zootecnia. 2009. p. 24.

⁴ Ibid., p. 24.

La tasa de crecimiento de un animal en desarrollo y su producción dependen, primero que todo, de la ingesta de nutrientes y segundo de la eficiencia en que convierten los nutrientes ingeridos en tejido corporal o leche. La ingesta de nutrientes es así el producto de la cantidad de pasto ingerido y la concentración de nutrientes de éste.

El valor nutritivo de los componentes orgánicos de un pasto está determinado por la facilidad con que puedan ser digeridos e incorporados a los tejidos por degradación bacteriana y al sitio de la digestión y de la absorción en el tracto digestivo. Una forma de medir el valor nutritivo de los forrajes es a través de la eficiencia para la producción animal, cuando éste es la única fuente alimenticia.

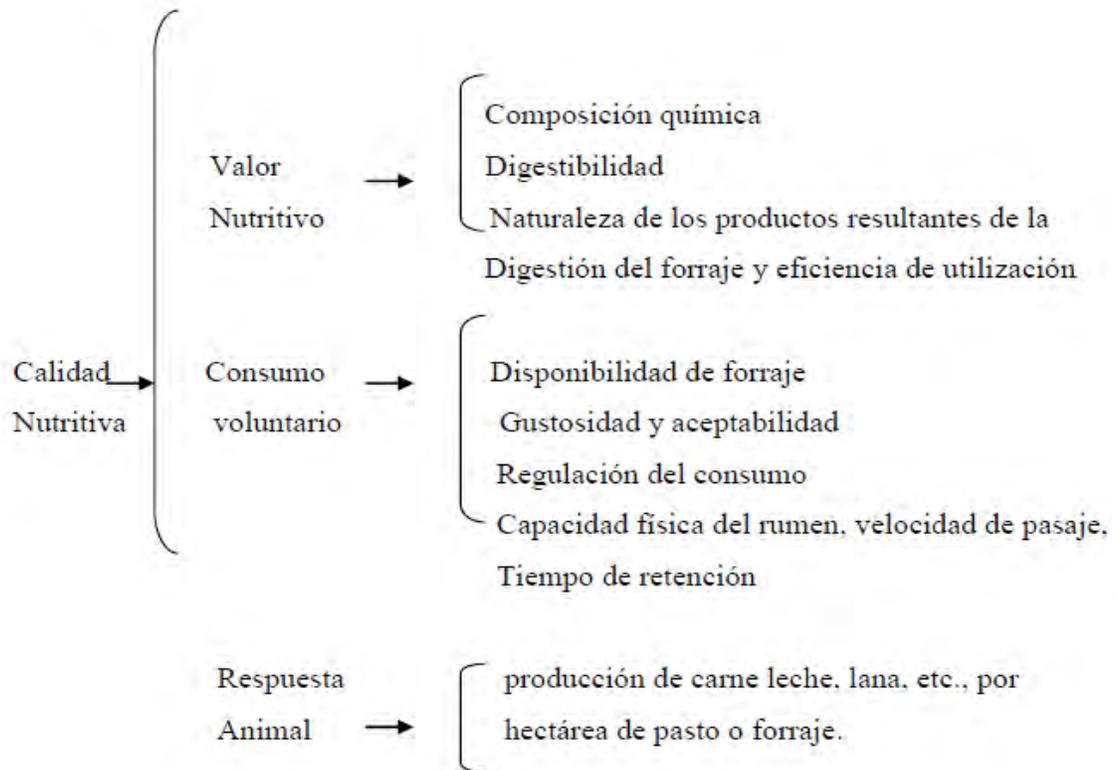
Es por ello que un pasto se considera de buena calidad si reúne ciertas condiciones como:

- Posee todos los nutrientes esenciales y disponibles en proporciones balanceadas.
- Tiene alta digestibilidad.
- Es gustoso o palatable para el animal.

El valor nutritivo debe ser entendido entonces como un conjunto de características físicas, químicas, nutricionales y alimenticias de un alimento para cubrir las necesidades diarias de un animal.

Las concentraciones de los principales constituyentes orgánicos del tejido de la planta, los elementos de carbón y de nitrógeno, están fundamentalmente en función de la madurez de la planta. Sin embargo, las concentraciones de los componentes minerales también reflejan el estado mineral del suelo y el suministro de nutrimentos que fertilizan y que influyen en la composición botánica de las pasturas.

Figura 1. Calidad nutritiva de los pastos



Fuente: (Bernal, 2003).

4.3 FERTILIZACIÓN EN PASTOS

En un programa de manejo de praderas, la fertilización es la práctica que produce los mejores resultados en el tiempo más corto, cuando otros factores del suelo o la humedad no son limitantes para el desarrollo de las plantas. La fertilización balanceada aumenta la cantidad y calidad del forraje y por consiguiente, incrementa la capacidad de mantenimiento y producción por unidad de área.

Para obtener una buena respuesta a la fertilización, es necesario tener en cuenta varios factores relacionados con el suelo, el clima y la planta. Además, para un uso eficiente de los fertilizantes, se debe considerar la clase de fertilizante, la frecuencia, dosis, método y época de aplicación, todo esto relacionado con la especie de pasto que se va a fertilizar y con el tipo de animal que lo va a consumir.

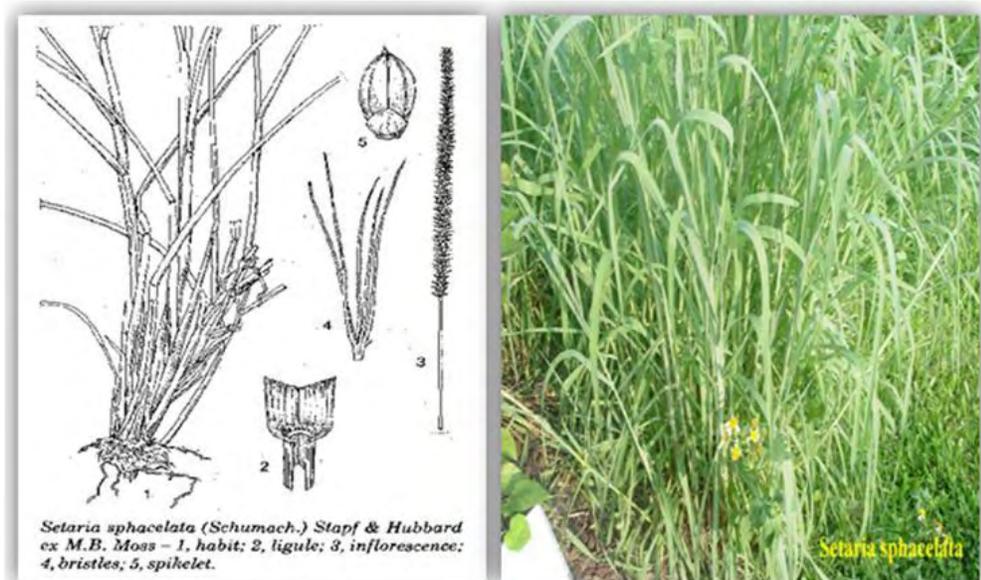
4.4 PASTO MIEL (*Setaria sphacelata*)

Según Mas,⁵ el pasto miel es una especie perenne alta y matorrosa, que crece en suelos arenosos de zonas de elevada precipitación (1000 mm). Es una gramínea forrajera, apetecible y de rendimiento elevado para pastoreo, forraje verde, heno, ensilado, corte y acarreo. Hojas verde-grisáceas, blandas, en gran parte glabras, a veces con pelos densos en vaina; láminas foliares 30-80 cm de largo y hasta unos 2 cm de ancho.

Es recomendable su siembra en líneas con 15 cm de distanciamiento. Si se siembra al voleo es importante pasar una rama o rastra dada vuelta, para que disperse un poco la semilla. La siembra debe ser superficial, de 0.5 cm a 1 cm, ya que el pasto miel tiene una semilla pequeña y si está muy enterrada le costará emerger.

Se presenta como un competidor fuerte de nutrientes, especialmente potasio (K), suprime las leguminosas en asociación si no está bien fertilizado con P y K, o si el suministro de éstos es inadecuado; sin embargo, es muy tolerante a plagas y enfermedades, caracterizándose así por su buena capacidad de resiliencia.

Figura 2. Pasto miel (*Setaria sphacelata*)



Fuente: (Mannetje, L. and Jones, R.M. 1992).

⁵ MAS, Carlos. *Setaria sphacelata*. Una gramínea a tener en cuenta. Programa Nacional de pasturas y forrajes. Revista INIA. 2007. p. 3.

4.4.1 Origen. Mas,⁶ establece que es una gramínea originaria de África, son plantas perennes, cespitosas, rizomatosas o estoloníferas, de crecimiento vigoroso, tallos que alcanzan de 60 a 150 cm de altura, con un mínimo de 50 cm y un ancho de 1 cm. Abundantes hojas largas, glabras, finas y muy suaves al tacto, provistas de una vaina foliar dura y persistente que protege a los brotes tiernos. La planta se extiende rápidamente por medio de rizomas y por resiembra natural.

4.4.2 Clasificación taxonómica. Dawson y Hatch citados por Buelvas,⁷ establecen que las gramíneas pertenecen a la familia Poaceae, la más grande de las familias del reino vegetal. Dicha familia está compuesta por 5 sub-familias las cuales presentan un alto grado de variabilidad, de manera que la asignación de un ejemplar a una determinada sub-familia se basa más en el número de caracteres compartidos con otros miembros de un grupo determinado, que en uno o en algunos caracteres claves.

El género *Setaria* pertenece a la subfamilia Panicoideae, e incluye alrededor de 114 especies distribuidas a través de las regiones tropicales, subtropicales y templadas del mundo, con un importante centro de especiación en África tropical y otro en Sudamérica.

Pensiero,⁸ establece que dicho género se caracteriza por las espiguillas bifloras, la flor basal asexual o estaminada, rara vez perfecta, la terminal perfecta; espiguillas muticas, elipsoides u ovoides a ancha o angostamente ovoides, subsesiles o cortamente pediceladas, aisladas o en fascículos sobre cortas ramas dispuestas sobre el eje central, rodeadas por una o varias setas involucradas basales (pedicelos estériles), a veces algunas espiguillas sin setas; espiguillas articuladas por debajo de las glumas, caedizas a la madurez, las setas permanecen adheridas a las ramas.

⁶ Ibid., p. 3.

⁷ BUELVAS, Op. cit., p. 42.

⁸ PENSIERO, J. Las especies sudamericanas del género *Setaria* (Poaceae, Paniceae). Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina, p. 70 - 72.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del pasto miel

Reino	Plantae
División	Angiospermae
Clase	Monocotyledoneae
Subclase	Commelinidae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoideae
Genero	Setaria
Especie	Sphacelata
Nombre Científico	<i>Setaria sphacelata</i>
Nombre Común	Pasto Miel

Fuente: (Mannetje, L. and Jones, R.M. 1992).

4.4.3 Adaptación ecológica. Se desarrolla en clima tropical y subtropical, cultivándose desde el nivel del mar hasta los grandes valles, desarrollándose mejor en altitudes entre los 600 y 2600 m.s.n.m y requiere para su buena producción unos 1200 mm de lluvia anual, tolerante a la sequía y a niveles bajos de fósforo.

- **Suelo:** crece adecuadamente en cualquier clase de suelo, desde los arenosos hasta los arcillosos pesados, pero con fertilización adecuada. No se desarrolla bien en suelos pobres. Mas,⁹ sostiene que se muestra tolerante a suelos con mal drenaje pero no soporta el empantamiento, relativamente tolerante a la salinidad y toxicidad por manganeso. Aunque en su centro de origen se la puede encontrar en suelos con valores de pH extremos (4.0 – 8.5), su óptimo se ubica en un rango entre 5.5 y 6.5.
- **Agua:** las necesidades mínimas van desde 750 mm siempre que no ocurran períodos secos prolongados. Así mismo, la tolerancia de la especie se marca tanto a períodos de muy baja disponibilidad de agua en el suelo como a excesos, incluyendo inundaciones periódicas.
- **Temperatura:** el óptimo de crecimiento se ubica entre los 16 y 22°C indicando claramente su condición de subtropical.

⁹ MAS, Op. cit., p. 2.

4.4.4 Calidad del forraje. Estimada a través de la digestibilidad, es afectada por la variedad, el estado fisiológico, el manejo, la temperatura y el nivel de Nitrógeno entre otros factores, pero en términos generales se puede decir que el pasto miel se enmarca dentro de las características de las gramíneas estivales: valores no muy altos de Digestibilidad y Proteína Cruda (PC), aunque, considerada dentro de ese grupo, se ubica en el estrato superior. Los valores de digestibilidad que se encuentran en diversos estudios van de 60 a 80% y la PC varía entre 10 y 15%.

4.4.5 Producción de forraje. Su establecimiento se realiza mediante semilla a razón de 5 a 7 Kg/ha o vegetativamente mediante esquejes o tallos enraizados y el tiempo de establecimiento es de 3 a 4 meses respectivamente. En regiones de clima óptimo para su desarrollo existen registros de hasta 22 toneladas de MS/ha/año, sin embargo, durante períodos secos particularmente severos, las plantas de pasto miel detienen su crecimiento manteniendo el color verde.

En estos casos es destacable su capacidad de reacción al primer estímulo de humedad, estableciendo ventajas en el crecimiento con respecto a los otros componentes de la comunidad vegetal, logrando controlar las malezas en general y muy especialmente la gramilla. Con manejo adecuado se puede asociar con leguminosas de clima templado, manteniendo rendimientos de forraje importantes, además de la mejora que se obtiene en la calidad de la mezcla.

Álvarez citado por Altamirano,¹⁰ referencia una producción desde 8 a 10 Tn Ms ha/año hasta 10 a 20 Tn Ms ha/año. Así mismo, López citado por Altamirano,¹¹ presenta una producción de 23.1 Tn Ms ha/año y 40 Tn/ha de forraje verde. De igual manera, obtuvo a los 28 días una producción de 36.2 Tn FV/ha y a los 42 días obtuvo 44.7 Tn FV/ha en experimentos realizados en condiciones similares.

4.5 ABONOS ORGÁNICOS Y SU IMPORTANCIA AGROECOLÓGICA

Los elevados costos por parte de los insumos agrícolas en Colombia, en conjunto con el detrimento de los recursos naturales han derivado en la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, incluyendo potencialmente los pastos y forrajes, buscando alternativas fiables y sostenibles. Es así que en la agricultura ecológica, sostenible y renovable que se pretende difundir, se le da gran importancia a este tipo de abonos y cada vez más se están implementando en las labores cotidianas del sector productivo.

¹⁰ ALTAMIRANO, C. Determinación de la Productividad forrajera de un Sistema Tradicional de Pastoreo con Pasto Miel Frente a un Sistema Silvopastoril de Pasto Miel con Aliso en Nenegalito. Trabajo de Grado. Ingeniera Agropecuaria. Escuela Politécnica del Ejército. 2013. p. 26.

¹¹ Ibid., p. 26 - 27.

Romero *et al.* citados por Solares,¹² sostienen que los abonos orgánicos se han usado desde muchos años atrás y su influencia sobre la fertilidad de los suelos y las plantas en producción se ha demostrado, aunque su composición química, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad; además, el valor de la materia orgánica que contiene ofrece grandes ventajas que difícilmente pueden lograrse con los fertilizantes inorgánicos.

La importancia radica en mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo a través de reciclaje de nutrientes o incorporación directa con las plantas. Así mismo, se puede aumentar la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, los cuales se aportan de manera reducida con abonos minerales o inorgánicos.

Según Estrada citado por Buelvas,¹³ los fertilizantes orgánicos se diferencian unos de otros por el contenido de materia seca que puede variar entre un 12% en el caso de estiércoles líquidos y el 80% en estiércoles deshidratados. De igual manera, los abonos y los fertilizantes son considerados como una igualdad, simplemente se establece su origen de tal manera que los fertilizantes provienen de material mineral y son fabricados por el hombre, mientras que los abonos de origen orgánico, es decir, fabricados por procesos de transformación de la propia naturaleza. En concordancia, lo más acertado es el uso en complemento y conjuntamente aprovechando apropiadamente sus propiedades y reduciendo al máximo los costos de producción, otorgándole al ambiente su capacidad de sostenibilidad y de ser renovable en el tiempo.

En protocolos de fertilización ya establecidos por los productores, los abonos orgánicos no pueden ser utilizados inicialmente como un sustituto absoluto de los fertilizantes comerciales, es necesario implementarlos de manera gradual puesto que hacen parte de cierta materia viva caracterizada principalmente por compostaje, humus, estiércol y toda clase de vida orgánica en descomposición como restos vegetales (hojas, ramas, raíces, entre otros). Su importancia se fundamenta en que los abonos orgánicos son fuente de vida bacteriana que permiten un sin número de procesos en el suelo indispensables en la nutrición de las plantas.

En esta perspectiva, es como se asimilan los minerales contenidos en los fertilizantes, ya que sólo es posible con la intervención de los millones de microorganismos contenidos en los abonos orgánicos que transforman los minerales en elementos comestibles para las plantas, de ahí la importancia de utilizarlos complementariamente. Caso contrario, si no se aprovecha acordemente

¹² SOLARES, C. Compilación bibliográfica de la fertilización. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Veracruzana. Veracruz, México. 2011. p. 31.

¹³ BUELVAS, Op. cit., p. 46.

los minerales adicionados en los fertilizantes, éstos se convierten en sales insolubles e irían en detrimento de la productividad de la planta.

Cervantes citado por Buelvas,¹⁴ menciona que los abonos actúan más lentamente que los fertilizantes pero su efecto es más duradero y pueden aplicarse más frecuentemente pues no tienen secuelas perjudiciales si son tratados con cautela, también calientan la tierra; en tierras donde no hay presencia orgánica suficiente, estas son frías y las plantas crecen poco y mal; por el contrario, en tierras porosas por la aplicación constante de abonos orgánicos, se tornan calientes y favorecen el desarrollo de las raíces, principal vía de nutrición de plantas y pastos.

Figura 3. Fertilizantes orgánicos y químicos

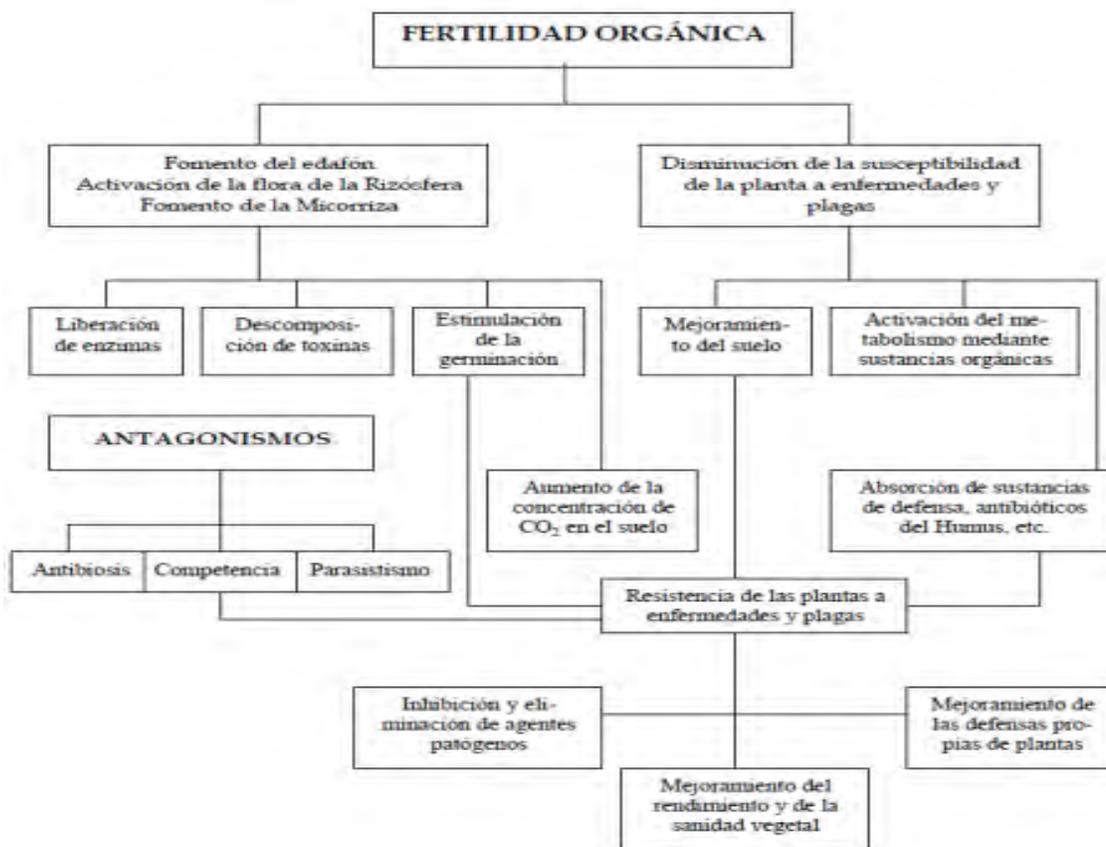
Fertilizantes orgánicos					
			Estiércol		
			Compostas		
			Esquilmos		
			Abonos verdes		
			Desechos de plantas agroindustriales		
			Aguas negras		
			Efluentes de biodigestores		
Fertilizantes químicos					
Fertilizantes químicos	Naturales		Na NO ₃ y Na NO ₂ -KNO ₃ naturales		
			NH ₃ del carbón coque		
			Roca fosfórica		
			KCl natural		
			K ₂ SO ₄ •MgSO ₄ natural		
	Sintéticos	Nitrogenados		NH ₃ Agua amoniacal (NH ₄) ₂ SO ₄ NH ₄ NO ₃ Urea	
		Fosfatados		Superfosfato simple Superfosfato triple	
		Potásicos		K ₂ SO ₄ sintético	
		Mixtos	Compuestos		NH ₄ H ₂ PO ₄ (NH ₄) ₂ HPO ₄ KNO ₃
			Complejos		15-15-15 17-17-17
Mezclados			10-8-4 8-8-8 12-6-6		

Fuente: (IFDC – UNIDO, 1998).

¹⁴ BUELVAS, Op. Cit., p. 47.

4.5.1 Beneficios en el uso de abonos orgánicos. Gómez y Vásquez,¹⁵ sostienen que los abonos orgánicos tienen mayor efecto residual, aumento en la capacidad de retención de humedad del suelo a través de su efecto sobre la estructura (granulación y estabilidad de agregados), porosidad y la densidad aparente; formación de complejos orgánicos con los nutrientes manteniendo a éstos en forma aprovechable para las plantas; reducción de la erosión de los suelos, al aumentar la resistencia de los agregados a la dispersión por el impacto de las gotas de lluvia y al reducir el escurrimiento superficial; incrementan la capacidad de intercambio catiónico del suelo, protegiendo los nutrientes de la lixiviación; liberación de CO₂ que propicia la solubilización de nutrientes y abastecimiento de carbono orgánico como fuente de energía a la flora microbiana y heterótrofa.

Figura 4. Beneficios de la fertilización orgánica



Fuente:(IFDC – UNIDO, 1998).

¹⁵ GÓMEZ, D. y VÁSQUEZ, M. Abonos Orgánicos. Serie: Producción Orgánica de Hortalizas de Clima Templado. Programa del gobierno de Honduras auspiciado por la Cooperación Suiza en América Central y facilitado por Swisscontact (PYMERURAL). 2011. p. 8.

4.6 LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*)

García y Pérez citados por Gonzales *et al*,¹⁶ afirman que los lumbrídeos se encuentran entre los seres con mayor éxito adaptativo. Su origen se sitúa en el precámbrico, hace 700 millones de años. Existe un gran número de familias, especies y subespecies que han ido ocupando mares, lechos lodosos de lagunas y las capas superiores de casi todos los suelos del planeta. Son animales con cuerpo constituido por una serie de anillos o metámeros, en los que se repiten los mismos órganos. Los anélidos comprenden las sanguijuelas, poliquetos y oligoquetos. Esta última clase reúne más de 1800 especies de lombrices.

Eisenia foetida se le conoce con el nombre de lombriz californiana porque fue ahí donde comenzó a reproducirse de manera intensiva y se le detectaron las grandes bondades como un organismo capaz de generar un abono orgánico de excelente calidad, pero en realidad ésta lombriz es originaria de Eurasia, donde se encontraba confinada desde hace unos 10,000 años.

Yagüe citado por Escobar,¹⁷ establece que la lombriz se caracteriza por ser de color rojo oscuro, sus medidas promedian entre 6 y 8 cm de longitud y de 3 a 4 mm de diámetro, alcanzando un peso de 1.4 g en edad adulta, con una longevidad de 16 años de vida en condiciones controladas, con una temperatura adecuada de 14 a 24°C, siendo la ideal de 21°C y protegiéndola de la luz solar ya que es muy sensible a la misma.

Esta especie es hermafrodita incompleta, es decir presenta los dos órganos reproductores, por lo que requiere acoplarse entre dos, dando cada una un cocón o huevo y éste a su vez eclosionara de 2 a 20 lombrices por cocón, dependiendo de su alimentación; produciendo 1300 lombrices por año una sola lombriz.

Para alimentarse diariamente consume el equivalente a su peso (1.4 g). El 60 % de lo que ingiere es abono, conteniendo éste cinco veces más nitrógeno, siete veces más fósforo, cinco veces más potasio y dos veces más calcio que el material orgánico que ingirieron, mientras que el resto lo utiliza para su metabolismo y generar tejidos.

¹⁶ GONZALES G.; NIETO, A.; MURILLO, B.; RAMÍREZ, R.; VILLAVICENCIO, E.; HERNÁNDEZ, J.; AGUILAR, X.; GUERRERO, Z. Guía técnica para la producción de lombricomposta. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. México D.F: Instituto Politécnico Nacional. 2012. p. 29.

¹⁷ ESCOBAR, A. Usos Potenciales del Humus (Abono Orgánico, Lixiviado y Solido) en la Empresa Fertilombriz. Trabajo de Práctica Empresarial. Corporación Universitaria la Sallista. Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias. Caldas, Colombia. 2013. p. 14.

Figura 5. Lombriz Roja Californiana y humus de lombriz



Fuente:(Quintero, 2013).

Tabla 2. Clasificación taxonómica de la lombriz

Reino	Animalia
Filo	Annelida
Clase	Clitellata
Subclase	Oligochaeta
Orden	Haplotaxida
Suborden	Lumbricina
Superfamilia	Lumbricoidea
Familia	Lumbricidae
Subfamilia	Lumbricinae
Genero	Eisenia
Especie	Foetida
Nombre Científico	<i>Eisenia foetida</i>
Nombre Común	Lombriz Roja Californiana

Fuente:(Cuevas y Méndez 1998).

4.7 LOMBRICOMPUESTO

La lombricomposta es el producto resultante de la transformación digestiva y metabólica de la materia orgánica, mediante la crianza sistemática de lombrices de tierra, denominada lombricultura, que se utiliza fundamentalmente como mejorador, recuperador o enmienda orgánica de suelos, abono orgánico, inoculante microbiano, enraizador, germinador, sustrato de crecimiento, entre otros usos.

El humus de lombriz se caracteriza por ser de color oscuro, con un agradable olor a mantillo de bosque, su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción, contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que incrementa la solubilidad de los elementos nutritivos, liberándolos en forma paulatina, facilita su asimilación por las raíces e impide que éstos sean lixiviados con el agua de riego, manteniéndolos disponibles por más tiempo en el suelo.

Según Moreno citado por Gonzales *et al*,¹⁸ el lombricompuesto favorece e incrementa la actividad biótica del suelo. Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas a las plagas, enfermedades y organismos patógenos, también puede incrementar la producción de frutas, hortalizas y otros productos agrícolas.

Para el manejo del lombricultivo es necesario tener en cuenta aspectos importantes como la alimentación, frecuencia, cantidad y riego del cultivo.

- **Alimentación:** Yagüe citado por Escobar,¹⁹ afirma que la variedad en el alimento es indispensable para optimizar la producción, como el estiércol de diferentes animales (bovinos, porcinos, equinos, conejos, cuyes, entre otros) o residuos de otros cultivos, puesto que se ha descubierto que el cambio en la alimentación estimula su reproducción; la alimentación debe ser de cuatro centímetros como máximo de grosor, ya que esto les facilita a las lombrices alimentarse mejor y la aireación es la adecuada para expresar potencialmente sus capacidades productivas y reproductivas.
- **Frecuencia y cantidad:** la frecuencia en la que se debe alimentar el cultivo de lombrices varía entre una o dos veces por semana, esto depende de la densidad del cultivo, de igual manera la cantidad de alimento depende del cultivo.

¹⁸ GONZALES G.; NIETO, A.; MURILLO, B.; RAMÍREZ, R.; VILLAVICENCIO, E.; HERNÁNDEZ, J.; AGUILAR, X.; GUERRERO, Z. Op. Cit., p. 26.

¹⁹ ESCOBAR, Op cit., p. 26.

- **Riego:** según Rodríguez citado por Escobar,²⁰ el alimento se prepara antes de llevarlo a las camas de lombrices, remojándolo si es necesario hasta que, estando totalmente humedecido, no drene. Esto corresponde aproximadamente a un rango de 50 a 85% de humedad. También se deben remojar las camas para conservar esta humedad. Este riego puede hacerse con agua limpia y dependiendo de las condiciones ambientales y del espesor de la capa de sustrato con lombrices.

Figura 6. Composición del humus de lombriz

Humedad_____	30-60%	Carbono orgánico__	14-30%
Ph_____	6.8-7.2	Ácidos fúlvicos____	14-30%
Nitrógeno_____	1-2.6%	Ácidos húmicos____	2.8-5.8%
Fósforo_____	2-8%	Sodio_____	0.02%
Potasio_____	1-2.5%	Cobre_____	0.05%
Calcio_____	2-8%	Hierro_____	0.02%
Magnesio_____	1-2.5%	Manganeso_____	0.006%
Materia orgánica__	30-70%	Relación C/N_____	10-11%

Fuente:(Escobar, 2013)

4.7.1 Lixiviado de lombricompuesto. El producto líquido que se aprovecha exitosamente del proceso de lombricomposta, son los lixiviados o sobrenadantes que se producen, producto de los riegos que se aplican a las camas. Es importante que al recolectar estos sobrenadantes se vuelvan a aplicar dos o hasta tres veces a los mismos contenedores de los cuales fueron obtenidos, esto con el fin de que sean más enriquecidos en cuestión de nutrientes y de hormonas.

Para conservar las características físico-químicas de los lixiviados de lombriz por un período de tiempo más prolongado, es conveniente almacenarlos en recipientes de plástico lo más oscuros posibles y de preferencia en un lugar con sombra por un tiempo no menor a 14 días.

4.7.1.1 Beneficios en el uso de lixiviado de lombricompuesto. Los hongos y las bacterias que se encuentran inmersos en el humus de lombriz, facilitan de gran forma a las plantas a controlar ciertas plagas, debido a que dichas plantas poseen la potestad de absorber los nutrientes por medio de los estomas, los cuales se hallan en la parte superior de sus hojas.

²⁰ *Ibíd.*, p. 26.

Escobar,²¹ afirma que el humus de lombriz líquido puede fácilmente emplearse como fertilizante líquido en los denominados o conocidos sistemas de fertirrigación, a su vez, puede utilizarse como abono foliar, en tanto a que este se caracteriza por ser un producto completamente natural, lo cual acarrea los beneficios de ser más eficiente y mucho menos dañino o perjudicial para el campo, los cultivos, los pastos y forrajes.

Es de suma importancia mencionar que este tipo de lixiviados posee los elementos de carácter soluble con más importancia, los cuales se encuentran contenidos en el humus de lombriz sólido, en los cuales están los humatos de gran vitalidad como los ácidos fúlvicos, úlmicos y húmicos. El alto contenido de ácidos fúlvicos y húmicos aumenta la reabsorción de los minerales que se encuentran en el suelo, como fósforo, nitrógeno, potasio, hierro, magnesio y molibdeno, entre otros.

Algunas facultades del extracto acuoso del humus de lombriz roja californiana:

- Estanca la humedad del suelo por largos transcurros de tiempo.
- Es posible afirmar que este producto es prácticamente neutro, puesto que el pH se encuentra entre 6,8 y 7,8.
- Propende por la humificación innata del suelo, en tanto que concentra y descompone los desechos o residuos vegetales que se encuentran subsumidos en el suelo.
- Aumenta significativamente la fabricación de clorofila en las diferentes plantas.
- Disminuye a gran escala la conductividad eléctrica de los suelos salinos.
- Mejora ostensiblemente el pH en sus suelos.
- Reduce la denominada actividad de chupadores como áfidos.
- Nivelada la producción de hongos que se encuentran en el suelo.
- Opera como potenciador de la actividad de varios fertilizantes o pesticidas del mercado.
- Incrementa notablemente la producción en los cultivos.

²¹ *Ibíd.*, p. 24.

- Es asimilado sin ningún problema por la raíz y los estomas.
- Su aplicación reduce claramente la contaminación de químicos en los suelos.
- Apresura el progreso de botones, flores y frutos.
- Provee nutrientes en caso que las raíces no sean capaces de proveerlos suficientemente.
- Disminuye a gran escala el shock post-trasplante.
- Reduce el tiempo de recuperación de una planta dañada, o que haya sido expuesta a la sequía o con follaje descolorido.
- Propicia un entorno ideal para la proliferación de organismos de carácter benéfico, como bacterias y hongos, los cuales obstaculizan el desarrollo de patógenos, disminuyendo así el riesgo de desarrollar enfermedades.
- Aumenta la biomasa de microorganismos que se encuentran en el suelo.
- Perfecciona las estructuras y fortalece la vida microbiana de los suelos.
- Incita a un mayor desarrollo radicular.

Figura 7. Lixiviado de lombricompuesto



5. METODOLOGÍA

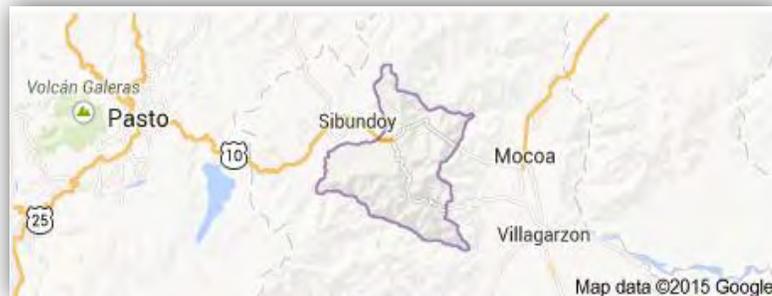
5.1 LOCALIZACIÓN

La investigación se llevó a cabo en el municipio de San Francisco (Putumayo), en la finca El Vergel propiedad de la Asociación Productora de peces “Asopropez”.

El municipio de San Francisco se encuentra ubicado en la parte noroeste del departamento del Putumayo, formado por las estribaciones de la Cordillera Central. Concretamente está ubicado entre las coordenadas 1,07 y 1.1 del Meridiano de Greenwich hacia el Occidente, perteneciente a la zona tórrida al norte de la línea ecuatorial. En relación al país está al Sur del Macizo colombiano, perteneciendo sus montañas en gran parte a esta zona²².

La finca El Vergel se encuentra ubicada a 200 m del municipio de San Francisco y a 4 Km del municipio de Sibundoy, presenta una altitud de 2200 m.s.n.m, una temperatura promedio de 16°C y una precipitación media anual de 2200 mm.

Figura 8. Mapa del Municipio de San Francisco (Putumayo)



Fuente: <http://www.sanfrancisco-putumayo.gov.co/index.shtml>. 2015

Figura 9. Mapa de la finca El Vergel



Fuente: (Google earth, 2015).

²² GOBERNACIÓN DEL PUTUMAYO: MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO. Op. Cit.

5.2 MATERIALES

- **Materiales de campo:**
 - Parcelas (3) de 64m²
 - Madera
 - Malla plástica
 - Plásticos calibre 6 (Transparentes y Oscuros)
 - Baldes
 - Bomba de espalda
 - Palas
 - Hoz
 - Cuerdas
 - Cinta métrica
 - Balanza de reloj
 - Botellas plásticas
 - Libreta de campo
 - Cámara fotográfica

- **Materiales de oficina:**
 - Lapiceros
 - Papel bond
 - Calculadora
 - Libros
 - Computadora
 - Impresora

5.3 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

5.3.1 Establecimiento de parcelas. Se adecuaron tres parcelas de 8 m de ancho x 8 m de largo (64 m²), partiendo de un pasto ya establecido en la finca que para el inicio de la investigación se cortó de manera tal que hubiera igualdad entre parcelas y los datos al final del ensayo fueran acordes al efecto de los tratamientos.

Para ello, se demarcaron los potreros (parcelas) con cuerdas en la medida correspondiente, se diferenció con letreros los tratamientos a evaluar, se eliminaron algunas malezas que pudiesen haber existido y se delimitaron efectivamente las hileras de pasto miel, las cuales se encontraban a una distancia de 15 cm aproximadamente entre ellas.

Figura 10. Parcelas de pasto miel



5.3.2 Elaboración de cunas para lombriz. Las cunas se elaboraron en madera con una medida aproximadamente de 2 m de largo x 0.8 m de ancho y recubiertas la base con plástico de calibre 6. Fueron ubicadas con cierto desnivel de manera tal que, en la parte baja se cavaron unos hoyos en donde se depositaba el lixiviado a recolectar en baldes.

Posteriormente se depositó el material orgánico procedente de la actividad cuyícola y las lombrices rojas californianas, para su protección se adecuó una especie de cochera móvil con plástico oscuro para protegerlas de la luz que afecta notoriamente la producción y reproducción de las mismas. De igual manera, se cubrió las cunas con malla plástica para protección de depredadores u otras situaciones adversas.

El suministro de material orgánico a la cuna fue de dos veces por semana, garantizando así un óptimo desarrollo de las lombrices y una buena producción de humus que permitiera obtener un lixiviado nutritivo y acorde a los requerimientos de la investigación.

Figura 11. Cunas para lombriz



5.3.3 Obtención de lixiviado de lombricomposteo:

- El material orgánico (estiércol de *Cavia porcellus*) es colocado en las cunas de madera previamente recubiertas la base con plástico para que el lixiviado no sea absorbido por el suelo y se inclinan para obtener el producto final.
- Se adiciona cuidadosamente agua de tal manera que, el material permanezca con la humedad adecuada para la acción y proliferación de la lombriz consiguiendo así que el líquido húmico por acción de la gravedad e inclinación de la cama recorra por esta y finalmente recoger el lixiviado de lombricomposta.
- El líquido obtenido se reincorpora nuevamente al material con el fin de lavar y recolectar la mayor cantidad posible de nutrientes y microorganismos. Esta recirculación se realiza durante cinco días seguidos.
- El producto final obtenido es de color oscuro, se envasa en recipientes y se pone a reposar durante un periodo de 14 a 15 días en la oscuridad para luego ser utilizado en la fertilización orgánica del presente ensayo.

Figura 12. Obtención de lixiviado de lombricomposteo



5.3.4 Fertilización foliar y de suelo. La aplicación se realizó a través de una bomba de espalda con capacidad de 20 litros, utilizando el lixiviado que se obtuvo en la finca “El Vergel” a través del lombricomposteo a base de residuos y estiércol de Cuy (*Cavia porcellus*) que se elaboró y fue descrito previamente. El protocolo se llevó a cabo de la siguiente manera: **Aplicación #1:** 10 días después del corte del pasto, permitiendo así la recuperación y asimilación óptima del fertilizante, **Aplicación #2:** 18 días después del corte del pasto, **Aplicación #3:** 26 días después del corte del pasto, **Aplicación #4:** 34 días después del corte del pasto,

Aplicación #5: 42 días después del corte del pasto y finalmente **Aplicación #6:** 50 días después del corte del pasto.

A partir de la segunda aplicación se efectuó de manera tal que se respete un periodo de 8 días y se realizó en horas de la mañana sobre suelo y pasto.

Figura 13. Fertilización foliar y de suelo



5.3.5 Medición de altura y producción de biomasa. El crecimiento (altura) de *Setaria sphacelata* fue determinado usando una cinta métrica y se realizó a los 30, 40 y 60 días después del corte inicial, cabe aclarar que se realizaron nueve mediciones, obteniendo así un promedio acorde a la investigación.

Para la producción de biomasa se utilizó un cuadrante de madera de 0.25 m², se cortó el pasto que cubría al ser lanzado al azar, luego se recolectó en bolsas plásticas, se pesó, se calculó el rendimiento por metro cuadrado (1 m²) y posteriormente se estimó la producción de forraje verde del pasto miel por hectárea.

Figura 14. Medición de altura y producción de biomasa



5.4 VARIABLES

Las variables a evaluar son la altura (crecimiento) y la producción de biomasa del pasto miel (*Setaria sphacelata*) con respecto al tiempo. Las parcelas fueron ubicadas al azar en el lote de pasto ya establecido, sin preferencias en la ubicación. Dichas parcelas fueron demarcadas para evitar confusiones y pérdidas de la información en el estudio. La intensidad de aplicación del lixiviado de lombricompuesto se especificó anteriormente y se planteó la medición de la altura de las plantas en las parcelas así: a los 30 – 40 – 60 días de crecimiento y se efectuó el pesaje respectivo para determinar la producción de biomasa del pasto miel en los tres tratamientos y posteriormente estimar su producción por hectárea a los 60 días de crecimiento.

5.5 TRATAMIENTOS

La investigación se plantea bajo condiciones de tres tratamientos, dispuestos de la siguiente manera:

- Tratamiento testigo —————→ **T₀** = Sin fertilización (orgánica o química).
- Tratamiento 1 —————→ **T₁** = Aplicación de 1 L lixiviado/19 L agua.
- Tratamiento 2 —————→ **T₂** = Aplicación de 2 L lixiviado/18 L agua.

5.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis de varianza para tres tratamientos, a través del procedimiento GLM del paquete estadístico SAS 9.1 (2007) y se llevó a cabo una prueba de diferencia significativa de Tukey para determinar las diferencias entre las medias previamente obtenidas.

5.7 MODELO ESTADÍSTICO

El estudio se realizó bajo un diseño estadístico completamente al azar, cuyo modelo estadístico es:

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

Y_{ij} —————→ Variable respuesta de la ij-esima unidad experimental

μ —————→ Efecto de la media general

T_i —————→ Efecto del i-esimo tratamiento

E_{ij} —————→ Efecto del error experimental asociado a la i-esima unidad experimental

Es así que, se plantean 2 hipótesis:

- **Hipótesis nula (H_0):** existe evidencia para afirmar que en promedio los tratamientos se comportan igual.
- **Hipótesis alterna (H_A):** existe evidencia para afirmar que por lo menos un promedio se comporta diferente.

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 CRECIMIENTO (cm) DEL PASTO MIEL

El control del crecimiento de *Setaria sphacelata* fue muy importante por cuanto permitió diferenciar el potencial del pasto frente al sistema de fertilización, además de la respuesta de éste a las nuevas condiciones ambientales en el contexto de manejo general de la investigación. Así mismo, se logró inferir cierto efecto benéfico del lixiviado de lombricomposteo por el color y textura que tomó el pasto, que se tornó un poco más intenso, succulento y físicamente sobresaliendo entre las pasturas.

En la Tabla 3 se muestra el crecimiento de *Setaria sphacelata* a diferentes edades 30, 40 y 60 días respectivamente para los tres tratamientos, en donde, en promedio, la altura a los 30 días para T0 es de 12,27 cm; para T1 es de 16,83 cm y para T2 es de 20,80 cm. De igual manera, en promedio, la altura a los 40 días para T0 es de 14,10 cm; para T1 es de 19,56 cm y para T2 es de 24,14 cm respectivamente. Finalmente, en promedio, la altura a los 60 días para T0 es de 27,14 cm; para T1 es de 30,86 cm y para T2 es de 35,56 cm.

Tabla 3. Crecimiento del pasto miel (*Setaria sphacelata*) según la edad del pasto y el tratamiento

No. MEDICIONES	ALTURA (cm) / EDAD (días)								
	T0			T1			T2		
	30	40	60	30	40	60	30	40	60
1	10	11	20	16,5	22	30,5	20	20,3	29,3
2	15	19	25,5	18	18,4	40	18,3	24	31,2
3	18	17	28	17	20,5	29,5	19	22,8	40
4	9	14,2	24,2	14,2	17,8	32,5	14	23	35
5	14	13	28	17,3	22	28,2	18	25	33,5
6	11,5	12,8	27	12	14,3	39	20,1	27,2	31,2
7	8,4	12,5	30,2	19	20,2	25,4	30	21,8	42
8	10,5	11,4	33	18,5	19,8	23,6	28,3	28	42
9	14	16	28,4	19	21	29	19,5	25,4	35,8
PROMEDIO	12,27	14,10	27,14	16,83	19,56	30,86	20,80	24,14	35,56

De lo anterior, se puede inferir que el T2 presenta cierta supremacía en cuanto a capacidad de crecimiento con respecto al tiempo, de ahí, la importancia de consolidar la significancia que estos resultados puedan traer para la producción de pasto miel bajo las condiciones propuestas.

La Tabla 4 describe los resultados obtenidos para la variable crecimiento de *Setaria sphacelata* en un periodo de 30 días. En donde, se observa diferencias estadísticamente significativas, con una probabilidad del 95% ($P < 0,05$) de acuerdo a los valores obtenidos con relación a sus medias entre T0 con respecto a los tratamientos restantes, los cuales contienen el fertilizante a evaluar, de igual manera cabe aclarar que entre ellos (T1 y T2) no se presentó una significancia relativa.

Tabla 4. Medias para crecimiento del pasto miel (*Setaria sphacelata*) a los 30 días

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN	MEDIA
T0	Sin fertilización	12,267 b
T1	1 L lixiviado/19 L agua	16,833 a
T2	2 L lixiviado/18 L agua	20,800 a

Letras diferentes significa que existen diferencias estadísticas

La Tabla 5 demuestra diferencias estadísticas significativas en los tres tratamientos para la variable crecimiento de *Setaria sphacelata* en un periodo de 40 días. La afirmación se sustenta en una probabilidad del 95% ($P < 0,05$) en valores obtenidos con relación a sus medias.

Tabla 5. Medias para crecimiento del pasto miel (*Setaria sphacelata*) a los 40 días

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN	MEDIA
T0	Sin fertilización	14,100 a
T1	1 L lixiviado/19 L agua	19,556 b
T2	2 L lixiviado/18 L agua	24,167 c

Letras diferentes significa que existen diferencias estadísticas

La Tabla 6 revela los resultados obtenidos para la variable crecimiento de *Setaria sphacelata* en un periodo de 60 días. En donde se observa diferencias estadísticamente significativas, con una probabilidad del 95% ($P < 0,05$) de acuerdo a los valores obtenidos con relación a sus medias entre T0 y T2

respectivamente, no siendo menos importante aclarar que T1 no presenta una significancia relativa con ningún tratamiento.

Tabla 6. Medias para crecimiento del pasto miel (*Setaria sphacelata*) a los 60 días

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN	MEDIA
T0	Sin fertilización	27,144 b
T1	1 L lixiviado/19 L agua	30,856 ab
T2	2 L lixiviado/18 L agua	35,556 a

Letras diferentes significa que existen diferencias estadísticas

Sánchez,²³ en un estudio realizado en la finca Punzara de la Universidad Nacional de Loja (Ecuador) en establecimiento de praderas con *Setaria sphacelata*, reporta para la variable crecimiento a los 30 días, 32,33 cm de crecimiento y para la variable crecimiento a los 60 días, 52,15 cm de crecimiento, resultados que sobresalen con los datos obtenidos en la presente investigación y que pueden derivar o verse reflejados desde el punto de vista que la pradera fue establecida para evaluar dicha variable. Caso contrario, la investigación en la finca El Vergel partió de una pradera que ya estaba en crecimiento, sin ningún tipo de control a la cual se le debió hacer un corte para iniciar con el estudio.

Es importante mencionar que el efecto del lixiviado en el pasto miel, de acuerdo a los tratamientos evaluados, sí afectó directamente la variable crecimiento y se puede hacer alusión a lo propuesto por Gonzales *et al*,²⁴ en donde afirma que este fertilizante afecta positivamente el crecimiento y desempeño de las plantas dependiendo de la cantidad de éste en la bomba de espalda, evaluando así hasta 5 L de lixiviado de lombricompuesto en dilución con 15 L de agua sin que esto conlleve problemas para la producción de vegetales (hortalizas, tubérculos, frutales, cafetales, pastizales, entre otros) y, mejor aún, presentando valores nutritivos sobresalientes.

Afirmación que para el presente estudio puede ser corroborada ya que, a mayor cantidad de lixiviado utilizado en las parcelas (T1 y T2), el crecimiento del pasto fue más representativo, con pastos de un verde más intenso y en general, más agradables a la vista, según observación directa en campo. Además, el aplicar lixiviados de lombriz de manera foliar, aparentemente no sólo benefició con aporte

²³ SANCHEZ, J. Establecimiento de una pradera de *Setaria splendida* (*Setaria sphacelata*) para Corte, en la Finca Punzara de la Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2011. p. 68.

²⁴ GONZALES G.; NIETO, A.; MURILLO, B.; RAMÍREZ, R.; VILLAVICENCIO, E.; HERNÁNDEZ, J.; AGUILAR, X.; GUERRERO, Z. Op. cit. p.128.

de nutrientes, sino también con un efecto insecticida, ya que, al realizar las aplicaciones, se observó insectos muertos, sirviendo también como un producto que previene algunas plagas.

Reines *et al.* citado por Calderón *et al.*,²⁵ señalan que el lixiviado de lombricompost aplicado al follaje en plantas cultivadas por su control de patógenos, pueden sustituir a los fungicidas y bactericidas químicos, generando así ahorros económicos importantes. Es por ello que la barrera defensiva que el producto evaluado genera permite el desarrollo adecuado de la planta y posiblemente genere una mayor asimilación de los nutrientes que al pasto se le ofrece en el suelo. Infiriendo así que el efecto de aplicar lixiviado de lombricompost beneficia notoriamente el crecimiento de *Setaria sphacelata* por la diversidad de circunstancias anteriormente propuestas.

6.2 PRODUCCIÓN DE BIOMASA (FV) DEL PASTO MIEL

El cálculo de rendimiento de biomasa nos permite estimar la cantidad de pasto que se logra producir por hectárea, dependiendo del comportamiento de cada tratamiento. Su importancia radica en el potencial que logra expresar el pasto en su capacidad de rebrote luego del corte realizado y la adaptabilidad que presente a los tratamientos expuestos.

En la Tabla 7, se puede apreciar que el rendimiento de forraje verde para T0 fue de 11,9 Ton/ha; 16,1 Ton/ha para T1 y 11,6 Ton/ha para T2 respectivamente. Es decir que la producción de biomasa no sólo se rige al potencial de crecimiento del pasto sino también a la capacidad que tenga éste de expandirse (cobertura vegetal) en la pradera, consiguiendo así una mayor producción forrajera. En general, el rendimiento de forraje verde es bueno, lo que permite inferir que se puede realizar entre cinco y seis cortes al año aproximadamente, es decir cada 60 días de rebrote como se planteó en el ensayo.

²⁵ CALDERÓN, J. RODRÍGUEZ, R.; REINES, M.; GONZÁLES, D.; LOZA, J.; GARCIA, J.; JIMENEZ, C. Caracterización Físicoquímica Y Bacteriológica De Lixiviados Provenientes De Granja Lombrícola En Tlajomulco, Jalisco. Departamento de Ciencias Ambientales. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. México. p. 3.

Tabla 7. Rendimiento de forraje verde/m²/ha/corte del pasto miel (*Setaria sphacelata*) según la edad del pasto y tratamiento

No. MEDICIONES	PRODUCCION DE BIOMASA (Kg / m ²) A LOS 60 DIAS		
	T0	T1	T2
1	3,2	4,2	3,2
2	3,5	5,5	3,0
3	4,0	4,8	4,2
PROMEDIO	3,57	4,83	3,47
RENDIMIENTO Kg / m ²	1,19	1,61	1,16
RENDIMIENTO Ton / ha	11,9	16,1	11,6

En la Tabla 8 se observa que no hay diferencias significativas, con una probabilidad del 95%, de acuerdo a los valores obtenidos con relación a sus medias en ninguno de los tratamientos para la variable producción de biomasa de *Setaria sphacelata* en un periodo de 60 días.

Tabla 8. Medias para producción de biomasa del pasto miel (*Setaria sphacelata*) a los 60 días de rebrote

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN	MEDIA
T0	Sin fertilización	3,5667 a
T1	1 L lixiviado/19 L agua	4,8333 a
T2	2 L lixiviado/18 L agua	3,4667 a

Letras diferentes significa que existen diferencias estadísticas

Altamirano,²⁶ reporta una producción de 9,46 Ton FV/ha, e Imbaquingo y Naranjo citados por Castillo,²⁷ establecen una producción de 7,99 Ton FV/ha, datos muy similares a la presente investigación, teniendo en cuenta que fue en un periodo de corte entre los 40 y 60 días, en condiciones óptimas de producción del pasto.

Probablemente el pasto miel tiene un buen comportamiento productivo en condiciones ambientales para la finca El Vergel, aunque el efecto del lixiviado de lombricompost no nos permita diferenciar una varianza considerable para dicha producción. De igual manera, es probable que el fertilizante evaluado necesite un

²⁶ ALTAMIRANO, Op. cit., p. 58 – 60.

²⁷ CASTILLO, N. Análisis del Comportamiento del Aliso *Alnus nepalensis* D. Don, Asociado Con *Brachiaria*, *Brachiaria decumbens* Staff y Pasto Miel *Setaria Sphacelata* (Schumach) Staff & C. E. Hubb y Pasturas en Monocultivo. Trabajo de Grado. Ingeniera Forestal. Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ibarra, Ecuador. 2012. p. 46.

tiempo más prolongado para expresar sus bondades en cuanto a capacidad productiva del pasto y que otorgue así mayores capacidades de carga en producción pecuaria.

7. CONCLUSIONES

- La metodología utilizada fue muy acertada, puesto que al final del ensayo no se presentaron problemas en la recolección y análisis de la información, permitiendo ampliar a futuro un estudio más completo y potencializar el uso de lixiviado de lombricompuesto como un fertilizante natural.
- Para la variable crecimiento del pasto, básicamente el tratamiento que sobresale en el estudio es T2 (2 L de lixiviado y 18 L de agua) con respecto a los otros tratamientos; T0 (sin fertilización) y T1 (1 L de lixiviado y 19 L de agua).
- En alusión a la variable producción de biomasa, no se presenta una significancia estadística entre los tratamientos, posiblemente por el corto tiempo de la investigación y por qué en la obtención de lixiviado no se aprovechó adecuadamente todas sus bondades.
- Por observación de campo, el lixiviado de lombricompuesto mostró cierta capacidad insecticida, presentándose como una buena alternativa para ser utilizado en el control de plagas, disminuyendo así el uso intensivo de insecticidas químicos, favoreciendo notoriamente los costos de producción, los factores medioambientales y disminuyendo problemas de salud en el hombre y los animales en producción.
- Los conocimientos ancestrales y que hacen parte del legado de nuestros pueblos no dejan de ser importantes en los sistemas productivos, no sólo por los beneficios económicos que se puedan obtener sino también por generar técnicas de producción sostenible y sustentable que de cierta manera otorguen recursos naturales a las generaciones futuras.

8. RECOMENDACIONES

- Realizar la investigación en periodos de tiempo prolongados, en donde se efectuó un análisis de suelos y se establezca las praderas desde la siembra de *Setaria sphacelata* hasta por lo menos dos cortes y así evaluar potencialmente el efecto del lixiviado de lombricompuesto.
- Plantear replicas que garanticen efectividad en los resultados y obtener el lixiviado de lombricompuesto lo más puro posible, es decir, a partir del producto final de la lombricomposta (humus de lombriz).
- Examinar muestras del pasto miel en laboratorio para obtener un análisis de Van Soest que permita valorar el efecto nutritivo del fertilizante, bajo distintas cantidades de lixiviado de lombricompuesto.
- Efectuar los cortes a 90 días para considerar un mejor potencial productivo en las praderas y aun más acertado en asociación con leguminosas o en sistemas silvopastoriles.
- Realizar un análisis de costos que permita la reutilización de recursos y destinar de mejor manera la materia orgánica que se genera en los sistemas productivos.
- Difundir entre el sector agropecuario el beneficio de implementar este tipo de técnicas productivas para constituir agroecosistemas capaces de sostenerse con los propios recursos de la finca y que ecológicamente representen un plus en el mercado.

BIBLIOGRAFÍA

ALTAMIRANO, C. Determinación de la productividad forrajera del sistema tradicional de pastoreo con pasto miel frente a un sistema silvopastoril con aliso en Nanegalito. Escuela Politécnica del Ejército. Sangolqui, Ecuador. 2013. 83 p.

ALTIERI, M. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. CLADES-ACAO. La Habana, Cuba. 1997. 249 p.

ALVAREZ, M. Los abonos verdes, una alternativa natural y económica para la agricultura. Cultivos Tropicales. 1995. 165p.

ALVAREZ, S. y LEON, R. Evaluación del incremento de peso de ganado de carne *Bos indicus* en tres intervalos de pastoreo de pasto miel *Setaria sphacelata* en Nanegalito-Pichincha. 2003.

BERNAL, J. Pastos y forrajes tropicales: producción y manejo. 4 edición. Bogotá. Edit. Ángel agro-Ganadería intensiva - Ideagro. 2003. 101p.

BOLLO, E. Lombricultura, una Alternativa de Reciclaje. Ediciones Mundi - Prensa, Barcelona, España. 1999. 150p.

BUELVAS, M. Evaluación de tres tipos de fertilizantes sobre la producción de biomasa y calidad nutricional del parto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) cosechado a cuatro estadios de crecimiento diferentes. Bogotá, D.C. 2009.124 p.

CALDERÓN, J. RODRÍGUEZ, R.; REINES, M.; GONZÁLES, D.; LOZA, J.; GARCIA, J.; JIMENEZ, C. Caracterización Físicoquímica y Bacteriológica de Lixiviados Provenientes de Granja Lombrícola Tlajomulco, Jalisco. Departamento de Ciencias Ambientales. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. México: Universidad de Guadalajara. 36p.

CASTILLO, N. Análisis del comportamiento del aliso *Alnus nepalensis* D. Don, asociado con *Brachiaria decumbens* Staff y pasto miel *Setaria sphacelata* (Schumach) Staff y C. E. Hubb y pasturas en monocultivo. Ibarra, Ecuador. 2012. 46p.

CERVANTES, M. Los abonos orgánicos. [Publicación en línea], Disponible desde http://infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm S/

DAWSON, J. y HATCH, S. A world wide web key to the grass genera of Texas. URL: <http://www.csd.tamu.edu/FLORA/taes/tracy/610/index.html>. 2002.

ESCOBAR, A. Usos potenciales del humus (abono orgánico, lixiviado y solido) en la empresa Fertilombriz. Corporación Universitaria la Sallista. Caldas. Colombia. 2013. 37p.

ESTRADA, J. Pastos y forrajes para el trópico colombiano. Manizales: Ed. Universidad de Caldas. 2003. 288p.

GARCÍA, P. y RAFAEL, E. La lombriz de tierra como una biotecnología en agricultura, Universidad Autónoma de Chapingo, México. 2006. 177 p.

GÓMEZ, D. y VÁSQUEZ, M. Abonos Orgánicos. Serie: Producción Orgánica de Hortalizas de Clima Templado. Programa del gobierno de Honduras auspiciado por la Cooperación Suiza en América Central y facilitado por Swisscontact (PYMERURAL). 2011. 27p.

GONZÁLES, G.; NIETO, A.; MURILLO, B.; RAMÍREZ, R.; VILLAVICENCIO, E.; HERNÁNDEZ, J.; AGUILAR, X.; GUERRERO, Z. Guía técnica para la producción de lombricomposta. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. México. 2012. 153p.

HODGSON J. Manejo de pastos Teoría y práctica. México. Ed. DIANA: 1999. 80p.

HUDSON, N. Conservación del suelo. México: Reverté. 2002.

IFDC-UNIDO. Fertilizer manual. International Fertilizer Development Center. Reference manual R-1. KluwerAcad. Publishers. Muscle Shoals, Alabama. U.S.A. 1998.

IMBAQUINGO, E. y NARANJO, D. Comportamiento inicial de aliso (*Alnus nepalensis* D. Don) y cedro tropical (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight y Arn), asociados con *brachiaria* (*Brachiaria decumbens* Staff.) y pasto miel *Setaria sphacelata* (Schumach) Staff y C. E. Hubb. 2010. 150p.

LEON, F. Memorias de curso PASTURAS TROPICALES: Manejo y utilización de praderas. Medellín: CORPOICA regional 4. 1996. 128p.

MAS, C. *Setaria sphacelata*. Una gramínea a tener en cuenta. Programa Nacional de Pasturas y Forrajes. Argentina. 2007. 4 p.

MORENO, A. Origen, importancia y aplicación de vermicomposta para el desarrollo de especies hortícolas y ornamentales. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 2006.

NMX-FF-109-SCFI-2007. Humus de lombriz. Especificaciones y método de prueba. México: Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. 2008.

PENSIERO, J. Las especies sudamericanas del genero *Setaria* (Poaceae, Paniceae). Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina. 1999. 87p.

REINES, M., RODRIGUEZ, C., SIERRA, A. y VÁSQUEZ, M. Lombrices de tierra con valor comercial. Biología y técnicas de cultivo. México. 1998. 61p.

ROMERO L. MARÍA DEL R. A.; TRINIDAD S. R.; GARCÍA E. y R. FERRARA C. 2000. Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. Agrociencia. 2000. 289p.

SÁNCHEZ, J. Establecimiento de una pradera de *Setaria splendida* (*Setaria sphacelata*) para corte, en la finca Punzara de la Universidad Nacional de Loja. Ecuador. 2011. 93p.

SIERRA, P. Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros. Medellín, Colombia. Edit. U de Antioquia. 2002. 150p.

SOLARES, C. Compilación bibliográfica de la fertilización. Universidad Veracruzana. Veracruz, México. 2011. 102p.

ANEXOS

Anexo A. Análisis estadístico.

Procedimiento GLM		
Información de nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
Trat	3	T0 T1 T2
Repl	9	r1 r2 r3 r4 r5 r6 r7 r8 r9
Numero de observaciones leídas 27		
Numero de observaciones usadas 27		

Procedimiento GLM					
Variable dependiente: Alt 30					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	328.2200000	164.1100000	11.85	0.0003
Error	24	332.2800000	13.8450000		
Total correcto	26	660.5000000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Alt 30 Media
0.496927	22.37006	3.720887	16.63333

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	328.2200000	164.1100000	11.85	0.0003

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	328.2200000	164.1100000	11.85	0.0003

Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Alt 30

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	24
Error de cuadrado medio	13.845
Valor crítico del rango estudentizado	3.53170
Diferencia significativa mínima	4.3803

Tukey Agrupamiento	Media	Numero de observaciones	Trat
A	20.800	9	T2
A	16.833	9	T1
B	12.267	9	T0

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Medias de cuadrados mínimos			
Trat	Alt 30 LSMEAN	Error estándar	Pr > t
T0	12.2666667	1.2402957	<.0001
T1	16.8333333	1.2402957	<.0001
T2	20.8000000	1.2402957	<.0001

Procedimiento GLM					
Variable dependiente: Alt 40					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	457.0896296	228.5448148	35.21	0.0001
Error	24	155.7622222	6.4900926		
Total correcto	26	612.8518519			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Alt 40 Media
0.745840	13.21758	2.547566	19.27407

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	457.0896296	228.5448148	35.21	0.0001

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	457.0896296	228.5448148	35.21	0.0001

Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Alt 40

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	24
Error de cuadrado medio	6.490093
Valor crítico del rango estudentizado	3.53170
Diferencia significativa mínima	2.9991

Tukey Agrupamiento	Media	Numero de observaciones	Trat
A	24.167	9	T2
B	19.556	9	T1
C	14.100	9	T0

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Medias de cuadrados mínimos			
Trat	Alt 40 LSMEAN	Error estándar	Pr > t
T0	14.1000000	0.8491887	<.0001
T1	19.5555556	0.8491887	<.0001
T2	24.1666667	0.8491887	<.0001

Procedimiento GLM					
Variable dependiente: Alt 60					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	319.8274074	159.9137037	7.09	0.0038
Error	24	541.1066667	22.5461111		
Total correcto	26	860.9340741			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Alt 60 Media
0.371489	15.22606	4.748275	31.18519

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	319.8274074	159.9137037	7.09	0.0038

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	319.8274074	159.9137037	7.09	0.0038

Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Alt60

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	24
Error de cuadrado medio	22.54611
Valor crítico del rango estudentizado	3.53170
Diferencia significativa mínima	5.5898

Tukey Agrupamiento	Media	Numero de observaciones	Trat
A	35.556	9	T2
AB	30.856	9	T1
B	27.144	9	T0

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Medias de cuadrados mínimos			
Trat	Alt 60 LSMEAN	Error estándar	Pr > t
T0	27.1444444	1.5827582	<.0001
T1	30.8555556	1.5827582	<.0001
T2	35.5555556	1.5827582	<.0001

Procedimiento GLM		
Información de nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
Trat	3	T0 T1 T2
Numero de observaciones leídas 9		
Numero de observaciones usadas 9		

Procedimiento GLM					
Variable dependiente: Pro 60					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	3.48222222	1.74111111	5.22	0.0486
Error	6	2.00000000	0.33333333		
Total correcto	8	5.48222222			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Pro 60 Media
0.635184	14.59593	0.577350	3.955556

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	3.48222222	1.74111111	5.22	0.0486

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	3.48222222	1.74111111	5.22	0.0486

Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Pro60

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	6
Error de cuadrado medio	0.333333
Valor crítico del rango estudentizado	4.33902
Diferencia significativa mínima	1.4463

Tukey Agrupamiento	Media	Numero de observaciones	Trat
A	4.8333	3	T1
A	3.5667	3	T0
A	3.4667	3	T2

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Medias de cuadrados mínimos			
Trat	Pro 60 LSMEAN	Error estándar	Pr > t
T0	3.56666667	0.3333333	<.0001
T1	4.83333333	0.3333333	<.0001
T2	3.46666667	0.3333333	<.0001

Anexo B. Cronograma de actividades.

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN		EVALUACIÓN DE LIXIVIADO DE LOMBRICOMPUESTO COMO FERTILIZANTE SOBRE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y EL CRECIMIENTO DEL PASTO MIEL (<i>Setaria sphacelata</i>) EN LA FINCA EL VERGEL, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO, DEPARTAMENTO DE PUTUMAYO													
DURACIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO EN MESES		3 meses (Noviembre – Diciembre – Enero)													
N°	ACTIVIDADES	SEMANAS													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	Conformación del grupo y elección del tema	█													
2	Título provisional y planteamiento del problema		█												
3	Acondicionamiento del terreno en San Francisco		█	█											
4	Establecimiento de parcelas para evaluación				█										
5	Establecimiento de cunas para lombricomposteo				█										
6	Obtención del lixiviado de lombricomposteo				█	█	█								
7	Aplicación del fertilizante orgánico						█	█	█	█	█	█			
8	Levantamiento de información y datos a evaluar						█	█	█	█	█	█			
9	Sistematización de datos													█	
10	Discusión de resultados obtenidos										█	█	█		
11	Elaboración de informe preliminar								█	█	█	█	█		
12	Revisión de informe preliminar												█		
13	Correcciones acordes a la evaluación												█		
14	Elaboración del trabajo final												█	█	
15	Sustentación de la investigación														█