

**PROCESO DE LOMBRICOMPOSTAJE PARA LA PRODUCCIÓN DE BIO-ABONO
EN LA RESERVA FORESTAL, FINCA MAMEYALES, MUNICIPIO DE PIOJÓ.
ATLÁNTICO.**

AUTORES:

EDGAR ANDRÉS MERIÑO VALLE

JHONY ALBERTO OLAVE LOPEZ

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
INGENIERIA AMBIENTAL-ZOOTECNIA**

PIOJO – ATLÁNTICO

2019

**PROCESO DE LOMBRICOMPOSTAJE PARA LA PRODUCCIÓN DE BIO-ABONO
EN LA RESERVA FORESTAL, FINCA MAMEYALES, MUNICIPIO DE PIOJÓ.
ATLÁNTICO.**

**TRABAJO DE GRADO PROYECTO APLICADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE
INGENIERO AMBIENTAL/ZOOTECNISTA**

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO
ALEJANDRA MARGARITA OLMEDO
INGENIERA AMBIENTAL**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
INGENIERÍA AMBIENTAL/ZOOTECNIA**

PIOJO – ATLÁNTICO

2019

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a DIOS nuestro señor, a nuestros familiares quienes nos han acompañado en el camino de la vida y sobretodo en alcanzar uno de nuestros sueños anhelados como es la de obtener un título profesional, a mis compañeros, a los empleados de la finca de los Mameyales y de manera muy especial a nuestros tutores Carlos Orozco y Alejandra Olmedo quienes fueron nuestros pilares fundamentales para sacar adelante este proyecto aplicado y lograr nuestro grado.

Contenido

Lista de figuras:.....	5
Resumen.....	7
Abstract.....	8
1. Introducción.....	9
2. Justificación.....	11
3. Objetivos.....	13
3.1 Objetivo general:.....	13
Utilizar la eficiencia del lombricompostaje para la producción de bioabono en la reserva forestal, “los Mameyales”, Municipio de Piojó, departamento del Atlántico.	13
3.2 Objetivos específicos:	13
4. Planteamiento del problema.....	14
7. Marco conceptual.....	16
8. Marco teórico.....	23
5. Geolocalización.....	28
6. Clima	30
9. Metodología.....	33
Discusión.....	58
13. Referencias bibliográficas.....	63

Lista de figuras:

Figura 1. Características externas de la lombriz	20
Figura 2. Sistema muscular de la lombriz.....	21
Figura 3. Sistema circulatorio de la lombriz.....	21
Figura 4. Vista lateral del sistema circulatorio de la lombriz	22
Figura 5. Sistema reproductor y su fase de acoplamiento	22
Figura 6. Localización del proyecto.....	28
Figura 7. Area de implementación del proyecto.....	29
Figura 8. Cercado, techado y construcción de dos camas.....	34
Figura 9. Momento en que se realizaba prueba de supervivencia de lombrices.....	35
Figura 10.Capacidad reproductiva de Eisenia Foetida en diferentes sustratos	36
Figura 11.Adecuación de la bovinaza precompostada junto a lombrices traídas por lombricol ..	37
Figura 12.Fases de microorganismos presentes en bovinaza.....	39
Figura 13.Preparación y adecuación del sustrato que se usaría en días posteriores	41
Figura 14. Formación en pilas de la bovinaza	41
Figura 15.Sistema de riego con baldes	42
Figura 16.Proceso de empacado de bovinaza en costales.....	43
Figura 17.Prueba con tester de PH.....	43
Figura 18. Presencia de salamandra.....	44
Figura 19.Presencia de poli-sombra en camas	44
Figura 20.Recubrimiento con plástico en zona interior	45
Figura 21.Prueba de puño	50

Lista de tablas:

Tabla 1.Diferentes tipos de materiales y sus recomendaciones	26
Tabla 2.Clasificacion de bacterias según rango óptimo de temperaturas	38
Tabla 3.Enemigos de las lombrices:	46
Tabla 4.Parametros fisicoquímicos	47
Tabla 5.Resultados obtenidos	55
Tabla 6.Elementos vitales en el suelo	56

Resumen

El presente proyecto aplicado se enfoca en describir la generación de Bioabono, mediante el uso de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), la cual a condiciones metabólicas adecuadas fomentan la degradación de residuos sólidos orgánicos. Se evaluó el proceso de obtención de Bioabono a partir de residuos domiciliarios putrescibles de la finca Mameyales, y de la bovinaza producida en los corrales aledaños; proyectando la cantidad de abono posible a producir por el sector, logrando de esta forma motivar a la comunidad a desarrollar nuevos proyectos, y mecanismos de desarrollo limpio. El Bioabono obtenido presento buena calidad en relación con la normatividad vigente establecida por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA.

Para el desarrollo del presente proyecto primero se realizó un estudio del diseño de las camas en el terreno, posteriormente se procedió con la construcción de las mismas, se agregó el sustrato y se hicieron las adecuaciones para darles ingreso a las lombrices, una vez acondicionadas se empezaron las jornadas de mantenimiento, obteniendo como resultado 750 kilos de bio abono en nuestra primera producción.

Este producto generado se convirtió en un insumo importante para la finca, debido a sus extraordinarias cualidades, mejorando así los suelos en términos físicos, químicos y biológicos. Lo más importante de esta actividad fue la generación de consciencia generada y la capacitación para que este tipo de alternativa se siga empleando con fines sostenibles.

Palabras claves: Bio-abono, residuos sólidos orgánicos, residuos domiciliarios putrescibles, sustrato, bovinaza y degradación.

Abstract

Eisenia foetida, which is a metabolic condition, promotes the degradation of solid waste. The process of obtaining bioabdomon was evaluated in the domiciles of the Mameyales farm, and of the production of food products in the corrals. The project of the amount of fertilizer is possible to produce by the sector, the registration of this form to motivate the community to develop new projects, and clean development mechanisms. Bioabono obtained a good relationship with the current norm with the ICA Colombian Agricultural Institute.

For the development of the present project, a study was first carried out for the design of the beds in the land, then the beds were built, the substrate was found and it was adapted for the entrance to the earthworms, once it was determined, work began on the maintenance days, Obtaining as a result 750 kilos of bio fertilizer in our first production.

This product has become an important element in the farm due to its extraordinary qualities, thus improving the terms in physical, chemical and biological terms. The most important of this activity is the generation of awareness and training for this type of alternative.

Key words: bio-fertilizer, organic solid waste, putrescible household waste, substrate, bovinaza and degradation.

1. Introducción

El método tradicional de la agricultura, genera un impacto ambiental muy fuerte; seguramente es uno de los agentes más contaminantes del suelo y quizá uno de los mayores problemas de la humanidad. Anualmente se contamina el suelo con miles de toneladas de productos químicos dentro de los que destacan el nitrato, fosforo y potasio (Fernández y Leiva, 2003).

Para contrarrestar los hábitos dañinos del hombre, nacen métodos alternativos que incentivan el desarrollo sostenible en las distintas explotaciones agropecuarias, con la utilización de recursos naturales que tengan el menor impacto posible en los diferentes procesos productivos, dentro de esos se destaca el lombricompostaje que constituye un medio de descontaminación ambiental, debido a que es una herramienta sencilla, asequible y especialmente poderosa en la recuperación de los suelos (Moreno, 2001).

Teniendo en cuenta que el abono orgánico producido por la *Eisenia foetida* interactúa de manera positiva con las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo, nos resultó importante estudiar en profundidad el comportamiento de este abono orgánico para poder ser utilizado de acuerdo al tipo de cultivo y a las necesidades mismas del suelo, para esto se hizo necesario tener mayor información sobre los nutrientes y el uso de este producto natural el cual se obtuvo del sustrato de bovinaza Pasto Guinea Mombasa (*Panicum máximum*, Jacq). Este proyecto se ejecutó en la finca los Mameyales, en el municipio de piojo, departamento del Atlántico.

Las lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*) fueron criadas intensamente a partir de los años 50 en California. Esta especie es originaria de Eurasia; y en alguna literatura no científica se denominó "rojo híbrido" lo que ha dado lugar a confusiones ya que no se trata de un híbrido sino de una lombriz que al igual que el resto de sus parientes es el resultado de la selección natural

siendo la especie más cultivada en el mundo entero. Mediante el aporte de humus de lombriz, es posible restaurar tierras que han sido devastadas por la erosión continua producida por ciertas explotaciones agrícolas, el uso continuo de fertilizantes artificiales, y muchos otros factores degradantes (labrador ,1997)

En este contexto, consciente que la aplicación de humus de lombriz ha evolucionado a un ritmo comparativo y marcadamente acelerado en los años recientes, se invita a través de la lectura de ésta información, a incorporarse a la práctica de ésta biotecnología, desarrollando innovaciones y adaptaciones de acuerdo al medio que les rodea, permitiendo en definitiva colaborar a la protección del medioambiente, obtener mayores y mejores rendimientos de producción, reduciendo los costos y minimizando los riesgos productivos.

El municipio donde se realizó el proyecto, tenía serios problemas de erosión en los suelos y por lo tanto los arboles no contaban con la cantidad de nutrientes adecuados para mantener el ecosistema, generando pérdida de fauna y flora, el desarrollo del proceso para acabar con dicha problemática, como se podrá identificar más adelante. A lo largo de la evolución del grupo de actividades sostenibles realizadas, se destaca la generación de consciencia y transferencia de conocimiento de la comunidad para que no solo en la finca intervenida se siga empleando, sino que en todo el municipio, el cual en términos generales posee pérdida masiva de nutrientes y por ende baja producción agrícola.

Se logró fertilizar, airear y transformar el suelo, generando un espectacular insumo, cada detalle será representado a continuación

2. Justificación

La constante acción antrópica en el Municipio de Piojo departamento del Atlántico, ha generado durante años, degradación ambiental del ecosistema y se manifestó visualmente en la cobertura vegetal y descenso de la productividad agrícola, asociándose con cambios importantes en la calidad del suelo, por lo tanto decidimos restaurar, rehabilitar y recuperar por medio de prácticas sostenibles y limpias.

Se realizó una reestructuración del suelo por medio de la obtención de lombricompostaje, siendo aplicado de forma directa a las plantas que se encontraban en la finca Los Mameyales, influyendo de forma positiva en factores físicos como: porosidad, aireación, retención de agua, infiltración, disponibilidad y adsorción de nutrimentos; respecto a los factores químicos el PH se volvió neutro, la concentración de sales disminuyó junto al porcentaje de nitrógeno total. Sumado a esto se pudo prevenir y controlar la severidad de las enfermedades del suelo, ya que se incrementó la capacidad biológica de este para amortiguar los patógenos reduciendo considerablemente su número. Al aplicar al suelo humus producto de la acción de la lombriz, se promovió el crecimiento de las raíces y la absorción de nutrientes, incrementando el rendimiento de plantas fructíferas y tubérculos, la diversidad de microflora radical en estas plantas aumento junto a la micriobiostasis en la rizosfera.

La problemática era el suelo y de esto se desprendió daño al ecosistema, ya que los arboles no ofrecían los frutos y la sombra necesaria para abastecer la fauna que en el sector habita, disminuyendo así el número de especies.

Debido a todo lo mencionado anteriormente se realizó este proyecto aplicado el cuál aporta una tecnología adecuada para implementar la bioremediación de suelos devastados por la deforestación, de una manera amigable con el medio ambiente, disminuyendo costos y tiempo.

Este proyecto se encuentra enmarcado en un desarrollo sostenible y es una iniciativa ambiental donde se encuentra solución para la recuperación de suelos degradados por la deforestación, impactando directamente tres factores fundamentales como son: el factor ambiental, el factor social, y el factor económico. Esta tecnología de bioremediación, se implementa de una forma sencilla y eficiente, abaratando costos en la implementación para remediar suelos degradados.

Esto fue posible gracias a un excelente equipo humano, la obtención de los materiales, suministros y equipos tecnológicos de menor cuantía, ubicamos la parte más plana de la finca y empezamos con la ubicación de camas las cuales fueron abastecidas con bovinaza, posteriormente fueron agregadas las lombrices californianas, cuando estas empezaron a generar humus, este mismo fue empleado en la mejora del suelo, trajo consigo un paulatino progreso en el ecosistema, como producto obtuvimos aumento de población de fauna y flora.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general:

Utilizar la eficiencia del lombricompostaje para la producción de bioabono en la reserva forestal, “los Mameyales”, Municipio de Piojó, departamento del Atlántico.

3.2 Objetivos específicos:

- Elaboración de lombricomposta y obtención de humus de lombriz para mejorar los suelos degradados de la reserva.
- Aprovechar los residuos sólidos orgánicos producidos en la finca utilizándolos en la construcción de camas.
- Disminuir los malos olores ocasionados por los lixiviados de los residuos sólidos.
- Mejorar calidad de vida de fauna y flora en la reserva

4. Planteamiento del problema

Los suelos en la Finca Los Mameyales son de topografía ondulada, se tornan erosionados y la capa vegetal se ha perdido paulatinamente a través de los años, por lo cual evidencia que el suelo necesitaba con urgencia soluciones rápidas y efectivas para el mejoramiento de su composición tanto física como química. Esto nos llevó a la necesidad de utilizar un recurso económico y amigable con el ambiente como el humus producto de la lombrinaza. El territorio del municipio presenta un paisaje deforestado y algunos relictos de lo que fue una vegetación densa de sabana alta. Las plantas existentes son especies vegetales con adaptaciones fisiológicas para sobrevivir en condiciones de alta salinidad de los suelos. En esta zona se encuentran plantas arbustivas entre las cuales sobresalen el aromito, trupillo, naranjitos, manzanillo, cardón y zarza. La erosión de los suelos en la finca, se ha detectado de grado ligero, en áreas de aptitud agraria con erosión ligera a moderada; la ganadería extensiva en suelos aledaños con pendientes moderadas, ha ocasionado desestabilización del PH, tendiendo a ser ácido. En cuanto a la temperatura del departamento registra valores máximos de 29.9°C y mínimos de 25°C Las lluvias de la zona son de carácter térmico. La distribución anual de lluvias es en general de régimen bimodal en el que se alternan dos temporadas lluviosas, en los meses de mayo a junio y de agosto a noviembre y dos secos de diciembre a abril y de junio a julio. La actividad agropecuaria de estos suelos está muy limitada por sus deficientes condiciones climáticas, las fuertes pendientes, la alta susceptibilidad a la erosión y algunas restricciones en la profundización radicular debido a la presencia de sales en el subsuelo o de roca cerca de la superficie. Sus suelos Son aptos para la reforestación, conservación de la vegetación natural existente y agricultura de subsistencia. En cuanto a la fauna podemos destacar la población silvestre del mono tití, mono aullador y gran variedad de aves que utilizan estos bosques como hábitat.

La principal problemática es el suelo y de esto se desprende el daño al ecosistema ya que los árboles no ofrecen los frutos y la sombra necesaria para abastecer la fauna que en el sector habita, disminuyendo la población de mamíferos y aves. Se empleó un pH metro y se determinó que existía mucha acidez en los suelos, generando poca disponibilidad de nutrientes, lo cual explica la baja productividad de los árboles. Aunque la acidificación es un proceso natural, la ganadería, la polución y otras actividades humanas aceleran este proceso la capa vegetal se ha ido perdiendo paulatinamente a través de los años por lo cual evidencia que el suelo necesitaba con urgencia soluciones rápidas y efectivas para el mejoramiento de su composición tanto física como química. Entonces se llega a la necesidad de utilizar un recurso económico y amigable con el ambiente: el humus producto de la lombrinaza.

7. Marco conceptual

Piojó es un municipio colombiano, ubicado en el departamento del Atlántico, en la costa caribe de Colombia. El territorio es relativamente quebrado y tiene las mayores elevaciones del departamento.

La contaminación del ambiente es uno de los problemas que el hombre enfrenta y que intenta resolver, existen diferentes alternativas y una de ellas es la lombricultura que se encarga de la limpieza de desechos orgánicos utilizando lombriz roja californiana y los convierte en el mejor abono orgánico del mundo.

El lombricompostaje es una técnica usada para la producción de composta, que promueve el desarrollo sustentable, es una opción para mejorar la calidad del suelo gracias al efecto que tiene la lombriz sobre la transformación de la materia orgánica (Bermúdez 1994). Escobar (2001) comenta que el excremento de las lombrices o lombricomposta, provee de alimento a plantas y microorganismos.

La mezcla de compuestos orgánicos incorporados al suelo representa un beneficio directo para la agricultura, ya que promueve un suelo saludable al hacerlo más poroso, mejorando el intercambio gaseoso y nutricional que requieren las plantas. Además, se propicia un pH neutro para el cultivo de cualquier tipo de vegetales (Schuld, 2008). (Tineo, 1991). Define la lombricultura como: “la crianza y manejo de lombrices de tierra en condiciones de cautividad”; con la finalidad básica de obtener con ella dos productos de mucha importancia para el hombre: el humus como fertilizante, enmienda de uso agrícola y la proteína (carne fresca o harina), como suplemento para raciones de animales. Por lo tanto, todas las operaciones diversas relacionadas con la cría y manejo de lombrices, se le llama lombricultura.

En el proceso de obtención de humus (producto final generado por las lombrices), lo primero que se debe hacer es suministrar heces sólidas de bovinos mezcladas con aserrín, viruta o cascarilla de arroz, también conocido como bovinaza, ellas hacen el resto de la tarea.

Conceptos generales de la lombriz californiana:[AMOM1]

- ✓ Es de color rojo oscuro.
- ✓ Respira por medio de su piel.
- ✓ Mide de 6 a 8 cm de largo, de 3 a 5 milímetros de diámetro y pesa hasta aproximadamente 1,4 gramos.
- ✓ No soporta la luz solar, una lombriz expuesta a los rayos del sol muere en unos pocos minutos.
- ✓ Vive aproximadamente unos 4,5 años y puede llegar a producir, bajo ciertas condiciones, hasta 1.300 lombrices al año.
- ✓ La lombriz californiana avanza excavando en el terreno a medida que come, depositando sus deyecciones y convirtiendo este terreno en uno mucho más fértil que el que pueda lograrse con los mejores fertilizantes artificiales.

Comparando con el material orgánico que ingieren, los excrementos de la lombriz contienen:

- ✓ 5 veces más nitrógeno
- ✓ 7 veces más fósforo
- ✓ 5 veces más potasio
- ✓ 2 veces más calcio.

Las lombrices californianas pueden criarse en cualquier lugar del planeta que posea temperaturas que no superen los 40°C, y al menos, una temporada con temperaturas promedio inferiores, siendo los climas templados los ideales. Estas lombrices, de 14°C a 27°C alcanzan la máxima capacidad de reproducción, se reproducirán menos durante los meses más cálidos y los más fríos; Cuando la temperatura es inferior a 7°C, las lombrices no se reproducen, pero siguen produciendo abono, aunque en menor cantidad.

Las lombrices adultas pesan de 0,24 hasta 1,4 gramos, comiendo una ración diaria que tiende su propio peso, de la cual un 55% se traduce en abono, lo que hace muy interesante a la lombricultura, incluso si consideramos la carne de lombriz producida a partir de desperdicios.

Separarlas del lombricompuesto es un proceso muy sencillo. Solo hay que dejarlas uno o dos días sin alimento (no agregar alimento), y después poner alimento nuevo a un lado del lugar donde se encuentran.

Las lombrices en busca de alimento irán a su nuevo lugar rápidamente (el 50% de las lombrices llegará en solo unas horas). Pero quedarán en el lombricompuesto los capullos y las pequeñas lombrices, para que lleguen a trasladarse las pequeñas lombrices y las que nacerán después es necesario esperar al menos 30 días. Si solo desea vender lombrices puede extraer una gran cantidad solo colocando alimento nuevo y extraerlo al cabo de unos días. De esa manera le quedaran capullos, pequeñas lombrices, y un porcentaje de adultos para continuar con la producción. La lombricultura es un negocio que está en expansión, y en un futuro será indispensable para la subsistencia de los campos.

Actualmente, en Europa es mayor la demanda que la oferta tanto de lombrices como de humus de lombriz. No obstante, fuera del ámbito local, los mercados potencialmente más interesantes para la exportación son África, Arabia y Asia.

La única forma de restituir la fertilidad de un campo que ha sido explotado con fertilizantes artificiales durante mucho tiempo es con humus de lombriz. Un campo que ya no sirve para cultivos, puede producir aún más de lo que producía en su mejor época, solo con la aplicación del único abono 100% orgánico (Humus de lombriz). También pueden criarse para la producción de abono para el hogar, pero en este caso, se tendrá un excedente de lombrices que, cada cierto tiempo deberá ser retirado, este excedente puede venderse, regalarse, o acumularse para obtener una mayor producción.

Barradas (2009) [AMOM2] se refiere a las lombrices como entes que aceptan con gran voracidad todo tipo de desechos agropecuarios (guanos, rastrojos de cultivos, orujo, residuos de hortalizas y frutas, malezas, etc.) También puede utilizar desechos orgánicos de la industria, la ciudad, mataderos y otros. Esta variedad de lombriz es una excelente recuperadora orgánica, siendo muy voraz, su color es rojo y el largo promedio adulto alcanza entre 7 y 10 centímetros, con un diámetro de 2 a 3 milímetros y unos pesos promedio de 1 gramo. La lombriz EISENIA FOETIDA no sufre de ningún tipo de enfermedad, no trasmite enfermedad alguna, viviendo en criadero un promedio de 15 a 20 años. Es un animal de una gran capacidad de adaptación, siendo esencial eso sí adaptarla a toda nueva situación en forma paulatina. Estudiosos de la lombricultura afirman que el único verdadero peligro para las lombrices es el hombre, en efecto, sólo el mal manejo de un plantel reviste serio peligro para éste. La lombriz puede morir en su lecho por temperaturas que bajen de cero grado centígrado o supere los 35° C.

Otro riesgo de muerte para la lombriz es el envenenamiento proteico, razón por la que se debe insistir en todo tipo de precauciones en la preparación y colocación de alimentos.

Características externas de la lombriz:

- SIMETRÍA: bilateral
- COLOR: rojizo en el dorso rojo pálido ventralmente.
- ANILLOS O SOMITOS: total 95
- BOCA: anillo 1 – sin dientes ni mandíbulas (succiona), lóbulo carnososo o Prostomio (espolón)
- CUTÍCULA: Pared exterior que recubre la epidermis posee glándulas en todos los anillos que secretan Mucus, lo que permite su humedad y flexibilidad.
- QUETAS O CERDAS: dos ventrales y dos laterales entre anillos 2 y 94.
- NEFRIDIOPORO: abertura excretora ubicación lateroventral a cada lado de los anillos 4 a 94.
- PORO DORSAL: ubicado entre los anillos 8 - 9 y 95, comunica la cavidad del cuerpo y el exterior del surco de cada anillo.
- RECEPTÁCULOS SEMINALES (4): ubicados en la parte lateral de los surcos entre anillos 9 – 10 y 10 – 11.
- CONDUCTOS ESPERMATICOS PARES: ubicados ventralmente en el anillo 15.
- POROS DE CELULAS SENSITIVAS: ubicadas en todos los anillos.
- CLITELO: órgano que cumple funciones reproductivas, ubicado entre los anillos 32 y 37.
- ANO: abertura oval y vertical ubicada en el anillo 95

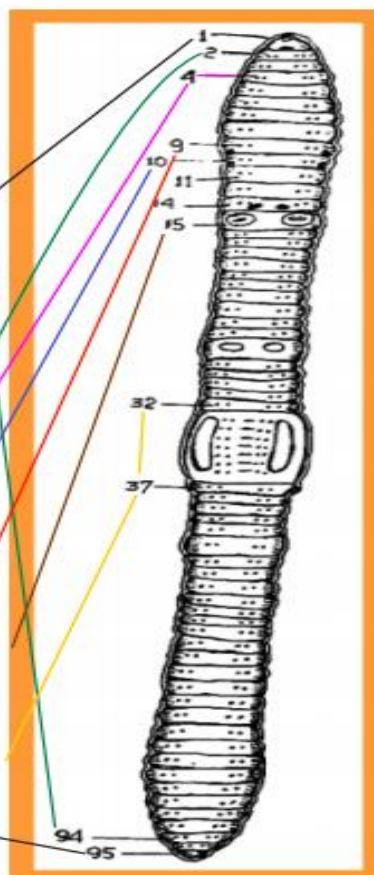


Figura 1. Características externas de la lombriz

Fuente: Araya –Mejía. P. Manual de lombricultura 2007

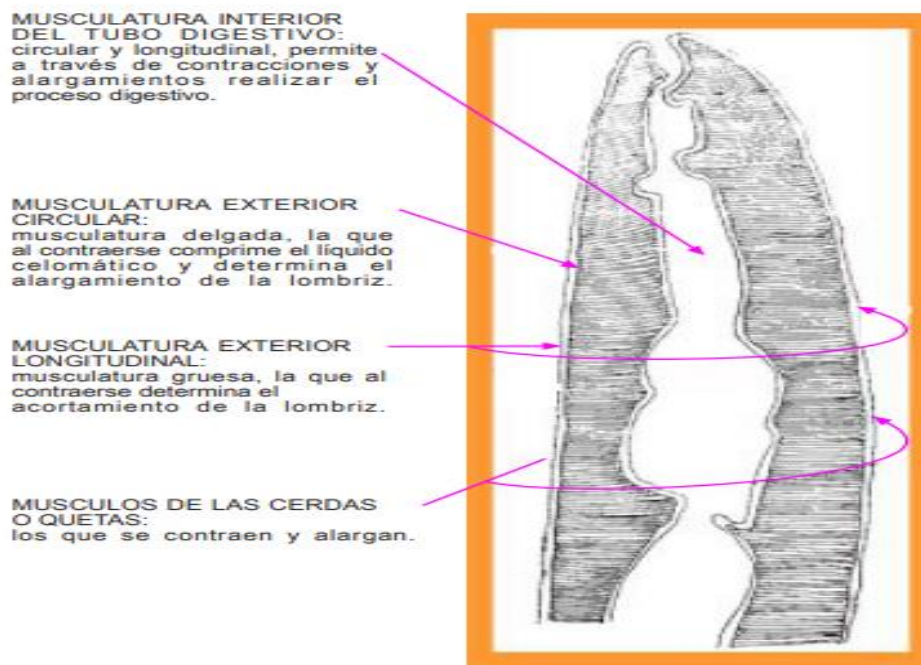


Figura 2. Sistema muscular de la lombriz

Fuente: Araya –Mejía.P. Manual de lombricultura 2007

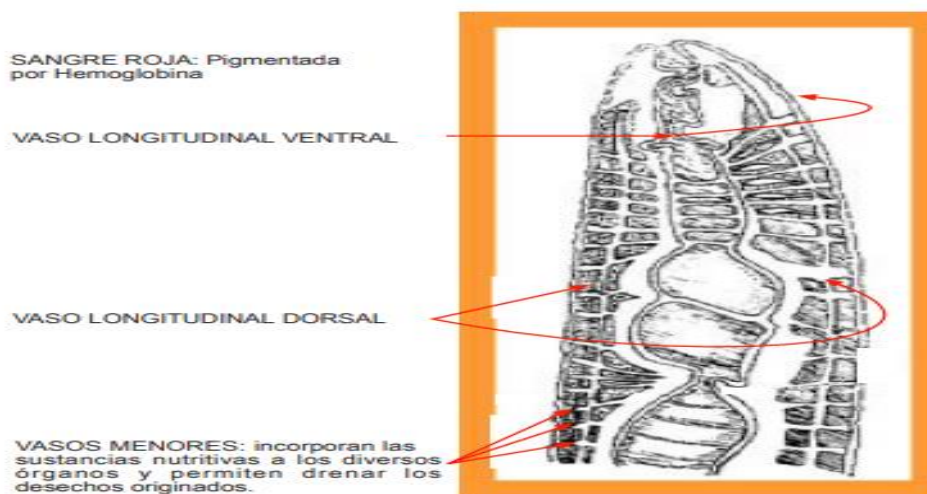


Figura 3. Sistema circulatorio de la lombriz

Fuente: Araya –Mejía.P. Manual de lombricultura 2007

Vista lateral del aparato circulatorio (tercio anterior) de un anelido y sentido de la circulación (flechas).

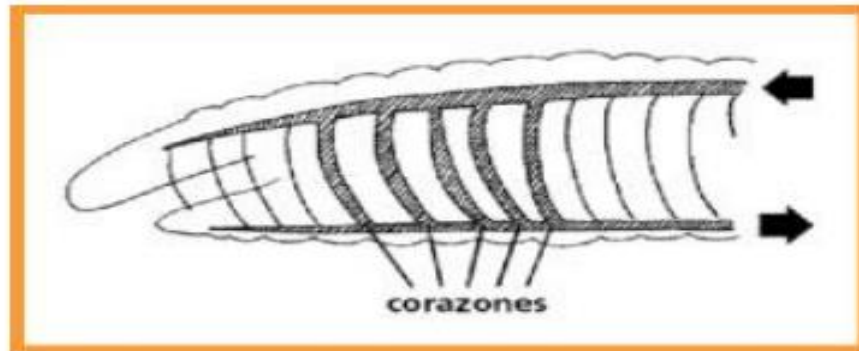
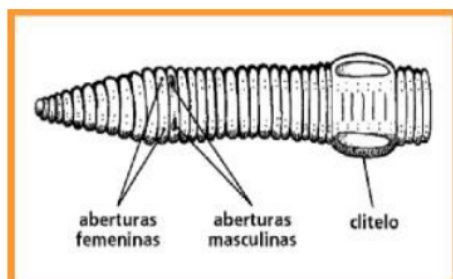


Figura 4. Vista lateral del sistema circulatorio de la lombriz

Fuente: Araya –Mejía.P. Manual de lombricultura 2007



Posición de Lombrices en Fase de Acoplamiento

Figura 5. Sistema reproductor y su fase de acoplamiento

Fuente: Araya –Mejía.P. Manual de lombricultura 2007

8. Marco teórico

Se tiene conocimiento de que la lombriz empezó su evolución hace 700 millones de años, alcanzando su forma actual hace 500 millones de años y al principio de la era secundaria se diversifican en: lombriz de mar, agua dulce y tierra. En la antigua Grecia, Aristóteles (322- 384 A.C.); manifestó que las lombrices eran los intestinos del suelo y que contribuían a la fertilidad del mismo. En Egipto, se les consideraba un animal valioso por contribuir a la fertilidad del suelo, al grado de castigar con la pena de muerte a la persona que exportara lombrices a otras tierras. Los Incas en el antiguo Perú, ya apreciaban la importancia de estas especies en las tierras de cultivo; incluso uno de los valles más fértil y sagrado para los Incas fue llamado Urumba, en honor a la lombriz, ya que es palabra compuesta de origen Quechua; Urur lombriz y bamba, valle (valle de lombrices).

La reina Cleopatra del antiguo Egipto le confirió el título de “animal sagrado”, y a las personas que trataban de sacarlas de su reino a otros territorios, eran castigados con la pena máxima.

Pero sólo hasta 1880, no se tuvo datos científicos sobre este anélido.

En el año 1775, Sir Gilbert White conoció a través de sus estudios la extraordinaria importancia de la lombriz, y escribió el primer libro sobre el tema " La lombriz promotora de la vegetación". Pero lo más importante de este libro fue que casualmente a la edad de ocho años Charles Darwin (1809 - 1882) lo leyó, y le produjo tal motivación que lo llevo a estudiar e investigar las lombrices hasta el día en que falleció. A Charles Darwin se lo conoce comúnmente por la "Teoría de las especies y su evolución" , desconociéndose el hecho que escribió el libro "La Producción de Tierra Vegetal por Medio de las Lombrices", donde plasmó sus estudios e investigaciones, después de más de cien años de su muerte sigue teniendo vigencia y es considerado la Biblia de los lombricultores. Pocos años después, en 1900 el Dr. George Sheffield continúa los estudios de

Darwin en su libro " Nuestra Amiga La Lombriz", donde demuestra la mayor productividad del huerto gracias a la presencia de lombrices en el suelo. Charles Darwin a pesar de sus estudios de tecnología, se interesó por las lombrices desde temprana edad y fue así que escribió el libro "The formation of vegetable mould through the action of worms, with observation on their habits" en 1881, que traducido al español se puede resumir así: La formación de la tierra vegetal por acción de las lombrices, en dicho libro Darwin indica: "el arado es una de las más antiguas y útiles invenciones del hombre, pero mucho antes de que él existiera, la tierra era arada regular y continuamente por las lombrices. Probablemente el hombre; reconocerá un día la gigantesca obra que realizan estos anélidos".

La importancia de los conocimientos de Darwin radica en el estudio profundo de la biología de la lombriz, sus hábitos y hábitat, además del método de investigación llevado a cabo. Todo lo anterior le ha merecido al famoso sabio ser considerado como el padre de la lombricultura

La lombriz roja californiana *Eisenia foetida*, es de las especies que más se adaptan a su crianza en cautiverio se desarrolla en todo el mundo, ellas realizan una de las actividades más beneficiosas en la explotación pecuaria, mejorando la fertilidad de los suelos. *E. foetida*, es la especie más utilizada en cultivo intensivo, se le puede cultivar en pequeña y gran escala, bajo techo o a la intemperie, con diversos climas, tipos de alimento y altitudes.

En Honduras, investigadores como Rodríguez y Pineda (1997), realizaron estudios para determinar la calidad y conversión del abono producido con seis substratos y capacidad reproductiva: En el Centro de Investigación y Capacitación "Dr. Jesús Aguilar Paz", situado en La Fé, Santa Bárbara, al igual que otros centros de investigación del IHCAFE en todo el país, se le viene cultivando desde 1993; se hace en forma semi-industrial, en pilas de concreto de 1 x 2 m x 30 cm; con capacidad para almacenar substrato de 1 m³; utilizando varias opciones con fines de enseñanza

para la crianza de la lombriz *E. foetida*, es necesario contar con algunas herramientas como pala, azadón, zaranda para separar lombrices, mangueras, PVC, sustrato, un operador y carreta de mano para transporte del alimento. Es necesario dejar por lo menos una área de una tarea (437 m²) de terreno para dedicarse a la lombricultura; utilizando los materiales disponibles que hay en la finca, como el erul (*Pteridium aquilinum*), postes de cón o tatascán (*Perymenium grande*), alambre de púas y alambre de amarre se prepara una ramada o tendal, que servirá para proteger como techo las camas donde se sembrarán las lombrices. Para la crianza de la lombriz debemos tener en cuenta lo siguiente:

- Preparación de arriates o camas de crianza
- Preparación del sustrato.
- Siembra de lombrices.
- Manejo de arriates o camas.
- Cosecha de humus y lombriz.
- Temperatura, humedad, pH.
- Riego disponible

Tipos de materiales empleados en el proceso de lombricompostaje y sus recomendaciones:

Tabla 1.Diferentes tipos de materiales y sus recomendaciones

MATERIAL	RECOMENDACIONES
Restos de madera	No utilizar porque el contenido de taninos puede matar las lombrices
Materiales vegetales verdes	Deben comportarse antes de ser mezclados con otros alimentos y triturarse
Desperdicios de mataderos	Requieren de uno a dos días para escurrir antes de ser usados
Estierco de corral	No conviene ser usado si aún no han transcurrido 30 días de haber sido tratados
Estiércol de bovino	Deben mezclarse con residuos vegetales descompuestos
Papel Impreso	No debe contener tinta a color. La tinta negra debe tratar de removerse manteniendo el papel en agua durante varios días
Estiércol de cerdo , pollos y gallinas	No son aconsejables por el grado de acidez

Fuente: Manual de lombricultura del SENA

Residuo orgánico Características del Residuo:

Estiércol de vaca [AMOM3] Posee un alto valor nutritivo, cuando se moja en exceso se compacta y no permite que la lombriz viva en su interior. Es preciso mezclarlo con materia vegetal de fibra larga para obtener un alimento esponjoso. Estiércol de conejo Es el más apetecido por la lombriz, por sus características físicas es de fácil manejo.

Estiércol de caballo Es otro de los buenos alimentos para la lombriz y es de fácil manejo Estiércol de oveja Un muy buen alimento de lombriz y de fácil manejo Estiércol de gallina Es un estiércol muy fuerte, es indispensable mezclarlo con fibra vegetal larga a objeto de bajar su nivel de proteínas, hacerlo esponjoso y evitar exceso de escurrimiento al humedecerlo.

Estiércol de cerdo Requiere ser mezclado con fibra vegetal larga para reducir su concentración proteica y hacerlo más esponjoso. Desechos de hortalizas Al descomponerse se transforman en una especie de papilla a la cual la lombriz no puede acceder fácilmente. Es preciso incorporar fibra vegetal larga para mejorar el alimento.

Aserrines y virutas Se deben preferir aquellos que provienen de maderas blancas. Los que se originan de maderas rojas contienen un alto porcentaje de taninos y lignina. El tanino es un veneno que puede matar a la lombriz. Como norma general, se recomienda incorporar fibra vegetal larga a todo tipo de aserrines y virutas de maderas, dado que la alta concentración de microorganismos que contienen los estiércoles permite acelerar el rompimiento de la molécula de la lignina acelerando la descomposición del material

5. Geolocalización

El proyecto se realizó en la finca los Mameyales, ubicada en el municipio de piojo, situado al noroccidente del Departamento del Atlántico, específicamente en las coordenadas: latitud 10.744631° , longitud -75.093948° (489728.00 m E, 1187745.00 m N).

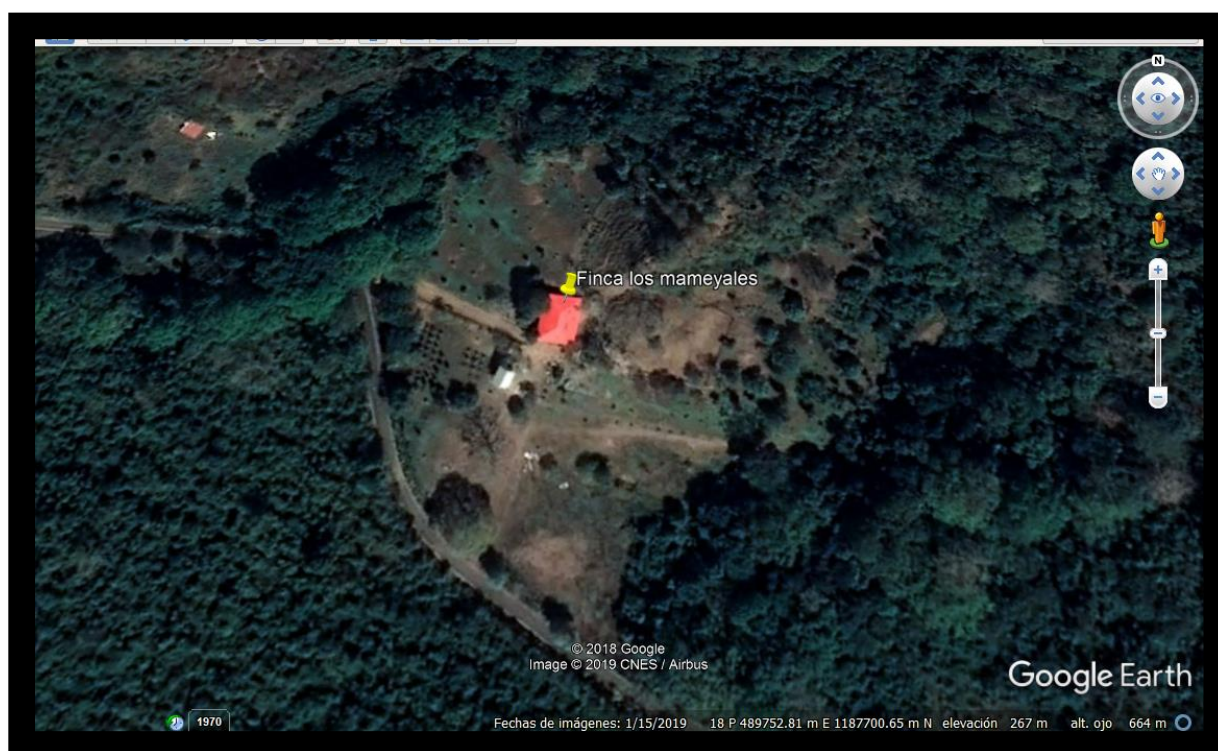


Figura 6. Localización del proyecto

Fuente: google earth pro 2018

En la figura 2 presentada a continuación podemos ver de forma específica el área tratada, junto a captura fotográfica.

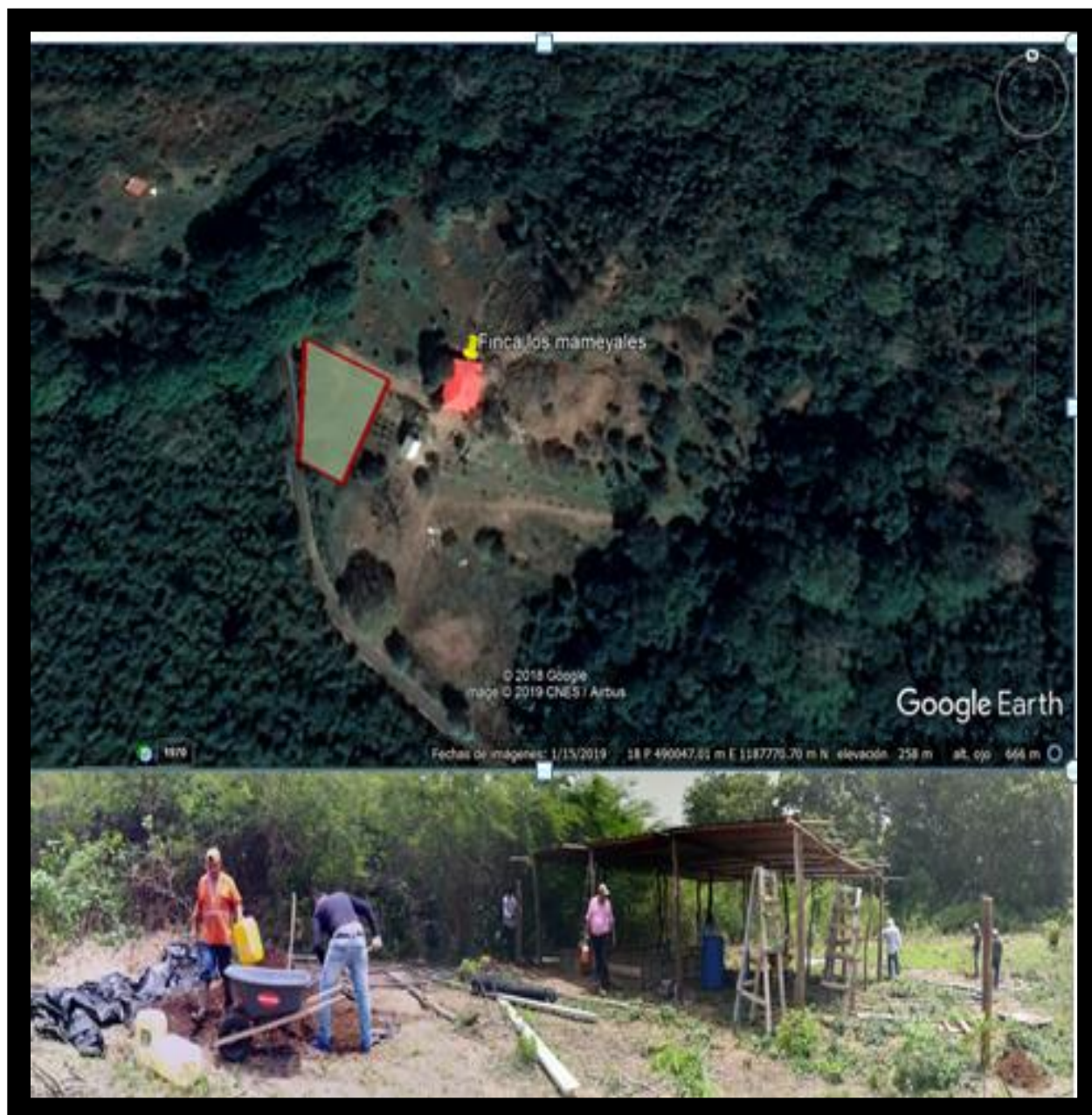


Figura 7. Área de implementación del proyecto

Fuente: google earth pro 2018

6. Clima^[AMOM4]

La definición del clima de un lugar está condicionada por los factores zonales, como son la posición geo astronómica que se expresa en la latitud y los vientos planetarios, en este caso la zona intertropical y los alisios del N.E. Todos ellos son factores que se definen en las capas altas de la atmósfera hasta los 80 kms de altura. De igual forma existen factores locales como la situación geográfica de la región con respecto al país, es decir, su cercanía o lejanía del mar, la altitud y la disposición del relieve. Estos factores modifican las condiciones en las capas bajas de la atmósfera y en la troposfera.

Los factores y elementos que determinan el estado físico del tiempo y del clima en la región son:

Latitud: determina la cantidad de luz y de calor que recibe un lugar de la tierra. En esta zona intertropical esta receptividad es permanente en cuanto la dirección de los rayos solares es perpendicular, lo que hace que los días y las noches no tengan variación perceptible diaria ni mensual. Su ubicación latitudinal sin influencia directa de la zona intertropical de convergencia influye en la distribución anual de las lluvias y permite una gran cantidad de brillo solar.

Altitud: es el factor modificador de todos los elementos del clima. En el municipio se presenta el relieve más alto del departamento: 600 m.s.n.m (cerro La Vieja), lo cual produce una variación ambiental climática de relativa importancia con respecto al clima de la región.

Relieve: su orientación y magnitud en combinación con los vientos alisios inciden en la cantidad de lluvias y la humedad del aire. La baja altimetría de la región, contribuye a que se incrementen las lluvias en el sur del departamento, ya que los vientos entran por el norte y se precipitan en el sector de Piojo, en la ladera oriental de las colinas del suroeste.

Cercanía al mar: es el factor más importante por ser un moderador de las temperaturas constantes y elevadas, lo cual se explica por el fenómeno de las brisas de mar y tierra. La zona de Piojo es una de la más beneficiada con estas brisas.

Elementos: [AMOM5]

Radiación solar: es el motor generador del fenómeno más importante de iluminación y calentamiento alrededor de la tierra. La posición de la región en la zona intertropical, hace que la radiación solar esté en relación con los valores de precipitación, así por ejemplo, la menor radiación coincide con el período más lluvioso, la más alta con la época menos lluviosa y seca, que son los meses de octubre y enero, respectivamente.

Temperatura: Si bien el clima de la región, está influenciado por el Mar Caribe al norte, la península Guajira al noreste y en el sur la iniciación del Valle medio del Magdalena, las características propias del municipio de Piojo, determinan algunas condicionantes en este sentido. Por ejemplo, a nivel de temperatura, el departamento registra valores máximos de 29.9°C en los meses de abril y julio y mínimos de 25°C en octubre y noviembre, mientras que el municipio de Piojo durante todo el año tiene las temperaturas más moderadas por razones obvias del relieve.

Vientos: es un elemento importante por su acción modificadora en los seres vivos y como recurso energético. Los vientos que afectan la región a nivel planetario son los alisios del nordeste, cuyo régimen anual está relacionado con el invierno del hemisferio norte (diciembre, marzo). Los vientos de la zona son de dirección predominante noreste, por ser parte del cuerpo de vientos denominado alisios del noreste.

Las velocidades tienen un promedio anual inferior a los 15 m por segundo; aunque pueden presentarse valores de hasta 25 m por segundo en las ráfagas que acompañan y preceden a los aguaceros.

Lluvias: es el elemento climático más importante por la influencia significativa en los componentes abióticos, bióticos y antrópicos del medio geográfico. Las lluvias de la zona son de carácter convectivo (térmico y dinámico). La distribución anual de lluvias es en general del régimen bimodal en el que se alternan dos temporadas lluviosas, en los meses de mayo a junio y de agosto a noviembre y dos secos de diciembre a abril y de junio a julio.

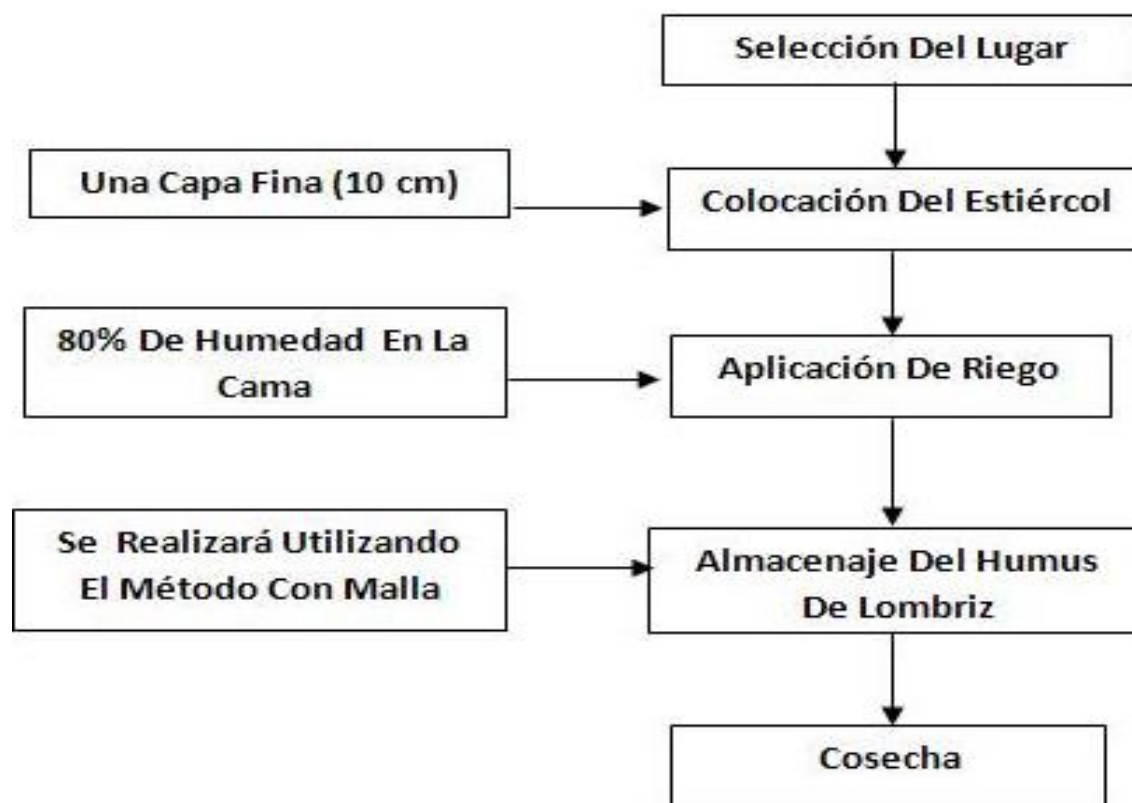
En lo que respecta a la distribución espacial de las lluvias, encontramos que en Piojo se presenta una mayor evaporación, propiciada por la presencia de las ciénagas. El promedio anual de lluvias en Piojo es de 1.200 mm. No obstante, en términos generales, las escasas lluvias no satisfacen los requerimientos de agua para sostener la vegetación, satisfacer las necesidades de consumo humano, las actividades económicas ni para recargar los acuíferos.

De acuerdo con el comportamiento espacial y temporal de los elementos climáticos que afectan la región, el municipio de Piojo presenta un clima tropical del tipo estepa y sabana de carácter semi-árido y semi-seco.

9. Metodología

La metodología utilizada fue la observación directa, Una vía simple, práctica, rápida y efectiva para expresar las variaciones de las lombrices en la determinación de sus características productivas como reflejo de su inicio. La lombriz utilizada fue la roja californiana original (*Eisenia foetida*), las características fundamentales de las lombrices deben complementarse con la información analítica para obtener una mayor precisión en las variaciones que experimentan algunas propiedades en el espacio y en el tiempo haciendo uso de las técnicas más avanzadas.

Presentamos diagrama de flujo del **proceso[AMOM6]**:



Metodología para la siembra de lombrices.

El proyecto se desarrolló inicialmente con la adecuación del lote en el cual se realizó el proceso de cercado, techado y construcción de dos camas o módulos de lombricultura de 2 m de largo por 1 m de ancho por 0.6 m de alto



Figura 8.Cercado, techado y construcción de dos camas

Fuente: Meriño –Valle ,E.A.2018

Antes de colocar la lombriz en el medio ya preparada con todas las especificaciones respectivas, se hizo la prueba de supervivencia, sembrando 50 lombrices, esperamos si después de 24 horas las lombrices profundizaron y así fue, en caso de no haber tenido éxito el sustrato empleado, indicaría:

- Alto o bajo pH.
- Exceso o carencia de humedad.
- Alta temperatura por falta de descomposición de los materiales.



Figura 9. Momento en que se realizaba prueba de supervivencia de lombrices

Fuente: Meriño –Valle, E.A.2018

Se trabajó con bovinaza pre-compostada 20 días y se usó como sustrato o alimento, empleando para iniciar 2 kilos de lombriz las cuales fueron suministradas por un proveedor llamado lombricol, el cual cuenta con criaderos y opera en el eje cafetero. Escogimos trabajar con bovinaza debido a que es el sustrato donde mejor se desarrollan estas especies, como se puede ver en la siguiente tabla:

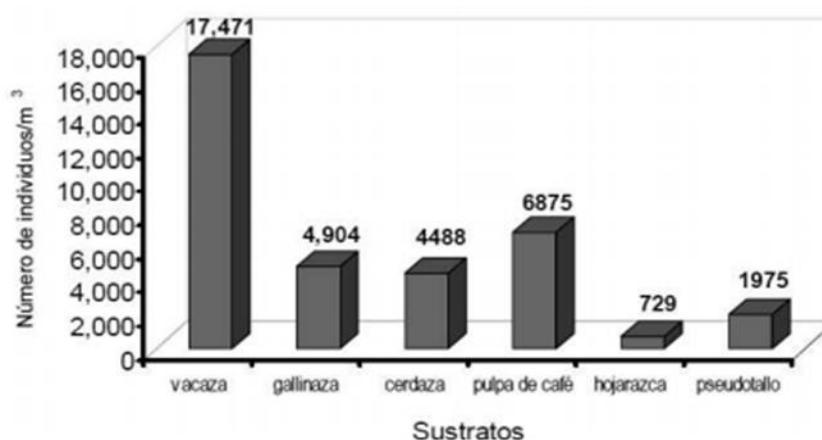


Fig.5. Capacidad reproductiva de *Eisenia foetida* en diferentes sustratos.

Fuente: Artículo: Producción y Calidad de Abono Orgánico por Medio de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia Foetida*) y su Capacidad Reproductiva

Figura 10. Capacidad reproductiva de *Eisenia Foetida* en diferentes sustratos

Fuente: Ortiz, J. (2008). Manual de lombricultura SENA.

En el sustrato implementado (bovinaza o vacaza), los primeros tres meses, la población de lombrices aumentó 1500 ejemplares por mes, generados por las primeras crías sembradas, a partir del cuarto mes, el número de especies aumentó considerablemente ya que la cría de los primeros 7200 ejemplares inició su ciclo reproductivo



Figura 11. Adecuación de la bovinaza precompostada junto a lombrices traídas por lombricol

Fuente: Meriño –Valle, E.A.2018

Se tuvieron en cuenta condiciones como, pies de cría, alimentos, periodos de estancia en las camas y sistema de riego.

Preparamos el sustrato restante el cual serviría de alimento para las lombrices en los días posteriores. Este alimento contenía residuos orgánicos de origen vegetal, propicios para su metabolismo. La temperatura adecuada para la actividad de bacterias benéficas oscila entre 57 a 77 °c, en la siguiente tabla detallamos la información:

Tabla 2. Clasificación de bacterias según rango óptimo de temperaturas

Tipo de bacteria	Temperatura min	Temperatura optima	Temperatura Max
Termófilos	25-45°C	50-55°C	85°C
Mesófilos	15-25°C	25-40°C	43°C

Fuente: Manual de lombricultura del SENA

Se consideró que la temperatura ambiente no posee influencia directa en la bovinaza y que las pérdidas de calor son proporcionales a las dimensiones de la pila, la cual fue alta con forma cónica inversa con dimensiones de 1 m de altura por 1 m de diámetro de base para que no perdiera a calor, se incorporó materia orgánica fina para evitar que las bacterias disminuyeran su actividad calorífica.

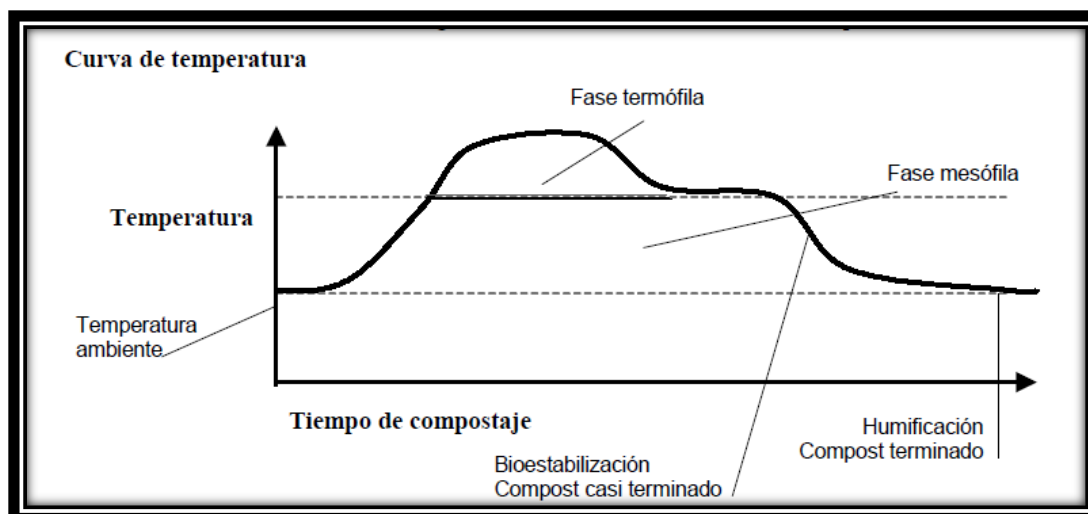


Figura 12. Fases de microorganismos presentes en bovinaza

Fuente: Quiroz,P.(2005)

Fase Mesófila^[AMOM7]

La etapa mesofila fue el momento cuando los microorganismos presentes en la bovinaza aumentaron la temperatura de esta hasta los 45°C, utilizando fuentes sencillas de carbón y nitrógeno, en esta etapa se suelen producir ácidos orgánicos y el PH tendió a disminuir, esta fase de 4 a 8 días

Fase Termófila^[AMOM8]

El material alcanzó temperaturas superiores a los 45 °C y aquellos microorganismos mesófilos fueron reemplazados por las bacterias termófilas, las cuales facilitan la degradación de celulosa y lignina.

En esta etapa consideramos que se generó una higienización en el proceso debido a que el calor generado destruye bacterias y contaminantes maléficis tales como helmintos, esporas de hongos, y semillas de maleza, que podrían afectar el desarrollo de la lombriz,

Al bajar de 40 °c, los organismos mesófilos reiniciaron su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas, después de esto comienza la etapa de maduración.

Procedimiento de preparación de la bovinaza:

Lo primero que se realizó fue conseguir una capa de 20 cms de residuos carbonados la cual contenía paja, hojas secas, aserrín y papel picado.

Luego de esto se recubrió con una capa de 10 cm de largo la cual contenía pasto verde, maleza, cascara de frutas y estiércol de ganado de una finca aledaña.

Este patrón mencionado anteriormente se repitió intercalando capas de tierras entre ellas hasta llegar a una altura de 1.60, esto con el fin de hallar el equilibrio del carbono –nitrógeno lo cual facilitaría la descomposición de la materia.

Después de finalizar con la creación de la pila se procedió a cubrirla con un plástico grueso para protegerla de lluvias y de esta forma facilitar la actividad microbiana.

El tiempo en conformar la pila fue de 60 días y se mantuvo a temperatura ambiente, almacenado en un lugar fresco, aireado y protegido de la radiación solar.

La pila fue aireada por intervalos de 10 minutos por semana ya que el plástico no permitía la regulación de gases productos de la liberación de Compuestos.



Figura 13. Preparación y adecuación del sustrato que se usaría en días posteriores

Fuente: Meriño Valle, E.A. 2018



Figura 14. Formación en pilas de la bovinaza

Fuente: Meriño –Valle, E.A. 2018

Con el fin de evitar pérdida de lixiviados el plástico a su vez se ubicó al fondo de la pila , ahorrando agua y manteniendo la humedad estable, de esta forma también evitamos el ataque de hormigas, cuidamos de que no se formara barro debido a que esto afectaría el proceso.

Una vez dejada armada la pila, prosigue el mantenimiento de esta, implementamos un sistema de aireación periódica de la pila y un sistema de riego con baldes semanal



Figura 15.Sistema de riego con baldes

Fuente: Meriño –Valle, E.A.2018



Figura 16. Proceso de empacado de bovinaza en costales

Fuente: Meriño –Valle, E.A.2018

Se procedió a empacar el sustrato de bovinaza para almacenar, a su vez se realizó pruebas de pH con un tester, arrojando un resultado de 7, que es ideal para este tipo de actividades.



Figura 17. Prueba con tester de PH

Fuente: Meriño –Valle, E.A.2018

Se cubrió la cama con polisombra para evitar contacto con vectores externos y su porosidad favoreció el proceso de circulación del aire, además se tuvo en cuenta que las lombrices cuentan con fototaxis negativa que consiste en la reacción de orientación como respuesta a un estímulo luminoso. Esto indica que no les favorece la luz lo cual les generaría problemas con su metabolismo y producción de humus.



Figura 18. Presencia de salamandra

Fuente Meriño-Valle, E.A.2018



Figura 19. Presencia de poli-sombra en camas

Fuente: Meriño –Valle, E.A.2018

Por la parte de abajo cubrimos totalmente con plástico para que no hubiera de humus líquido e ingreso de depredadores



Figura 20. Recubrimiento con plástico en zona interna

Fuente: Meriño –Valle, E.A.2018

Una vez almacenada la bovinaza, nos dimos a la tarea de identificar enemigos de las lombrices, hallamos ciempiés, ratones, aves, salamandras, sapos y hormigas, es por eso que antes de empezar todo este proceso, se debe realizar un diagnóstico y realizar las camas acorde a los depredadores.

Tabla 3.Enemigos de las lombrices:

ENEMIGO	CONSECUENCIAS	CONTROL
Hormigas roja	Se comen a las lombrices	Se controla por medio de la humedad de la cama (80%)
Pájaros	Son depredadores directos de las lombrices	Cubrimiento de la cama con polisombra
Ratones	Muy peligrosos y contaminantes por heces y orina	Raticidas en puntos estratégicos e higiene del sitio
topos	Son los peores enemigos ya que practican túneles profundos	Construir las camas con materiales que impidan su accesos como mallas metálicas
Planaria	Se adhiere a la lombriz por medio de una sustancia cerosa y succiona todo su interior hasta matarla	Regulas PH DE 7.5 a 8 colocar pedazos de plástico para atraer a las planarias y matarlas

Fuente: Manual de lombricultura SENA

Medición de variables de control [AMOM9]

La importancia del control es porque al hablar de seres biológicos, todo interviene dentro de su desarrollo. Al estabilizar o controlar las variables se crea una gran mejora en el producto, debido a la estabilidad se puede acelerar su reproducción, o lograr que una población determinada desaparezca. Una de las variables más importantes dentro del desarrollo de lombricomposta son la humedad, la temperatura y el PH

Tabla 4. Parametros fisicoquímicos

Parámetro	Nivel optimo	Nivel adecuado	Peligro de muerte
Temperatura	20°C	15°C-24°C	-5°C +37°C
Humedad	75%	70- 80%	-70% +80%
PH	6.5- 7.5	6.0-8.0	-4.5+8.5
Conductividad	2.5 mmhos/cm	3.0 mmhos/cm	+8.0MMHOS/cm
Proteínas	13%	7.5%- 13%	-7.5%-18%

Fuente: Parámetros considerados fuente: manual de lombricultura SENA

Temperatura_[AMOM10]

Es un parámetro fundamental en la transformación biológica de la materia orgánica, el rango ideal para el buen desarrollo de la lombriz es de 15°C en condiciones controladas, sin embargo cuando se trabaja al aire libre se debe de tener un buen manejo para alcanzarla. Una de las especies de lombriz más empleadas en este campo ha sido *Eisenia foetida* (lombriz roja californiana); Bermúdez (1994), reporta que estas especies bajo temperaturas controladas de 15 °C, 20 °C y 25 °C, eclosionan 2.6, 3.1 y 2.7 lombrices por cápsula respectivamente, por lo que la temperatura óptima es de 20 °C.

pH_[AMOM11]

De igual manera que la temperatura el pH influye directamente durante el proceso de transformación, pues la alcalinidad o la acidez determinan en el sustrato la interacción de distintos factores en su descomposición y específicamente para la reproducción de la lombriz roja californiana. El pH está dado por la humedad y la temperatura, la lombriz tiene un rango de tolerancia entre 5 a 8.4; siendo el ideal de 7 (neutro). Sí el pH es ácido, la lombriz entra en una etapa de dormición y se desarrolla una plaga llamada planaria. Lozano (2009) comenta que el pH ácido se puede corregir con una aplicación de carbonato de calcio (cal común); aproximadamente 2 oz/m². Sí el pH está alto, se agrega papel periódico picado. No importa la procedencia mezclándolo en el sustrato de bovinos 15 días antes de que esté precompostada. El objetivo es que el alimento se estabilice en un pH de 7.5 a 8.0 [14], El pH cercano a neutral es favorable para la lombriz. La alimentación con desechos de mala calidad nutritiva disminuye la producción y fecundidad

Humedad^[AMOM12]

Este factor interviene en la reproducción y fecundidad de las cápsulas o cocones, una humedad superior al 85% es perjudicial para las lombrices, haciendo que éstas entren en un período de inactividad en donde se afecta la producción de lombrihumus y la reproducción de bio-masa .

Schuldt (2008) dice que las condiciones más favorables para que la lombriz produzca y se reproduzca se presentan a una humedad del 80 %, es aceptable hasta 70 %, debajo de 70 % de humedad es una condición desfavorable, por otro lado niveles de humedad de 55 % son mortales para las lombrices. Es básico recordar que la humedad de 80% controla la plaga, hormigas que se acercan por los azúcares que produce la lombriz al deslizarse por las galerías del substrato

Metodología para evaluar la humedad.

El rango óptimo para que las lombrices rojas californianas se desarrollen está entre el 60 y 80 % de humedad. La prueba para medir el porcentaje de humedad en el sustrato se conoce como prueba de puño, la cual consiste en agarrar una cantidad de sustrato que alcanza al puño de una mano, posteriormente se le aplica fuerza, lo normal de un brazo y si salen de 8 a 10 gotas de agua esta se encuentra aproximadamente al 80 %, este método fue ejecutado por [Linares](#)



Figura 21. Prueba de puño

Fuente: Meriño –Valle, E.A.2018

Se le realizó un seguimiento y mantenimiento al proceso durante tres (3) meses para observar el crecimiento, desarrollo y producción de las lombrices.

Manejo del Lombri-cultivo

1. Alimentación

Se utilizaron capas delgadas de alimento (máximo 4 cm), para evitar el calentamiento de éste y facilitando la aireación del cultivo, aseguramos la transformación del material manteniendo las lombrices alimentándose en la parte superior. Se ha observado que fue posible estimular la reproducción, utilizando el cambio de alimentación con otros residuos que se tenían en la finca, como estiércol de diferentes especies equino, conejos y residuos de otros cultivos.

b. Frecuencia y cantidad

Se alimentaron dos veces por semana, La cantidad de alimento está relacionada directamente con el consumo por parte de la Lombriz. Se han observado consumos equivalentes a la mitad del peso lombrices por día.

c. Riego

Se remojaron las camas para conservar la humedad del 80 %. Este riego se hizo con agua subterránea, teniendo en cuenta las condiciones ambientales y el espesor de la capa de sustrato con lombrices.

Metodología para la cosecha de la lombriz.

Para la cosecha se implementó el desdoble empleado por Garcia (2007), que consiste en dejar de proporcionar alimento a las lombrices por un periodo de 7 días, en la superficie de las camas tender sacos de mallas cubriendo toda la superficie del mismo y aplicarle alimento por un periodo de 3 a 7 días luego retirar los sacos, hacer lo mismo entre dos o tres veces mas para sustraer el 98% de la población. La separación de la lombriz y la cosecha del Lombricomposto (Humus) se pueden hacer dos o tres veces al año, dependiendo de la velocidad de descomposición del sustrato. Cuando el sustrato llega a la altura máxima de la cama es el momento indicado para proceder El humus se cosecho cuando a ellas se les suspendió el alimento. El Humus obtenido se puede utilizar con la humedad que se obtiene (alrededor del 80%)

Generalidades del producto obtenido

El resultado fue un material de color oscuro, con un agradable olor a mantillo del bosque, limpio, suave al tacto y su gran bio - estabilidad la cual evita su fermentación o putrefacción.

El vermicompost producido se puso a secar hasta que tuviera temperatura aproximada a los 15°C para empacar almacenar y distribuir a comunidades aledañas con el fin de generar fondos para el sostenimiento de un sendero alimenticio para primates en el sector. El restante fue empleado para utilizarlo en las plantas de la finca.

10. Resultados:

El producto obtenido, Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces. Por otra parte, impide que éstos sean lavados por el agua de riego, manteniéndolos por más tiempo en el suelo.

Schuldt M. (2008). Afirma “Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de los plantones. Aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad. Se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nematodos. Favorece la formación de micorrizas. Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos. Su pH neutro lo hace sumamente adecuado para ser usado con plantas delicadas. Aporta y contribuye al mantenimiento y al desarrollo de la micro flora y micro fauna del suelo. Favorece la absorción radicular. Regula el incremento y la actividad de los microorganismos nitrificadores del suelo. Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta. La acción microbiana del humus de lombriz hace asimilable para las plantas minerales como el fósforo, calcio, potasio, magnesio y oligoelementos, transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras. Aporta nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, y los libera gradualmente e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa. Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compresión natural o artificial. Mejora las características estructurales del terreno, desligando los arcillosos y agregando los arenosos. Neutraliza eventuales presencias contaminadoras, (herbicidas, ésteres fosfóricos). Evita y combate la

clorosis férrica. Facilita y aumenta la eficacia del trabajo mecánico del terreno. Por los altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos, mejora las características químicas del suelo. Mejora la calidad y las propiedades biológicas de los productos del campo. Aumenta la resistencia a las heladas.

Gracias a la eficacia de esta técnica implementada en el municipio de piojo, hubo aumento en la retención hídrica de los suelos, disminuyendo el consumo de agua en los cultivos.

Se logró capacitar a 3 personas en el proceso de lombricultura en la Reserva Forestal Finca Mameyales, Municipio de Piojo, Atlántico, aptas para transferir estos conocimientos.

Beneficiarios Fundación BIMA y La comunidad aledaña a la reserva forestal

Según Quiroz (2005) cada lombriz pesa alrededor de 0.28 gramos y lo aconsejable es sembrar 1 kg de lombrices por m², en este caso serían aproximadamente 7.200 lombrices, ya que fueron aproximadamente dos metros cuadrados con los que iniciamos el cultivo

En el siguiente cuadro podemos observar resultados obtenidos respecto a producción obtenida proyectada

Tabla 5.Resultados obtenidos

Meses	lombrices	Lombrices por mes	Humus kg por mes	Humus acumulado kg
0	7200			
1	8700	1500	78	78
2	10200	1500	92	170
3	11700	1500	105	275
4	15450	3750	139	414
5	21450	6000	193	607
6	29700	8250	267	874
7	43575	13875	392	1266
8	66450	22875	598	1864
9	101700	35250	915	2779
10	155763	56063	1401	4180

Fuente: Meriño –Valle, E.A.2018^[AMOM14]

Se debe tener en cuenta la siguiente información para interpretar los datos:^[AMOM15]

- ✓ la cantidad de humus obtenido se calculó teniendo en cuenta que cada día un ejemplar de lombriz roja californiana, genera 0.3 gramos de humus, lo cual es un mes sería un total de 9 gramos de este fertilizante de acuerdo con el crecimiento proporcional de la población. De la misma manera, los kilogramos de humus totales tendrán un crecimiento correspondiente a la población de lombrices.
- ✓ Se debe considerar que en diez meses, la población de lombrices pasó de 7200 unidades a 155.763, Debido al crecimiento de las lombrices en un lapso breve de tiempo, se debe prever que las actividades culturales y los recursos necesarios se verán incrementadas al mismo ritmo.

✓ En cuanto a la cantidad mensual de humus acumulado del año es de 4180 kg , el cual alcanzará para fertilizar un total de 7 hectáreas en el corriente año, cabe aclarar que la cantidad de hectáreas fertilizadas irá incrementándose años tras años proporcionalmente de acuerdo al aumento poblacional de las lombrices, hasta llegar a cubrir todas las superficies que se encuentra en producción.

Entre los resultados cabe destacar que logramos aumento de concentración de nutrientes vitales para el suelo tales como el nitrógeno, el fosforo y el potasio

Tabla 6.Elementos vitales y su función en el suelo

Elemento	Función
Nitrógeno	Este elemento intervino en el peso seco de la planta ,fue absorbido en forma de nitrato y se combina con compuestos carbonados para formar aminoácidos y proteínas
Fosforo	Fue el encargado de transportar energía , hizo parte del combustible energético celular, por lo cual fue indispensable en los procesos metabólicos
Potasio	Interviene en el proceso de fotosíntesis, fue necesario para la formación del protoplasma celular y para la transpiración.

Fue un procedimiento sencillo, fácil de realizar en cualquier lugar, que resulta bastante benéfico, tanto para la tierra en la que se trabaja, como para las plantas que son abonadas con esta composta.

La lombriz ayudo, ya que su estiércol produjo distintos elementos y compuestos los cuales, mejoraron la situación de la tierra. Conocimos el funcionamiento de una lombricomposta, así como todos los pasos y estándares que deben de considerarse para poder realizarla correctamente. Conocimos las diferencias en los beneficios que existen entre el uso de lombricomposta y el uso de fertilizantes químicos.

Discusión

En el presente proyecto desarrollado respecto a la experiencia de obtener humus a partir de la lombricultura, el resultado es válido y confiable. Pero se debe ser cuidadoso respecto a la gran cantidad de variables las cuales pueden presentarse generando ineficacia y pérdida de calidad en el producto final, es en ese momento donde el horizonte de este tipo de actividades puede desviarse. Por lo tanto se debe seguir al pie de la letra los métodos teóricos llevándolo de la mano con la práctica y acoplándose a las características climatologías y factores fisicoquímicos.

Consideramos que el éxito de los resultados fue posible teniendo en cuenta de forma minuciosa cada detalle, de no ser así, no hubiéramos obtenido el humus y mucho menos la recuperación del suelo

11 Conclusiones

La lombricultura fue convertida en una herramienta para la elaboración de programas sociales, gestados especialmente para este municipio. En este caso fue generadora de nuevas actividades laborales y económicas; se convirtió en alternativa de primer orden para la restauración forestal del sector.

Se demostró que si podemos cambiar la realidad en la cual vivimos y que salvar los ecosistemas cuesta poco pero vale mucho, este proyecto que se realizó fomento la mentalidad verde en este municipio y con esto la mejora de la calidad del suelo, los arboles cambiaron la coloración de sus hojas y generaron mayor capacidad de producir frutas para los mamíferos de la zona

Al finalizar nuestra instancia en el lugar la población de lombrices se duplico, lo que obligo a los propietarios de la finca a generar mayor número de camas y con esto mayor cantidad de bio-abono producido. Además se destaca que la inversión en este proyecto solo se ejecutó una vez, lo demás solo fue mantenimiento con agua y materia orgánica generada en la zona, lo que reafirma que es una de las estrategias sostenibles con mayor rentabilidad en el mercado.

Al aumentar la cantidad de lombrices producidas se puede optar por distintas alternativas tales como procesar para carne de hamburguesa o simplemente vender los ejemplares por kilo, ese fue nuestro consejo al propietario una vez se ejecute en su totalidad el proceso de recuperación del suelo.

Se redujo la necesidad de llevar los residuos generados por la comunidad a los vertederos, los cuales emitían fuentes importantes de dióxido de carbono, clave en el efecto invernadero, por el contrario, se utilizó la materia orgánica, para contribuir con la actividad realizada por las lombrices en los suelos, cerrando así el ciclo ecológico natural

Todo esto fue un controlado de descomposición de materiales orgánicos debido a la actividad de alimentación de diferentes organismos del suelo, pero en especial las lombrices. El abono compostado generado fue un producto estable, sanitariamente neutro, con un contenido Carbono/Nitrógeno, PH neutro, llamado humus.

Al finalizar este proyecto, reflexionamos y nos percatamos de que a medida que las actividades antrópicas aumentan, proporcionalmente se está deteriorando el medio ambiente con la contaminación de los factores bióticos y abióticos. La razón de este proyecto fue transmitir conocimiento a las personas del campo partiendo de la utilidad de los abonos orgánicos para recuperar el suelo; utilizando métodos técnicos con la lombriz roja californiana para la producción de bioabono. , se podría decir, que en realidad las personas del campo tienen todos los recursos pero no los ejecutan por desconocimiento.

El lombricultivo tendrá en un futuro una gran importancia en países en vía de desarrollo, ya que podrán emplear esta actividad con fines alimenticios, haciendo que personas de escasos recursos puedan obtener de este tipo de explotación proteínas y minerales, es decir, se podría lograr la erradicación del hambre en zonas rurales.

Para concluir, se considera que esta actividad puede ser un gran emprendimiento para jóvenes que quieran crear una empresa o una sociedad, puesto que los costos son mínimos y podemos obtener muchos subproductos

12. Recomendaciones

A quienes deseen iniciar un proyecto con lombricultura Es recomendable, antes de armar los lechos, raspar bien el piso y cuando la tierra esté muy dura o compacta, es conveniente soltar una capa de 10cms. de suelo, colocando aserrín blanco, y/o paja. Tratando de que la tierra absorba el agua de las lluvias y que no se formen charcos.

En este caso los días lluviosos existió tendencia a aumentar la humedad considerablemente y por medio de esta alternativa se evitó este altercado, recordemos que si la humedad aumenta a las lombrices se les dificulta la oxigenación. El aire desplazado por el vapor de agua es insuficiente y aletarga a las lombrices, se reduce el consumo de alimentos y muchas de las lombrices entran en un período de latencia. No se produce compost, se detiene el apareamiento y las cápsulas de huevos, (espermátóforos), tardan mucho en eclosionar.

En los días secos fue inversa la situación, y se intensificaron las jornadas de riesgo, se debe tener en cuenta que Un ambiente con menos del 55% de humedad es mortal para la lombriz, si esta sequedad llega hasta el punto más interior del substrato las lombrices tienen pocas posibilidades de sobrevivir.

Además si la humedad se mantiene por debajo del 70%, la situación es adversa para las lombrices, les resulta difícil deslizarse por sequedad de su mucosa exterior. Por otra parte un alimento seco tiene peor ingesta.

Respecto a la infraestructura, la recomendación es ubicar el techo a una distancia considerable ya que si se deja muy bajo, en dado caso de altas temperaturas, la transferencia de calor es mayor y por ende la disminución de humedad, es indispensable colocar algún tipo de techo sobre los lechos. Este techo puede ser de cualquier material que resista las lluvias, y conviene colocarlo a 1,50 metros del suelo.

Respecto a la alimentación, Para identificar con certeza que se les proporcionara a las lombrices basta con saber que es casi todo lo que sale de la cocina como cáscaras, verduras, legumbres, frutas y hortalizas. Las capas de comida no deben de superar los 10cm de espesor con el fin de evitar fermentaciones y putrefacción.

La lombriz es selectiva, escoge siempre el material de mayor riqueza nutricional y de más fácil consumo, lo cual repercute de manera directa en el desarrollo reproductivo de esta; por lo tanto siempre prefiere y presenta mayor actividad reproductora consumiendo frutas carnosas, cítricos y cáscaras picadas, los tallos, raíces y follajes, presentan una respuesta positiva sin ser óptima, debido a que la lombriz pierde mucha energía vital en su consumo.

Las cáscaras de huevo aumentan el contenido de calcio de la composta que produces. Las lombrices prefieren mucho ese alimento, Para ser más efectivos, las cáscaras de huevo deben de ser secadas y posteriormente molidas, preferiblemente con mortero o rodillo. Se deben usar cáscaras de huevo crudas, que no hayan sido cocidas para que no allá perdida de nutrientes.

Las lombrices se reproducen más cuando la temperatura de su hogar oscila entre los 14 y los 27 grados centígrados, siendo la óptima de 21 grados. Esto puede verificarse con termómetro común. Respecto al humus generado, en caso de ser usado con fines de recuperar el suelo, debe ser aplicado alrededor del árbol, y debe ser enterrando con azada, de modo que quede mezclado

con el suelo existente. Así se favorece el contacto de los microorganismos con las raíces de las plantas. Para su aplicación se debe tener en cuenta que En cultivos extensivos basta con 0,5 kg/m². En parcelas, la dosificación es mayor, de al menos 2 kilogramos.

13. Referencias bibliográficas^[AMOM16]

Fernández, R., & Leiva, M. (2003). *Ecología para la agricultura*. Mundi-Prensa.

Moreno, J. (2001). *Agricultura organica en el tropico*. Chiapas.

Labrador, J., (1997). La materia orgánica en los agros ecosistemas. Ministerio Agricultura y Pesca, Mundi-Prensa, Madrid.

Bermúdez, A. L. (1994). Crianza y Manejo de Lombrices de Tierra con Fines Agrícolas. catie, Turrialba.

Escobar, C. J; Ule, J. D & Colorado. G;(2001). Módulo de Capacitación de Lombricultura. Edición, CORPOICA - C.I. MACAGUAL

Schuldt M. (2008). Iniciación de lombricultivos de *Eisenia foetida* (y *E. andrei*) (Oligochaeta, Lumbricidae) con siembras de baja densidad. Estructplan VIII (676):1-7. (En línea). Consultado abril 2019. Disponible en:<http://www.estrucplan.com.ar/Articulos/verarticulo.asp?IDarticulo=2027>

Tineo, B. A. L. (1991). Estudio preliminar de algunos aspectos reproductivos de tres especies de lombrices de tierra. Ayacucho, Perú; Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Perú, p. 1-20.LOMBRICULTURA MODERNA. Note pratiche di Lombricultura, Revista N°4 Aprile 1984. Pp.10-12

Barradas, R. A. (2009). Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales. Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales. Minatitlán, Veracruz, México.

Mejía. P. (2007) Manual de lombricultura

Ortiz, J. (2008). Manual de lombricultura SENA.

Google. (s.f.). [Mapa de Piojo, Colombia en Google maps]. Recuperado el 5 de Febrero, 2019, de: <https://www.google.com.co/maps/place/Pioj%C3%B3,+Atlantico/@10.7424713,-75.2089365,12z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8ef67054864c4d29:0x8d9973f78fd73cde!8m2!3d10.748716!4d-75.107922?hl=en>

Quiroz, P. (2005). Crianza de lombriz roja californiana y cultivo de habano orgánico .Obtenido de :<https://www.monografias.com/trabajos87/crianza-lombriz-roja-californiana/crianza-lombriz-roja-californiana.shtml>

Bravo, V. A. (2011). Ilustrados. Recuperado el 15 de febrero de 2012, de Ilustrados:

<http://www.ilustrados.com/tema/1968/Tecnicas-cultivo-Lombriz-Roja-CalifornianaEisenia.html>

Lozano, F. (Noviembre de 2009). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Obtenido de <http://www.humboldt.org.co/es/i2d/item/344-herramientas-de-manejo-para-la-conservacion-de-biodiversidad-en-paisajes-rurales>

Primack, R., Rozzi, R., & Feinsinger, P. (2001). Sección V. Aplicaciones Prácticas. En R. Primack, R. Rozzi, & P. Feinsinger, Establecimiento de áreas protegidas (págs. 420-444).

Taldea, G. S. (2017). El panorama energético en un contexto global y las potencialidades de los recursos autóctonos. Obtenido de <http://www.spri.eus/euskadinnova/es/innovacion-tecnologica/agenda/panorama-energetico-contexto-global-potencialidades-recursos-autoctonos/9074.aspx>

Alastre, E. 1995. Lombricultura. Trabajo mimeografiado de curso dictado en Universidad Central de Venezuela, Facultades de Ciencias Veterinarias y Agronomía. 47 p.

Schuldt, M., Rumi, A., Gutierrez-Gregoric, D., 2005 a. Estimación de la capacidad de porte en lombricultivos de *Eisenia foetida* (Oligochaeta, Lumbricidae) con distintas materias orgánicas. *Rev. Arg. Prod. Animal* 25(1-2): 101-109

Edwards, C; Arancon, N; Sherman, R. 2011. Vermiculture technology: earthworms, organic wastes, and environmental management. CRC press. USA. p. 600.

Lavelle, P; Brussaard, L; Hendrix, P. 1999. Earthworm Management in Tropical Agroecosystems. New York, CABI Pub., p.320.

