

FORMULACIÓN DE UNA METODOLOGÍA DE REGENERACIÓN DE SUELOS MEDIANTE LOMBRICULTURA EN RICAURTE, CUNDINAMARCA

AUTOR

VALENTINA DIAGO

Ingeniera Industrial
v.diago22@uniandes.edu.co

**“Artículo presentado como trabajo final de Especialización en Gerencia Integral
de Proyectos”**

TUTOR

Ing. Guillermo Roa Rodríguez, MSc

Ingeniero en Mecatrónica - Universidad Militar Nueva Granada
Especialista en Gerencia de proyectos de la Universidad Nueva Granada
Magíster en Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Nueva Granada
Coordinador Especialización en Gerencia Integral de Proyectos y
Maestría en Gerencia de Proyectos de la Universidad Militar Nueva Granada
PRINCE2 Foundation Certificate in Project Management
Professional Scrum Master PSM I
guillermo.roa@unimilitar.edu.co



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
JUNIO 2016**

FORMULACIÓN DE UNA METODOLOGÍA DE REGENERACIÓN DE SUELOS MEDIANTE LOMBRICULTURA EN RICAURTE, CUNDINAMARCA

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR SOIL REGENERATION WITH WORM FARMING IN RICAURTE, CUNDINAMARCA

Valentina Diago Forero
Ingeniera Industrial
Bonus Banca de Inversión S.A.S.
Bogotá, Colombia
v.diago22@uniandes.edu.co

RESUMEN

El presente trabajo trata y muestra los principales lineamientos para ejecutar un proyecto de lombricultura para la regeneración de suelos en un terreno del municipio de Ricaurte. Utilizando la metodología PMI, el documento presenta los pasos propuestos a seguir para evaluar, diseñar y ejecutar el proyecto anteriormente descrito. Cada capítulo y/o cada inciso que se trabaja en el siguiente manuscrito constituyen una guía recomendada para gerenciar un proyecto de lombricultura. El presente escrito constituye una guía para establecer un cultivo de lombrices para producir fertilizante natural de forma sostenible y no comercial para una ubicación en particular.

Palabras Clave: Lombricultura, regeneración de suelos, compost, fertilización de suelos.

ABSTRACT

This paper discusses and shows the main guidelines for running a vermiculture project for soil regeneration on a land in the municipality of Ricaurte. Using the PMI methodology, the paper presents the steps proposed to proceed on the evaluation, design and implementation of the project described above. Each chapter and / or each item reviewed in the following manuscript constitute a recommendation for managing a vermiculture project guide. This essay is a guide to set up an earthworms farming to produce natural fertilizer sustainably and non-commercial for a specific location.

Keywords: Wormfarm, vermiculture, soil regeneration, compost, soil fertilization.

INTRODUCCIÓN

Ricaurte es un municipio de Cundinamarca ubicado en la carretera Girardot-Melgar, a 142 km de Bogotá. Es una región de terrenos quebrados con accidentes orográficos de poca elevación. Los ríos Sumapaz y Magdalena atraviesan el territorio sumándole un atractivo comercial, económico y recreacional. La economía de la región se centra en la agricultura, ganadería y turismo [1]. Ricaurte, de carácter cálido manteniendo una temperatura promedio anual de 33.3°C con una máxima promedio de 38.3°C [1], sin embargo en lo recorrido de este año ha tenido una temperatura más elevada, superando levemente los 40°C [2].

Inversiones Diago Grupo Empresarial S.A.S. (en adelante Inversiones Diago), es una empresa de inversiones en construcción, arquitectura y diseño. Desde mediados de 1980, el fundador adquirió sesenta hectáreas de un terreno en Ricaurte, Cundinamarca, un lote en la vereda Peñalisa que tiene frente sobre la carretera Girardot-Melgar. La región se ha urbanizado, incrementando el área de conjuntos residenciales y recreacionales como Puerto Peñalisa, el Hotel Best Western con su centro comercial, entre otros. La empresa ha realizado estudios para invertir en proyectos ubicados en este lote pero resultan inviables o de poca atracción para el cliente. Asimismo, el lote tiene designado por el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio (PBOT) un uso rural y de urbanización limitado lo cual restringe aún más las oportunidades de negocio en el terreno.

Para Inversiones Diago, este lote adquirido hace alrededor de 30 años representa un sobre costo en sus operaciones en cuanto a impuestos prediales y de patrimonio, los salarios del cuidandero y pagos intermitentes para realizar distintas reparaciones e intervenciones. Por otro lado, los terrenos quebrados, las altas temperaturas y la normativa de planeación territorial han supuesto una dificultad para darle productividad a las tierras que Inversiones Diago posee en el municipio. A pesar que colindan con conjuntos recreacionales y urbanizaciones como Puerto Peñalisa, este terreno es catalogado de uso rural, pero la aridez de la tierra y su accidentalidad hacen poco provechosas las actividades agrícolas. Actualmente el cuidandero de la finca tiene su propio negocio de manutención de ganado sin generarle ningún beneficio a la empresa propietaria y sumado a esto, existe inseguridad provocada por los terratenientes vecinos que se han propuesto en reducir las tierras de Inversiones Diago, generando cierto grado de terror matando ganado del cuidandero en las oportunidades que este trata de intervenir.

A manera mundial, los suelos se han expuesto a la explotación del sector rural, agro y minero, a cambios en sus características físicas como temperaturas, humedad y pH, entre otras afectaciones de origen humana y natural. La resiliencia de la vegetación de los suelos no resulta lo suficientemente fuerte y estable para recuperar la salud de las tierras por lo que se ha recurrido a distintos métodos de re mineralización de los suelos, entre estos la lombricultura. La lombricultura es la actividad de cría y producción de lombrices con la finalidad de obtener productos de sus residuos procesados en forma de abonos y fertilizantes, como los es el humus. La lombricultura mejora y recupera suelos ya que sirve como medio de germinación y abono orgánico [3]. La lombricultura, como mecanismo de re mineralización con

incorporación de microorganismos, contrarresta los efectos de acidez del suelo, evita la erosión, aumenta la capacidad de almacenamiento del suelo (humedad), tiene propiedades anti hongos y además repele algunos insectos [4].

Inversiones Diago tiene una administración sólida en proyectos de construcción en Bogotá, abandonando y/o ignorando proyectos potenciales en otras regiones. Las 60 hectáreas que tienen en Ricaurte suponen una gran oportunidad para varias actividades, pero como se menciona, su potencialidad ha sido dejada de lado inicialmente porque requiere inversión, tiempo y gobernabilidad sobre las actividades en el terreno. Con miras de encontrarle una productividad a éste activo, se pretende crear un proyecto de lombricultura de regeneración de suelos para permitir actividades agropecuarias lucrativas en el terreno.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

1.1 METODOLOGÍA

Los objetivos y las metas que se esperan alcanzar, como se menciona anteriormente, es la formulación de una metodología de regeneración de los suelos de un terreno en el municipio de Ricaurte, que está caracterizado por terrenos quebrados y secos.

De esta manera, se comienza con la recolección de datos sobre los usos rurales que se le otorga a las tierras de la región y se formaliza un análisis de mercado de actividades que Inversiones Diago puede conducir con una regeneración de suelos y que le permitan encontrar una utilidad fructífera. Conocer los usos que se le da al suelo de los terrenos de la región permite reconocer el mercado y los nichos a los cuales se enfocará una vez se ejecuten el presente proyecto y que, por lo tanto, definirán su sostenibilidad en el tiempo.

Una vez realizado el estudio de suelos, que busca darle explicación a la aridez del terreno, se da paso al estudio sobre metodologías de regeneración de tierra para precisar cuál será la que mejor se adapta a las condiciones actuales.

Se profundiza en el estudio de lombricultura: sus especificaciones, requerimientos, costos asociados y sus beneficios para dar entendimiento sobre los procedimientos y resultados esperados y el porqué es la alternativa selecta.

Se identifican y miden los riesgos con el análisis FODA, para realizar una caracterización y se planificar posibles respuestas a estas contingencias en los vermicultivos. La lombricultura requiere cierto cuidado y control de sus características físico-químicas (PH, temperatura y humedad), se pretende definir a qué riesgos se enfrenta y preparar las medidas preventivas y correctivas, si es el caso. Se requiere diseñar modelos de control y calidad sobre el crecimiento de los cultivos: PH, temperatura y humedad, entre otros. Conforme a lo descrito, se busca diseñar indicadores para evaluar el estado de los cultivos.

Luego se define una cronología de la ejecución del proyecto para establecer los tiempos y pronosticar la fecha de utilización de los recursos.

Se definen roles, participación de qué actores y cantidad de mano de obra con la intención de preparar al personal para las actividades, darles instrucciones, capacitarlos, equiparlos si es necesario, etc.

Estimar costos y definir presupuesto para ejecutar el proyecto y ajustar la inversión requerida. Luego se proyectan los flujos financieros y se modelan los escenarios supuestos para evaluar la viabilidad del proyecto. Todas las actividades mencionadas son planeadas y definidas a partir de los procesos planteados en la Guía PMBOK, herramienta de soporte para la planificación de la gestión del objeto del proyecto.

1.2 ANTECEDENTES

1.2.1 Descripción del municipio

Ricaurte es un municipio de Cundinamarca que ha tenido un acelerado avance económico por su estratégica ubicación que ha permitido una alta inversión en proyectos urbanísticos y turísticos. La mayor parte de su territorio está dedicado a cultivos de pasto para ganadería (vacuno, porcino y avícola), maíz, sorgo, tomates, cítricos y otras frutas, algodón, yuca, plátano, ajonjolí. Tiene un total de 9,232 habitantes de los cuales el 94.5% habitan el área urbana y el 4.5% habitan la zona rural [1].

La mayoría de la superficie es quebrada, incluyendo barrancos no utilizables. Cuenta con fuentes de agua de distintos cuerpos hídricos: Río Magdalena, Río Sumapaz, Río Paguey, Quebrada la Pitala, Vertiente Las Mercedes, Vertiente La Calera, Vertiente La Chonta, Vertiente La Dulce, Vertiente El Manzanal, Vertiente San Martín. Los suelos son primordialmente arcillosos y, en menor proporción, son tierras pedregosas y arenosas [1].

1.2.2 Suelos y sus características

Los suelos tienen una infinidad de características de las cuales solo se hará énfasis en las que se desarrollan los seres vivos: 1) porosidad, que permite circulación de aire y agua; 2) estructura, depende de la configuración de los agregados: arena, limo y arcilla, que mezcladas forman diferentes tipologías de suelo definiendo incluso su porosidad; 3) disponibilidad de nutrientes, a medida que la porosidad y estructura permite mayor o menor retención de minerales y nutrientes; 4) contenido de materia orgánica, considerando que el ciclo de vida de los seres vivos, sus actividades y residuos, aportan los nutrientes necesarios para el sustento de la vida; 5) actividad microbiana, que aporta los procesos biológicos vitales para el reciclaje de nutrientes, del que se habla en el numeral 4), y la asimilación de los mismos por organismos más grandes [5].

Las tierras arcillosas con proporción de arena inferior a 30 por 100, son favorables para el cultivo de la avena y el trigo, si la arena alcanza el 30 por 100, la tierra es más adecuada para la cebada. Las proporciones de arena entre 40 y 60 por 100 son prósperas para la mayoría de cultivos, superior a 60 por 100 permanecen fructíferos los cultivos de centenos y cebadas, y superior a 90 por 100 son catalogadas como estériles [6]. Los suelos cuyos componentes principales son las arcillas y las arenas pueden dividirse en dos subgrupos, los que tienen un subsuelo compacto y los que

no tienen fondo (mantienen la misma relación por varias estratificaciones). Los que tienen fondo se preservan mejor de la sequía, reteniendo la humedad, lo cual los hace muy favorables para la agricultura. Los suelos sin mucho fondo filtran fácilmente el agua hasta niveles muy profundo, resintiéndose en épocas de sequía. Para este tipo de suelos se recomienda cultivar plantas forrajeras, que además son muy apetecidas por el ganado [6].

Las tierras arenosas y pedregosas constituyen un terreno menos que estéril, con malas cualidades físicas, casi que exclusivas para el arbolado. Si se implementa suficiente abono orgánico puede darse avena, centeno, trigo moruno o duro y otras plantas de tierras débiles [6].

Con esto se resalta que las tierras de Ricaurte son de manutención ardua, lo cual demanda de una mano de obra constante. También se rescata el enunciado donde se hace énfasis que con suficiente abono orgánico se puede recuperar un poco de fertilidad de los suelos. Lo cual nos ofrece aliento para encontrarle una utilidad a estos terrenos de Inversiones Diago.

El “suelo franco” es el suelo más apto para el cultivo de la mayor variedad de plantas por su composición equilibrada de agregados: 45% arena (que ofrece porosidad y aireación), 15% arcilla (que retiene humedad) y 40% de limos (que ofrece minerales y retiene nutrientes) [7]. Los principales nutrientes requeridos para sostener vida en el suelo son nitrógeno, fósforo y potasio, que ofrecen crecimiento sostenido, producción de flores y semillas, fortalecimiento de raíces, mayor duración de los frutos y mejor color y sabor. En segunda instancia están calcio, que sube el pH; magnesio, que mantiene la formación de clorofila; azufre, que baja el pH y mejora resistencia a enfermedades; cobre, zinc, hierro y boro, entre otros.

El suelo tiende a acidificarse cuando está húmedo y entre más ácidos sean los suelos la absorción de hierro por parte de las plantas es mucho más efectiva. Los cultivos más complejos requieren un PH entre 5 y 7, por ejemplo hortalizas y los de producción de frutos; lo cultivos más simples, como los granos y forrajes, maduran con suelos de pH entre 6 y 7,5 [7]. Esto indica que los suelos secos tienden a tener un pH más base que los húmedos y por tanto su absorción de minerales es mucho más laboriosa. Para alcalinizar el suelo se agrega calcio, cenizas y carbón de madera, mientras que para acidificarlos se agrega materia orgánica, azufre.

1.2.3 Regeneración y re mineralización de suelos

La agricultura moderna se enfoca en nutrir los suelos con elementos inorgánicos que, sin la existencia de microorganismos, no pueden ser fácilmente asimilados por las plantas. Sin embargo existen varias metodologías orgánicas para recuperar suelos entre las cuales se encuentran: uso de diatomeas, que son algas unicelulares de mar, agua dulce y tierras húmedas, también conocidas como fitoplancton, que asisten en la asimilación de nutrientes y por lo tanto el crecimiento de plantas.

El compost se forma con desechos orgánicos descompuestos vía aeróbica o anaeróbica y debido a su porosidad permite una mejor distribución y retención de la humedad, aporta nutrientes de fácil absorción y retención para las plantas, previene la erosión de suelos, favorece el desarrollo de microorganismos (micro flora y micro

fauna) que a su vez estimulan la producción de sustancias necesarias para el crecimiento de las plantas y aporta la mineralización de la materia orgánica que contiene cantidades elevadas de fósforo y nitrógeno [7]. El humus resulta ser el grado superior de descomposición de la materia orgánica, el cual evita los altos niveles de humedad para prevenir putreficarse.

Cuando el suelo está seco y compacto se recomienda sembrar malva o maleza, que tienen una alta resiliencia y cuyas raíces son lo suficientemente profundas para romper el suelo y permitir la circulación de agua y nutrientes. La maleza se puede desarrollar en suelos anaeróbicos, compactados y bajos en nitrógeno [7]. Funcionan para crear una primera capa de vegetación, produciendo biomasa, incrementando los minerales del suelo y dando paso al cultivo de otras especies. Los intercultivos permiten utilizar las capacidades adaptativas de unas plantas para dar apoyo a otras y crear cultivos simbióticos en los que ambos pueden prosperar.

De manera puntual, los microorganismos permiten el crecimiento de organismos más complejos por su alta adaptabilidad y sus valiosas funciones en la cadena alimenticia. Algunos hongos intervienen en la conservación del suelo incrementando la humedad, mejorando la absorción de nutrientes y descomponiendo materia orgánica en elementos esenciales para el crecimiento vegetal y el reciclaje de nutrientes. Algunas bacterias intervienen en la fijación del nitrógeno y solubilidad del fósforo, mejorando la disponibilidad de estos elementos para el desarrollo vegetal. Por lo tanto el compostaje desencadena una serie de procesos de reciclaje de material orgánico que resulta sostenible y del cual se pueden tener productos paralelos, dicho esto, figura como el proceso de recuperación de suelos más orgánico y sostenible.

1.2.4 Lombricultura

Las lombrices, o anélidos, de tierra juegan un papel fundamental en el planeta por su capacidad de descomponer material orgánico. Su hábitat natural es bajo tierra debido a su anatomía sencilla y delicada, sin embargo pueden llegar a vivir de dos (2) a dieciséis (16) años dependiendo de las condiciones físicas y externas del hábitat que habitan. Las lombrices respiran de forma cutánea, no poseen corazón y se alimentan absorbiendo los nutrientes del sustrato que van tragando a su paso, creando pasajes por los que circula agua y aire. Para mantenerlas sanas se debe asegurar que el entorno en el que habitan sea húmedo, pues es a través de su piel húmeda por la que respiran y, a su vez, el suelo húmedo permite mejor locomoción a pesar de que ellas mismas secretan un líquido para dichas actividades. El metabolismo de las lombrices genera residuos nitrogenados los cuales son excretados por unos pequeños órganos ubicados en casi todos los segmentos del cuerpo de la lombriz. Paradójicamente, las excreciones de las lombrices tienen más de siete veces los beneficios orgánicos que su ingesta (el color del humus está relacionado al color del sustrato) [4] [8].

Dado que las lombrices no poseen mecanismos de termorregulación, son especies susceptibles a límites extremos de temperatura. Cuando la temperatura cae, las lombrices descienden a grandes profundidades para aislarse térmicamente y su límite térmico depende de la especie de anélido. Las lombrices geófilas (que se

alimentan de tierra) alcanzan más altas profundidades que las detrívoras (que se alimentan de materia orgánica en descomposición). El tipo de suelo también influye en las profundidades que las lombrices alcanzan, los suelos arcillosos inhiben las excavaciones de galerías profundas, sin embargo, la disponibilidad de agua prima sobre la disponibilidad de nutrientes, haciendo que éstas eviten las capas más secas (que usualmente son las superficiales). En hábitats ordinarios, las lombrices viven usualmente hasta treinta centímetros bajo el suelo [4].

Los anélidos se reproducen de forma sexual y duplican su población en un mes aproximadamente, la lombriz roja californiana (la más utilizada para vermicompostaje, seguida de la africana gigante, violeta del Himalaya y del nido verde) puede llegar a producir hasta 24 capullos al mes, considerando la pérdida de especímenes por migración y mortalidad de neófito [8]. Su hábitat ideal está determinado por las siguientes condiciones físico químicas [4]:

- pH: entre 6,5 y 7,5
- Temperatura: alrededor de los 25°C
- Nutrición: Sustratos ricos en nitrógeno
- Humedad: Próxima al 80%
- Textura: Sustratos descompactados
- Edad adulta reproductiva: 45 días a 5 años
- Densidad poblacional: 1 kg de lombrices por 15 kg de sustrato

La lombricultura se realiza principalmente para producir humus, el cual es el producto principal, esterilizado y estabilizado, de la descomposición de residuos orgánicos por la acción de fauna del suelo, que en este caso favorece a los anélidos para obtener sus excrementos o humus de lombriz (el cual es igual independientemente de su especie). El compost contiene altos niveles de nutrientes para las plantas, sin embargo no es considerado fertilizante [4].

Este material, producto final de la descomposición, es producida por los procesos metabólicos de los microorganismos, que a su vez requieren oxígeno, humedad y alimento para crecer y multiplicarse [4]. Cuando los residuos orgánicos que son dispuestos como alimento para las lombrices, son descompuestos en humus por ellas y dejado a madurar, se procede a retirar el lombricompost. Si a pesar de las precauciones germinan semillas o se hayan materiales inorgánicos, se retiran manualmente.

Una capa de este material orgánico evita la erosión y escorrentía de aguas pluviales, dado que proporciona una superficie permeable que retiene la humedad y promueve la revegetación, además, ofrece un microclima óptimo para la germinación de semillas y el crecimiento inicial de las plantas. También estimula la actividad microbiana lo que aumenta la disponibilidad de nutrientes para las plantas [4].

El lombricompost puede ser producido sobre cualquier tipo de superficie (plano, rocoso, inclinado, quebrado, etc.), sin embargo el cultivo se realiza en cunas, cubiertas o al aire libre. Se recomienda construir las cunas bajo árboles de raíces profundas pues los árboles de raíces superficiales rompen las cunas en búsqueda de flora bacteriana, tampoco se recomienda bajo árboles que contengan tanino pues

sus hojas liberan toxinas dañinas para las lombrices [8]. La sombra puede también ser ofrecida con plásticos de invernadero.

Las lombrices pueden alimentarse de la mayoría de desechos orgánicos biodegradables. El estiércol (de ganado equino, bovino, ovino, porcino y avícola) es rico en microorganismos, que por su alto contenido de bacterias y hongos entra en fermentación y descomposición rápidamente. Según la alimentación de estos animales su deposición puede tener más o menos nutrientes, siendo el estiércol de los especímenes adultos que se alimentan con concentrado el más rico en nutrientes sobre los alimentados en campo abierto y de los jóvenes y, la deposición de gallina, el estiércol más lleno en nutrientes comparado con los de otros animales domésticos [8]. Igualmente se puede hacer camas de material orgánico de origen vegetal como residuos de silos, hojas, pasto, tallos despedazados, hortalizas, cáscaras, residuos de madera, papel, residuo de café, té y otras hierbas evitando especies perfumadas y ricas en tanino que usualmente liberan resinas tóxicas para las lombrices [8].

El alimento de las lombrices debe ser preparado antes de ser introducido en su hábitat. Los residuos vegetales deben ser dejados a fermentar hasta que logre un pH de $7 \pm 0,3$. Esto considera airear los residuos con remoción manual y riego periódico. El agua empleada puede ser de lluvia, río, lago o de la llave, no hay diferencia, sin embargo existe una preferencia sobre las aguas lluvia y debe abstenerse de utilizar aguas duras (agua con sales). Los estiércoles deben compostarse por separado, se dejan secar por alrededor de una semana hasta lograr una textura fibrosa y un pH alrededor de 7 [8].

La temperatura ideal para un vermicultivo ronda entre los 20° y los 30°C. Si la temperatura es más baja, se debe mantener una temperatura de 15°C con la ayuda de invernaderos o con cobertores negros y tapadas con pasto seco. Si la temperatura es más alta, se cubre las camas con telas media sombra y se riegan de dos a tres veces al día para refrigerar el sustrato caliente [8].

Se recomienda colocar veintemil (20.000) lombrices (aproximadamente siete (7) litros) por metro cuadrado (1 m²) de alimento; cada diez (10) días se debe airear el sustrato con una horquilla o rastrillo, teniendo cuidado de no ser muy agresivo con la remoción y cada treinta (30) días debe agregarse alimento previamente preparado como se describe anteriormente. El riego se debe realizar de forma continua de tal forma que se mantenga una humedad del 70% e igualmente se puede realizar esta actividad con agua de cualquier fuente, evitando las aguas duras [8].

Cuando el sustrato se encuentra muy húmedo, los anélidos intentan retirarse del ambiente, quedando expuestos a predadores, como aves y roedores; por otro lado, cuando el sustrato está muy seco, las hormigas penetran el sustrato rivalizando por alimentos y, con mayor perjuicio, depredando las lombrices. Cuando los niveles de pH se encuentran fuera del rango de equilibrio, el sustrato resulta tóxico para los anélidos causando la muerte de éstos [3]. Por estos motivos se debe mantener controlado el nivel de humedad y pH constantemente.

Cuando se cumple la etapa de producción del humus, entre sesenta y cinco (65) y setenta (70) días después de introducidos los anélidos, se retiran estos últimos en un

proceso de cosecha, trasladándolos a un hábitat más rico en nutrientes para reiniciar el proceso de producción. Una vez desplazadas las lombrices, el producto en las camas debe dejarse secar hasta que la humedad del sustrato llegue a un 40%, el cual es un periodo en el que se incrementa la flora y microorganismos benéficos. Luego se zarandea o tamiza para definir un aspecto volumétrico que pueda ser comercializable, sin embargo todo el contenido es lombricompost provechoso y útil.

2 RESULTADOS Y DISCUSIONES

2.1 DISEÑO DE METODOLOGÍA DE REGENERACIÓN DE SUELOS MEDIANTE LOMBRICULTURA EN RICAURTE, CUNDINAMARCA

2.1.1 GESTIÓN DE ALCANCE

Dado que las lombrices pueden alimentarse de varias fuentes orgánicas, se plantea utilizar el estiércol de animales de la finca emplazada dentro del lote de Inversiones Diago, combinados con cascara y residuos vegetales de la vivienda del mayordomo de la finca junto con hojas secas de los árboles y arbustos dentro del terreno; buscando, de esta forma, no costear el abastecimiento de recursos orgánicos sino reciclar los residuos cotidianos y/u ordinarios de la finca.

Las dimensiones de las cunas y el material con el que es construida la zanja depende del productor y la cuna puede no estar delimitada o encuadrada con materiales, sin embargo ofrece mayor protección al cultivo dicho enclaustrado. Se plantea inicialmente construir cuatro cunas de uno coma treinta y cinco por dos coma siete metros (1,35x2,7 mts) enmarcadas con madera pietro con medidas de diecisiete coma cinco centímetros por diecisiete centímetros de espesor y dos coma siete metros de largo (0,175 x 0,017 x 2,7 mts), con agujeros de dos centímetros de diámetro (0,02 mts) cada cincuenta centímetros (0,50 mts) para permitir un buen drenaje y evacuación de lixiviados (residuos líquidos resultantes de la percolación a través de sólidos porosos).

La preparación del alimento es necesario pues durante la descomposición de la materia orgánica las temperaturas aumentan y surgen ciclos donde la relación de bacterias y hongos es alta, luego de alcanzar cerca de los 75°C la temperatura comienza a disminuir dando paso a la predominancia de otros organismos, insectos, que señala el fin del compostaje. En el siguiente inciso se presenta el desglose de actividades en las cuales se incurrirá para ejecutar un ciclo del proyecto en la Tabla 1 Descripción de actividades.

2.1.1.1 Definición de actividades

| Código | Actividad | Descripción |
|--------|------------------------------------|--|
| A | Abastecimiento materiales y equipo | Comprar las herramientas, dotación y materia prima para la ejecución del proyecto |
| B | Contratar personal | Contratar fuerza laboral encargada del cultivo. El jefe operativo será el primero a contratar, siendo él el único operando el cultivo hasta que requiera personal de apoyo quienes no tendrán los mismo requerimientos en conocimiento. |
| C | Capacitar personal | Realizar una inducción de conceptos y procedimientos al personal |
| D | Construir cunas o camas | Por fase construir cuatro cunas o camas de 1x4 mts, con las tablas y realizar agujeros de dos centímetros de diámetro para permitir el drenaje de lixiviados. |
| E | Preparar el alimento | Preparar el alimento de acuerdo a su fuente. Los estiércoles se deben dejar secar por al menos una semana, hasta que tengan una textura fibrosa. Los residuos vegetales se deben dejar fermentar hasta formarse un compost de pH entre 6,7 y 7,3. |
| F | Preparar las cunas | El alimento debe ser introducido en el marco de las cunas de forma regular, alcanzando una altura de cincuenta centímetros (0,50 mts), debe mantener una humedad del 70% y un pH de $7 \pm 0,3$. |
| G | Introducir los anélidos | Se introducen los anélidos de forma regular sobre las cunas, ellas mismas deben buscar introducirse en la tierra y luego se debe cubrir la pila con la tela de sombra. |
| H | Riego | Con la manguera, se debe irrigar las cunas hasta que el sustrato adquiera un color marrón oscuro, midiendo la humedad de forma empírica al evitar que el agua erosione la pila. Si llueve dejar la cuna al aire libre y revisar que no se rebose de agua (se asume que en la región no hay tempestades fuertes y duraderas que |

| | | |
|---|------------------------------|---|
| | | saboteen el cultivo). |
| I | Aireación | Con el rastrillo se debe realizar una remoción del sustrato, permitiendo relocalizar el alimento y redistribuyendo la tierra humedad. |
| J | Alimento | Se debe añadir una capa de alimento que aumente la altura de la pila a setenta centímetros (0,70 mts) y mezclar el sustrato antiguo con el alimento nuevo para redistribuir el alimento. |
| K | Control y seguimiento | Realizar el ejercicio de control de pH, humedad y temperatura para definir si necesita más humedad agregar agua, si necesita menos humedad agregar pasto u hojas secas; si tiene el pH alto agregar estiércol y compostaje vegetal fresco y si tiene el pH bajo agregar pasto y hojas secas [3]. Además debe hacer anotación de las observaciones y novedades. Enviar novedades y requerimientos a empresa en un informe breve por correo electrónico. |
| L | Cosechar o recoger lombrices | Para realizar la cosecha de lombrices se debe dejar secar la cama y se deben dejar sin comida por una (1) semana de tal forma que las lombrices se encuentren famélicas, luego se abre la estructura de las cunas y se pone adyacentemente un ambiente más húmedo y con alimento para que inicien una migración progresiva al nuevo hábitat [8]. |
| M | Reposar lombricompost | Luego de dos (2) días máximos se cierra la segunda cuna y se recoge el lombricompost la primera, lista para utilizar |
| N | Utilización Lombricompost | Si la superficie es suelo duro (no rocoso), se rompe la superficie con la pala, realizando una leve remoción del suelo, si es porosa simplemente se prosigue con la distribución del lombricompost, dejando una capa de mínimo tres centímetros (0,03 mts) y sembrar alguna planta sencilla, como grano o forraje, y cubrir la semilla con otros tres centímetros (0,03 mts) como mínimo. |

Tabla 1 Descripción de actividades

2.1.2 Diseño de EDT

En la Figura 1 EDT lombricultivo se presenta la estructura de actividades de acuerdo a las cuales se deberá presentar entregables según se exponga en la asignación de tiempos de la Tabla 3 Holguras y responsables de actividades.

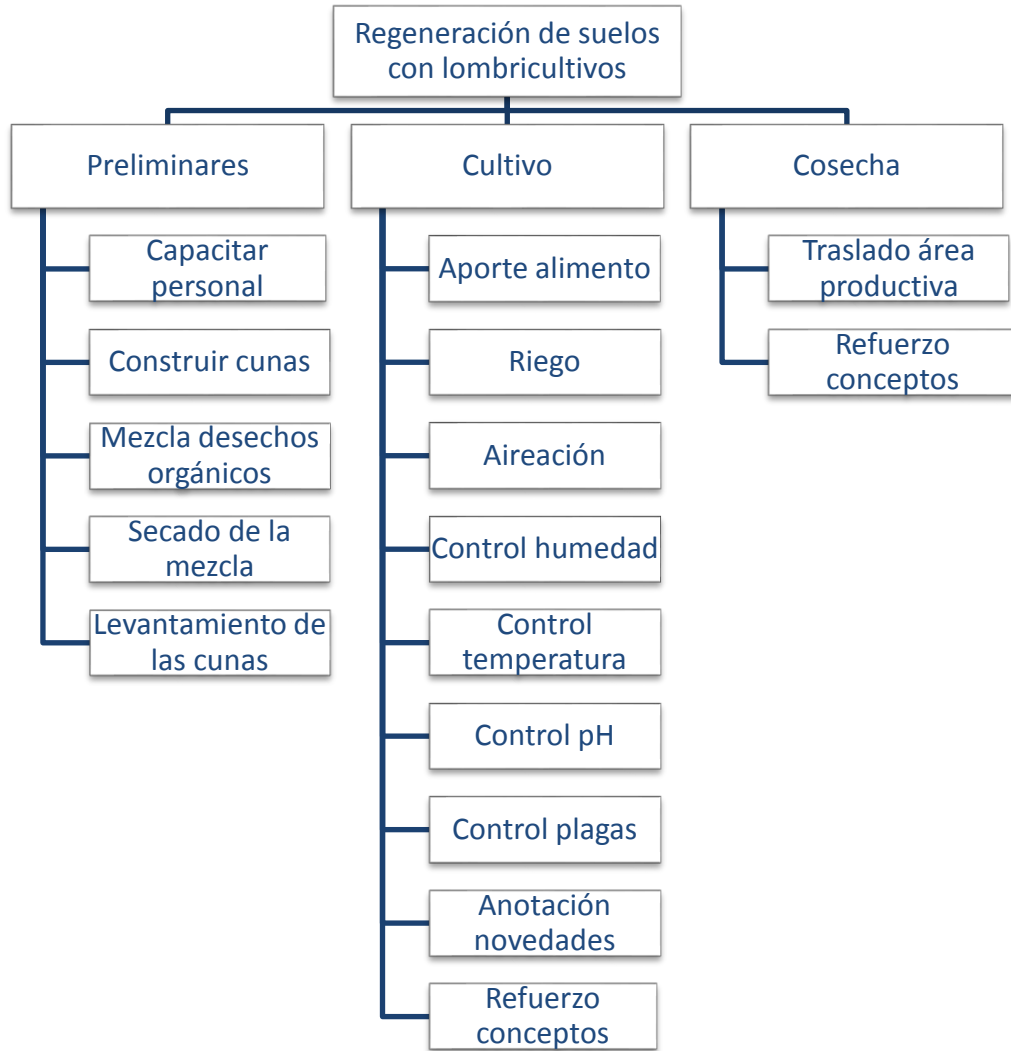


Figura 1 EDT lombricultivo

2.1.3 GESTIÓN DE TIEMPO

2.1.3.1 Asignación de tiempos

Cada ciclo de producción puede durar alrededor de ochenta (80) días, dependiendo de las condiciones y contingencias del entorno. Considerando esto se calcula la proporción que cada actividad tendrá en este horizonte de tiempo teniendo en cuenta que un día laboral tiene ocho (8) horas y la semana tiene cinco (5) días hábiles. Reconociendo estas escalas de tiempo se procede, en la Tabla 2 Tiempos de actividades, a calcular la proporción de tiempo que cada tarea tiene sobre un proyectado de ochenta (80) días hábiles en horario laboral.

| Código | Actividad | Tiempos |
|--------|------------------------------------|---------|
| A | Abastecimiento materiales y equipo | 2,50% |
| B | Contratar personal | 2,50% |
| C | Capacitar personal | 1,88% |
| D | Construir cunas o camas | 1,25% |
| E | Preparar el alimento | 10,00% |
| F | Preparar las cunas | 0,40% |
| G | Introducir los anélidos | 0,15% |
| H | Riego | 18,75% |
| I | Aireación | 1,88% |
| J | Alimento | 0,31% |
| K | Control y seguimiento | 7,50% |
| L | Cosechar o recoger lombrices | 10,00% |
| M | Reposar lombricompost | 2,50% |
| N | Utilización Lombricompost | 0,63% |

Tabla 2 Tiempos de actividades

2.1.3.2 Asignación de recursos

En la siguiente tabla (Tabla 3 Holguras y responsables de actividades) se presenta el tiempo estimado de ejecución de las actividades, junto con su holgura y el responsable de su ejecución y control. Más adelante, en el título SELECCIÓN DE RECURSOS HUMANOS se describe quienes son éstos responsables, su rol y su participación en el proyecto.

| Código | Actividad | Tiempos (Horas) | Holgura (Horas) | Responsable |
|--------|------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| A | Abastecimiento materiales y equipo | 16 | 10 | Empresa |
| B | Contratar personal | 16 | 0 | Empresa |
| C | Capacitar personal | 12 | 0 | Empresa |
| D | Construir cunas o camas | 8 | 56 | Empleado |
| E | Preparar el alimento | 64 | 0 | Empleado |
| F | Preparar las cunas | 2,5 | 0 | Empleado |
| G | Introducir los anélidos | 1 | 0 | Empleado |
| H | Riego | 120 | 0 | Empleado |
| I | Aireación | 12 | 108 | Empleado |
| J | Alimento | 2 | 118 | Empleado |
| K | Control y seguimiento | 60 | 60 | Jefe operativo |
| L | Cosechar o recoger lombrices | 64 | 0 | Empleado |
| M | Reposar lombricompost | 16 | 0 | Empleado |
| N | Utilización Lombricompost | 4 | 0 | Empleado |

Tabla 3 Holguras y responsables de actividades

2.1.3.3 Diagrama PERT Y Ruta crítica (holgura)

El diagrama PERT permite planificar, seguir y controlar el desarrollo de un proyecto, tomando a consideración la precedencia de cada actividad y los tiempos probabilísticos o esperados de cada tarea para definir las holguras de las actividades

y, en esencia, la ruta crítica que deberá ejecutarse con prioridad para lograr el objetivo del proyecto en los tiempos esperados.

Se estima una ruta crítica de las actividades B > C > E > F > G > H > L > M > N como se presenta en la Figura 2 Diagrama de PERT y ruta crítica, que indica en color rojo dicha ruta. Se recomienda revisar la Tabla 1 Descripción de actividades para reconocer las actividades que conforman la ruta.

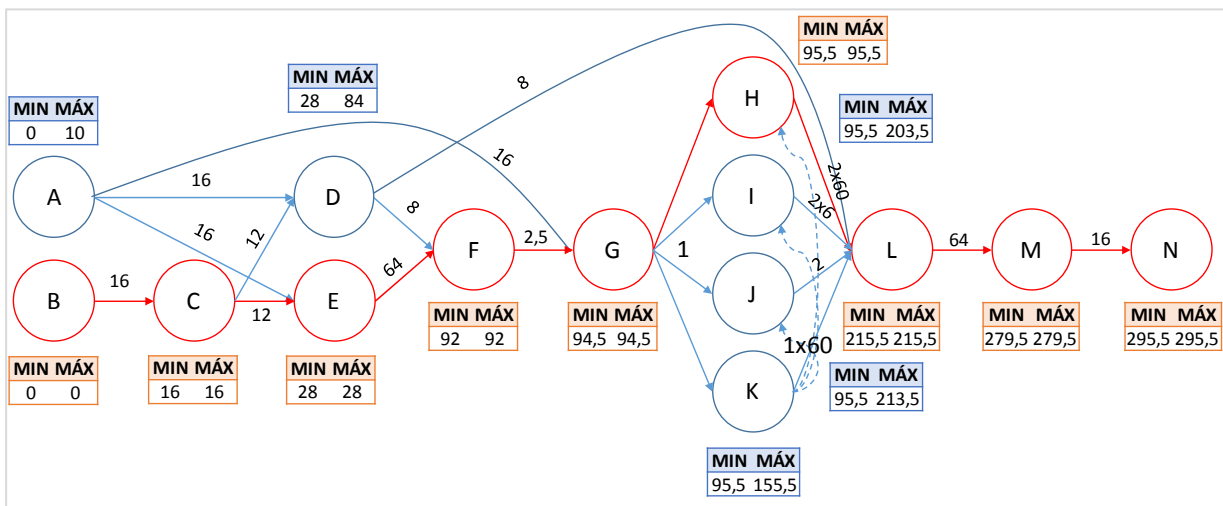


Figura 2 Diagrama de PERT y ruta crítica

El empleado puede ser el jefe operativo o el servicio de apoyo que el jefe operativo considere necesario contratar para las labores en las fases donde los cultivos por persona sean mayores.

2.1.4 SELECCIÓN DE RECURSOS HUMANOS

De acuerdo con los títulos anteriores se define las personas que asumirán las responsabilidades y los roles necesarios para la ejecución del proyecto. Este personal debe cumplir con las habilidades mínimas para realizar sus compromisos, a pesar de que la mayoría de actividades son de labrado y jardinería.

2.1.4.1 Asignación de tareas y responsabilidades

- Jefe operativo

Principalmente se cuenta con un empleado que lidere las actividades operacionales del proyecto, esta persona puede tener una formación de técnico o profesional, sin embargo si no la tiene debe tener experiencia en la materia de mínimo seis meses. Este funcionario debe tener conocimientos básicos de suelos, jardinería, biología y química orgánica con la finalidad de tener la comprensión técnica de las actividades de operación y control. Es quien cumpla con las cualidades y capacidades para identificar, medir y administrar los riesgos, por lo tanto es en quien recae la mayor responsabilidad del proyecto, que siendo de pequeñas dimensiones busca crear el mayor impacto.

Este jefe operativo podrá definir qué insumos serán requeridos, con qué frecuencia y con qué montos, y la modalidad de ejecutar las actividades. Será la persona que instruya y, según sea necesario, remita a capacitación al personal a su cargo y quién solicitará presupuesto a la junta directiva o dueños del predio a intervenir. Este funcionario estará en cargo de mantener documentadas todas las actividades de la operación, junto con los informes de seguimiento y control, cotizaciones y facturas para presentar ante el ente contable y administrativo de la empresa dueña del predio.

- Mano de obra directa

Los empleados que ocupen este cargo pueden no tener una formación en la materia, pero deben tener una condición física adecuada para labores de arado y jardinería. Estos empleados podrán cumplir actividades bajo el liderazgo del jefe operacional.

Serán empleados cuya condición física les permita realizar trabajos pesados como arar los suelos, realizar movimiento de suelo y sustrato, irrigar el suelo y otras actividades de jardinería. Si el Jefe Operativo considera pertinente y si le ha instruido correctamente, podrá ejecutar labores de control y seguimiento. Estarán bajo el liderazgo del Jefe Operativo y, siempre y cuando no exija actividades que lo denigre o esté fuera de sus capacidades físico-intelectuales, podrá ejecutar cualquier actividad de plantación, cultivo, siembra, cosecha o recolección al aire libre.

- Asesores externos

Periódicamente se podrá contactar un especialista en la materia que dirija las actividades para lograr una optimización de recursos, actividades o tiempo; que aporte en la definición y administración de riesgos y contingencias; que de alguna forma logre mejorar las condiciones del cultivo para mayor productividad o que instruya al personal que lo requiera.

- Empresa

La Empresa como dueña del lote, accionista del proyecto y cliente principal del propósito del proyecto, será la encargada de financiarla.

2.1.4.2 Capacitaciones

En el caso que el personal encargado no tenga experiencia y conocimiento en el vermicultivo o requiera refuerzos de conceptos y técnicas, se le podrá ofrecer capacitaciones en la materia que no serán de un valor superior a los \$100.000.00 pesos colombianos y su duración no es superior a un día [9].

Sin embargo se plantea una capacitación previa al inicio de operaciones como se muestra en la Tabla 4 Programa inicial de capacitaciones.

| Funcionario | Horas | Material | Contenido | Asistencia | Frecuencia |
|---|-------|-----------------------|---|----------------------|-------------------|
| Empresa Jefe Operacional Mano de Obra | 8 | Capacitación técnica | Contexto Técnicas Herramientas de operación y control Esquemas de producción | Presencial | Anual |
| Jefe Operacional | 4 | Asistencia técnica | Parámetros técnicos Esquemas de producción Asistencia en el FODA del proyecto | Presencial o Virtual | Semestral o Anual |
| Jefe Operacional | 8 | Seminarios y talleres | Técnicas Herramientas de operación y control Soluciones prácticas Visita educativa al Lombricultivo de Tenjo | Presencial | Semestral |
| Jefe Operacional Mano de Obra | 4 | Visita pedagógica | Visita educativa al Lombricultivo de Tenjo Concienciar sobre manejo de residuos y formas de protección ambiental | Presencial | Anual |

Tabla 4 Programa inicial de capacitaciones

Las capacitaciones tienen la finalidad de ofrecer a los empleados un entendimiento real sobre el potencial de la lombricultura. Lombricultura de Tenjo es una empresa dedicada a la producción y comercialización de productos derivados de la lombricultura que, a su vez, ofrece capacitaciones en la materia instruyendo en elementos técnicos para “establecer o mejorar los esquemas productivos de un Proyecto de Lombricultura” [9], brindando apoyo y servicios continuos para proyectos de lombricultores novatos y experimentados.

2.1.5 PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS (PGR)

El proceso de cultivo de lombrices es sencillo y está compuesto por pocas fases, sin embargo, al ser ecosistemas, su sostenibilidad depende del entorno en el que se desarrollen y por lo tanto las características físico químicas y biológicas entran a presentar modificaciones de las condiciones básicas esperadas. En el siguiente recuadro se presenta el análisis de riesgos de las actividades comprendidas en el proyecto de regeneración de suelos con lombricultivos.

Los riesgos se identificaron de acuerdo a las fases, su probabilidad de ocurrencia e intensidad del impacto fueron estimados por un experto en el tema para que una vez calculado su producto resulte en la calificación cualitativa del riesgo. Se estimaron cuatro (4) niveles de riesgo entre 0% y 5% sería bajo (verde), entre 5,01% y 10% sería medio (amarilla), entre 10,01% y 15% sería alto (naranja) y superior al 15,01% estaría clasificado como muy alto (rojo).

Igualmente se plantea una serie de respuestas planificadas a cada riesgo para mitigar y evitar que los riesgos se presentes y/o impacten significativamente la ejecución del proyecto, en el alcance, en los tiempos y en los costos.

| Código del riesgo | Amenaza/ Oportunidad | DESCRIPCIÓN DEL RIESGO | CAUSA RAÍZ | CONSECUENCIA | SE PRESENTA AFECTACIÓN | PROBABILIDAD | IMPACTO | Probabilidad x Impacto | RESPONSABLE DEL RIESGO | PLAN DE CONTINGENCIA |
|-------------------|----------------------|--|--|---|-------------------------|--------------|---------|------------------------|--------------------------|---|
| R1 | Amenaza | Demora de abastecimientos | Puede ocurrir que los proveedores presenten inexistencias en sus inventarios o que su proximidad al lote sea tal que complique la llegada oportuna de los insumos | Sobreplazos en el proyecto | Suministro | 30.00% | 50.00% | 15.00% | Empresa y Jefe operativo | Tener al menos tres (3) proveedores de respaldo por si los plazos se extienden demasiado |
| R2 | Amenaza | Demora de contratación de personal | Si no hay mucha gente especializada en vermicultivos puede que el proyecto no encuentre el personal requiendo | Sobreplazos en el proyecto | Personal | 60.00% | 50.00% | 30.00% | Empresa | Aplazar inicio proyecto |
| R3 | Amenaza | Contratación de personal ineficiente | Se puede llegar a contratar personal que no tenga la aptitud o que sus capacidades hayan sido sobrevaloradas | Sobreplazos y sobrecostos por liquidación y reproceso de contratación | Personal | 10.00% | 70.00% | 7.00% | Empresa y Jefe operativo | En el caso que sea el Jefe operativo, el proyecto tendrá que suspenderse hasta recontractación, si es personal de apoyo tratarán de cubrirse las tareas a cargo y se |
| R4 | Amenaza | Temporalidad de capacitaciones incompatibles con la disponibilidad del | Las capacitaciones, seminarios y talleres puede tener cronogramas que no esten en línea con los requerimientos del proyecto | Sobreplazos en el proyecto y sobrecostos por personal inoperativo | Personal | 10.00% | 70.00% | 7.00% | Empresa | Si es la capacitación inicial, se puede realizar un contrato de personal que coincida con el inicio de las capacitaciones. Si es otro tipo de capacitación se esperará a que |
| R5 | Amenaza | Abastecimiento insuficiente | Puede que el abastecimiento de materia prima no se haga con las suficientes cantidades o con los requerimientos solicitados | Sobreplazos en el proyecto | Suministro | 5.00% | 40.00% | 2.00% | Empresa y Jefe operativo | Tener al menos tres (3) proveedores de respaldo por si no pueden abastecernos. Si se solicitó equivocadamente el material, ir comenzando con los insumos presentes |
| R6 | Amenaza | Complicación en la preparación del alimento | El estiércol y el compost vegetal producen ecosistemas que pueden ser irregulares y presenten atemporalidades u otras dificultades | Sobreplazos y sobrecostos por reproceso de preparativos | Camas, cunas o sustrato | 30.00% | 90.00% | 27.00% | Jefe operativos | Si es la primera preparación, reiniciar proceso y aplazar inicio de cultivo. De lo contrario, cada quince (15) iniciar proceso de preparación para preveer este evento. Si no |
| R7 | Amenaza | El sustrato presenta altos niveles de humedad | A causa de muchas lluvias o equivocada medición de riego | Sobreplazo y sobrecostos por migración y/o mortalidad de lombrices | Camas, cunas o sustrato | 25.00% | 50.00% | 12.50% | Jefe operativos | Agregar material orgánico seco, remover tela de sombra y airear con más periodicidad el sustrato hasta que recupere el nivel deseado |
| R8 | Amenaza | El sustrato presenta bajos niveles de humedad | A causa de altas temperaturas o equivocada medición de riego | Sobreplazo y sobrecostos por mortalidad de lombrices | Camas, cunas o sustrato | 25.00% | 50.00% | 12.50% | Jefe operativos | Agregar material orgánico fresco e irrigar la pila |
| R9 | Amenaza | El sustrato presenta pH alcalino | Mezcla desproporcionada de material orgánico seco en relación al fresco y resulta en un suelo salino | Sobreplazo y sobrecostos por mortalidad de lombrices | Camas, cunas o sustrato | 25.00% | 50.00% | 12.50% | Jefe operativos | Aplicar yeso o sulfato de calcio o, más natural, agregar material orgánico seco |
| R10 | Amenaza | El sustrato presenta pH ácido | Mezcla desproporcionada de material orgánico fresco en relación al seco | Sobreplazo y sobrecostos por mortalidad de lombrices | Camas, cunas o sustrato | 25.00% | 50.00% | 12.50% | Jefe operativos | Aplicar cal o dolomita o , más natural, agregar material orgánico fresco |
| R11 | Amenaza | En el proceso de descomposición de material orgánico se | A causa de altas temperaturas o equivocada medición de riego, mezcla desproporcionada de material orgánico seco | Sobreplazo y sobrecostos por mortalidad de lombrices | Camas, cunas o sustrato | 60.00% | 10.00% | 6.00% | Jefe operativos | Se recomienda mantener húmedo el material y adicionar material celulósico, hojas y hierbas, para mantener los niveles de |
| R12 | Amenaza | Pérdida del amoniaco y sales cálcicas durante la descomposición | A causa de altas temperaturas o equivocada medición de riego, mezcla desproporcionada de material orgánico seco | Sobreplazo y sobrecostos por mortalidad de lombrices | Camas, cunas o sustrato | 60.00% | 10.00% | 6.00% | Jefe operativos | Se propone aplicar a las camas yeso y ácido carbónico en una proporción de 0,10kg por metro cúbico de material orgánico |
| R13 | Amenaza | Los anélidos no encuentran satisfactorio el hábitat | El sustrato es muy húmedo o muy seco, el alimento tiene un pH desequilibrado o si la temperatura del sustrato es muy elevada | Sobreplazo y sobrecostos por mortalidad de lombrices | Camas, cunas o sustrato | 50.00% | 50.00% | 25.00% | Jefe operativos | Agregar más alimento, reemplazar o reiniciar proceso de preparación de cama |
| R14 | Amenaza | Hay presencia de hormigas y otros insectos | Cuando los niveles de humedad recaen, la superficie se hace proprospera para que otros insectos entren al habitat a competir por recursos y a depredar las lombrices | Sobreplazo y sobrecostos por depredación de lombrices | Camas, cunas o sustrato | 25.00% | 80.00% | 20.00% | Jefe operativos | Humedecer el sustrato o agregar materia orgánica fresca |
| R15 | Amenaza | Hay presencia de ratas y aves | Los niveles de humedad son lo suficientemente altos para que las lombrices se desplacen a territorios más equilibrados, exponiendolas a la superficie para que sean depredadas | Sobreplazo y sobrecostos por depredación de lombrices | Camas, cunas o sustrato | 25.00% | 80.00% | 20.00% | Jefe operativos | Disponer de una tela de sombra que además de proveer resguardo de las altas temperaturas ofrezca refugio ante los depredadores. Dejar secar las camas |
| R16 | Amenaza | La migración de lombrices se prolonga | Puede que la cama inicial aún mantenga un hábitat próspero para la subsistencia de los anélidos | Sobreplazos en el proyecto y sobrecostos por reprocesos de preparación de camas | Camas, cunas o sustrato | 10.00% | 10.00% | 1.00% | Jefe operativos | Mantener húmedo el nuevo hábitat y esperar. |
| R17 | Amenaza | Altos niveles de mortalidad | Las condiciones físico químicas del sustrato o alimento no son las adecuadas para la subsistencia de los anélidos | Sobreplazos en el proyecto y sobrecostos por reprocesos de preparación de camas | Camas, cunas o sustrato | 25.00% | 100.00% | 25.00% | Jefe operativos | Agregar más alimento, reemplazar o reiniciar proceso de preparación de cama |

Tabla 5 Matriz de riesgos

2.1.6 COSTOS ESTIMADOS

2.1.6.1 CAPEX

Dado que ya se cuenta con un terreno amplio y despejado, de los recursos orgánicos provenientes de la fauna y flora del lote y de una nómina y gastos básicos, se precisará entonces obtener las adquisiciones a convenir para el presente proyecto que serán equipos y herramientas asociadas a labrado y jardinería, dotaciones, instrumentos para control del cultivo y otros de papelería.

| Ítem | Cantidad | Precio/Unidad | Valor total |
|---|----------|---------------|--------------------|
| Pala | 2 | \$25.900 | \$51.800 |
| Carretilla | 1 | \$99.900 | \$99.900 |
| Manguera - 15m | 1 | \$31.900 | \$31.900 |
| Rastrillo | 1 | \$29.900 | \$29.900 |
| Machete | 1 | \$18.900 | \$18.900 |
| Malla Zaranda - 5 mts huecos 2x2 mts | 1 | \$23.900 | \$23.900 |
| Termómetro, pehachímetro e higrómetro | 1 | \$140.000 | \$140.000 |
| Tela de sombra al 80% - 2 m2 | 10 | \$3.400 | \$34.000 |
| Tablas madera - 0,175 x 0,017 x 2,7 mts | 20 | \$9.300 | \$186.000 |
| Overol enterizo manga corta | 3 | \$41.500 | \$124.500 |
| Botas de caucho | 3 | \$19.900 | \$59.700 |
| Guantes de nitrilo | 3 | \$10.900 | \$32.700 |
| Sombrero de paja | 3 | \$26.900 | \$80.700 |
| Caneca con tapa - 37 lts | 1 | \$25.800 | \$25.800 |
| Computador - ASUS E202SA 12" Intel Celeron RAM 2GB Disco Duro 500GB | 1 | \$759.000 | \$759.000 |
| Libro contable | 1 | \$13.710 | \$13.710 |
| Carpeta | 1 | \$5.200 | \$5.200 |
| Esfero - x3 | 4 | \$3.250 | \$13.000 |
| Anélidos - Lombriz roja californiana - kg | 2 | \$5.000 | \$10.000 |
| Semillas - 250 gr Forraje (Pasto) | 10 | \$22.900 | \$229.000 |
| Total | | | \$1.969.610 |

Tabla 6 Desglose de costos de inversión

Algunas adquisiciones se deberán realizar de forma periódica, a una fecha a convenir y cuyos valores serán atribuidos al OPEX.

2.1.6.2 OPEX

Este rubro representa los costos de operación y mantenimiento del proyecto, cuyo ciclo dura alrededor de ochenta (80) días, sin embargo los costos se observan de forma constante durante un año, distribuida todos los meses considerando que algunos rubros serán diferidos para que se ejecuten una vez al año. En la Tabla 7 Desglose de costos de operación y mantenimiento se observan los rubros que considera la contratación de tres (3) operarios, sin embargo se contará inicialmente con el jefe operativo, quien realizara la mano de obra inicial y a medida que lo requiera serán contratados otros operarios que lo apoyen en las actividades de lombricultura.

| Ítem | Cantidad | Precio/Unidad | Valor total mensual | Valor total anual |
|-----------------------------|----------|---------------|---------------------|-------------------|
| Jefe Operativo | 1 | \$1.000.000 | \$1.000.000 | \$12.000.000 |
| Prestaciones Legales | | | | |
| <i>Cesantías</i> | 9,27% | \$92.725 | \$92.725 | \$1.112.705 |
| <i>Intereses cesantías</i> | 1,00% | \$927 | \$927 | \$11.127 |
| <i>Prima de servicios</i> | 9,27% | \$92.725 | \$92.725 | \$1.112.705 |
| <i>Vacaciones</i> | 4,17% | \$41.666 | \$41.666 | \$499.995 |
| <i>Aux. transporte</i> | 77.700 | \$77.700 | \$77.700 | \$932.400 |
| Régimen seguridad social | | | | |
| <i>Salud</i> | 0% | \$- | \$- | \$- |
| <i>Pensiones</i> | 12,00% | \$120.001 | \$120.001 | \$1.440.007 |
| <i>Riesgos profesion.</i> | 0,52% | \$5.220 | \$5.220 | \$62.641 |
| Parafiscales | | | | |
| <i>Caja de compensación</i> | 4,00% | \$40.000 | \$40.000 | \$480.000 |
| <i>ICBF</i> | 0% | \$- | \$- | \$- |
| <i>SENA</i> | 0% | \$- | \$- | \$- |
| Empleado - mano de obra | 2 | \$689.455 | \$1.378.910 | \$16.546.920 |
| Prestaciones Legales | | | | |
| <i>Cesantías</i> | 9,27% | \$63.930 | \$127.860 | \$1.534.320 |
| <i>Intereses cesantías</i> | 1,00% | \$639 | \$1.279 | \$15.343 |
| <i>Prima de servicios</i> | 9,27% | \$63.930 | \$127.860 | \$1.534.320 |
| <i>Vacaciones</i> | 4,17% | \$28.727 | \$57.454 | \$689.448 |
| <i>Aux. transporte</i> | 77.700 | \$77.700 | \$155.400 | \$1.864.800 |
| Régimen seguridad social | | | | |

| | | | | |
|--|-----|-----------|--------------------|---------------------|
| <i>Salud</i> | 0% | \$- | \$- | \$- |
| <i>Pensiones</i> | 12% | \$82.735 | \$165.470 | \$1.985.640 |
| <i>Riesgos profesion.</i> | 1% | \$3.599 | \$7.198 | \$86.376 |
| Parafiscales | | | | |
| <i>Caja de compensación</i> | 4% | \$27.578 | \$55.156 | \$661.877 |
| <i>ICBF</i> | 0% | \$- | \$- | \$- |
| <i>SENA</i> | 0% | \$- | \$- | \$- |
| Dotación | | | | |
| Dotación | | \$99.200 | \$8.267 | \$99.200 |
| Papelería y otros | | \$22.160 | \$1.847 | \$22.160 |
| Cafetería y aseo | | | \$20.000 | \$240.000 |
| Mensajería | | | \$20.000 | \$240.000 |
| Reinversión, mantenimientos y otros | | \$408.900 | \$34.075 | \$408.900 |
| Semillas | | \$22.900 | \$274.800 | \$3.297.600 |
| Servicios públicos (acueducto y energía) | | | \$200.000 | \$2.400.000 |
| Celular (minutos y datos) | 1 | | \$50.000 | \$600.000 |
| Total | | | \$4.156.540 | \$49.878.484 |

Tabla 7 Desglose de costos de operación y mantenimiento

3 CONCLUSIONES

La lombricultura resulta un procedimiento orgánico y sostenible tanto de reciclaje de residuos orgánicos como de producción de fertilizante natural. Al ser una actividad informal y, a la vez, de práctica regional, sus procedimientos estarán siempre sujetos a las preferencias del productor.

Lo que pretende este trabajo es dar una guía a una regeneración y re mineralización de suelos de forma natural, utilizando organismos resistentes, eficientes y altamente productivos. La eficacia de la implementación de la presente metodología estará ligada a contingencias de origen natural y por lo tanto deberá realizar control y seguimiento juicioso para evitar que los cultivos se estropeen. Sin embargo, de manera general, la metodología promete ser óptima para las necesidades de la empresa Inversiones Diago.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Alcaldía de Ricaurte - Cundinamarca, «Nuestro municipio,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.ricaurte-cundinamarca.gov.co/>. [Último acceso: 4 Enero 2016].
- [2] AccuWeather.com, «Tiempo metereológico Ricaurte, CO,» [En línea]. Available: <http://www.accuweather.com/es/co/ricaurte/108195/february-weather/108195>. [Último acceso: 4 Enero 2016].
- [3] A. Garces, «Lombricompost,» 5 Marzo 2014. [En línea]. Available: <http://www.infoagro.com/compraventa/oferta.asp?id=18090>. [Último acceso: 4 Enero 2016].
- [4] Lombricultura de Tenjo, «Compost,» [En línea]. Available: <http://www.lombriculturadetenjo.com/la-remineralizacion-del-suelo-en-contexto/>.
- [5] Mejor calidad y regeneración de suelos gracias al uso de biofertilizantes, «Biofabrica,» 9 Febrero 2011. [En línea]. Available: <http://www.biofabrica.com.mx/blog/?tag=regeneracion-de-suelos>. [Último acceso: 04 Mayo 2016].
- [6] C. V. C. y. d. d. I. t. Geología Agrícola, «Bibliotecta,» 2012. [En línea]. Available: http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/fondo/pdf/41683_9.pdf. [Último acceso: 25 04 2016].
- [7] S. Correa, «El suelo y su regeneración,» El BIOhuerto, 25 Septiembre 2012. [En línea]. Available: <http://es.slideshare.net/sylvinacorrea/el-suelo-y-su-regeneracin-14462256>. [Último acceso: 14 Mayo 2016].
- [8] E. Díaz, «Guía de Lombricultura, una alternativa de producción,» ADEX- Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior, La Rioja, 2002.
- [9] Lombricultura de Tenjo, «Lombricultura de Tenjo,» [En línea]. Available: <http://www.lombriculturadetenjo.com/capacitaciones/>. [Último acceso: 27 mayo 2016].
- [10] DANE, «3er Censo Nacional Agropecuario,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.3ercensonacionalagropecuario.gov.co/>. [Último acceso: 9 Febrero 2016].
- [11] Project Management Institute Inc., Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), Pensilvania, EEUU: Global Standard, 2013.