



Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Programa Universitario de Investigación
En Desarrollo Industrial –PUIDI-

INFORME FINAL

Evaluación de la eficiencia de biotransformación de la pulpa de café caturra a compost, utilizando microorganismos efectivos (EM) y la lombriz coqueta roja (*Eisenia Foetida* Sav), bajo las condiciones de Cobán, Alta Verapaz.

Equipo de investigación
Karen E. Vásquez V. (Coordinadora)
Antony Ranffery Gómerz Herrera (Auxiliar II)

Guatemala 18 de noviembre de 2016

INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL, CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

M. Sc. Gerardo Arroyo Catalán
Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas

Inga. Liuba María Cabrera de Villagrán

Inga. Qco. Karen Elizabeth Vásquez Villeda

Ing. Agr. Anthony Ranffery Gómez Herrera

Partida Presupuestaria

4.8.63.6

Año de ejecución: 2016

4. Contenido

Índice

	Índice de ilustraciones	II
5.	Resumen	III
6.	Absract	IV
7.	Introducción	IV
8.	Marco teórico	1
9.	Materiales y métodos	4
10.	Resultados	12
11.	Análisis y discusión de resultados	13
12.	Conclusiones	15
13.	Referencias	15
14.	Apéndice	17
15.	Actividades de gestión, vinculación y divulgación	22

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Distribución de tratamientos	21
2.	Pulpa de café caturra	21
3.	Preparación de microorganismos efectivos	22
4.	Lombriz coqueta roja	22
5.	Aplicación de lombriz coqueta roja	23
6.	Divulgación de información con autoridades del –CUNOR-	23
7.	Ubicación de los tratamientos	24
8.	Divulgación de proyecto en un medio de comunicación	24
9.	Divulgación de proyecto en –CUNOR-	25
10.	Divulgación de proyecto en punto clave donde se desechan pulpa de café	25

TABLAS

1.	Tratamientos realizados de acuerdo al modelo bifactorial	5
2.	Composición promedio de materiales ricos en nitrógeno y carbono	6
3.	Diluciones a diversas concentraciones de EM	9
4.	Resultados	11
5.	Datos promedios de días a la transformación de la pulpa de café	
	Caturra en abono orgánico	17
6.	Análisis de varianza	17

7.	Prueba de Tukey para los días de transformación de pulpa de café	
	Caturra en abono orgánico	17
8.	Costo por tratamiento utilizado en la transformación de pulpa de café	
	Caturra en abono orgánico	18
9.	Temperaturas promedio de los tratamientos en las semanas evaluadas	18
10.	pH de los diferentes tratamientos en las semanas evaluadas	19
11.	Resultado promedio de los análisis de nutrientes de los sustratos	
	Transformados a compost.	19

Evaluación de la eficiencia de biotransformación de la pulpa de café caturra a compost, utilizando microorganismos efectivos (EM) y la lombriz coqueta roja (*Eisenia Foetida Sav*), bajo las condiciones de Cobán, Alta Verapaz

5. Resumen

En Guatemala existe la producción de distintos tipos de café entre ellos Caturra, Costa Rica y otros. El proceso para la obtención del grano de café se divide en 5 fases: clasificación del grano, despulpado, fermentación, lavado y secado.

El estudio de la presente investigación se enfocó en darle un manejo adecuado al desecho que se obtiene en el despulpado (pulpa de café); debido a que actualmente los pequeños y medianos agricultores desechan la pulpa de café sobre terrenos baldíos o lo vierten a los ríos, contaminando en una manera significativa el medio ambiente.

La propuesta que se realizó consiste en darle un tratamiento al desecho obtenido en el despulpado y biotransformarlo en abono orgánico. La tecnología utilizada fue microorganismos efectivos (EM) y la lombriz coqueta roja (*Eisenia Foetida Sav*).

Se evaluó la eficiencia de biotransformación de pulpa de café en abono orgánico de calidad utilizando 10 tratamientos combinando en distintas cantidades la tecnología de microorganismos y lombriz. Los parámetros que se controlaron y midieron durante el proceso de investigación fueron: pH, temperatura, humedad relativa, concentración de microorganismos efectivos, cantidad de lombriz coqueta roja, tiempo, contenido nutricional, textura de compost.

Se logró establecer que el tratamiento más eficiente en el proceso de biotransformación de pulpa de café caturra en abono orgánico fue el que inicialmente tuvo 2,500 lombrices y 82,5 cc de EM.

Palabras clave: Abono orgánico, aceleración degradación, emisión de gases, reducción de contaminantes ambientales, desechos de procesos.

6. Abstract

In Guatemala there is the production of different types of coffee including Caturra, Costa Rica and others. The process for obtaining coffee bean is divided into 5 phases: classification of grain, pulped, fermented, washed and dried. The study of this research focuses on giving proper handling the waste obtained in the pulping (coffee pulp); because currently small and medium farmers coffee pulp discarded on vacant land or discharged into rivers, contaminating an environment significantly. The proposal made is to dispose of the waste obtained in biotransformation pulped and compostable. The technology used was effective microorganism (EM) and the flirty red worm (*Eisenia foetida* sav), the efficiency of biotransformation of coffee pulp into organic fertilizer quality was evaluated using 10 treatments combining technology in varying amounts of microorganism and earthworms.

The parameters were monitored and measured during the investigation were: pH, temperatura, relative humidity, concentration of effective microorganism, flirtatious amount of red worm, time, nutritional content, texture compost. It was established that the most efficient treatment in the process of biotransformation caturra coffee pulp into organic fertilizer was the one who initially had 2,500 worms and 82,5 cc of EM.

Keywords: organic fertilizer, acceleration degradation, emission of gases, reduction of environmental contaminants, waste processing.

7. Introducción

El Café (*Coffea arabica* L.), constituye un producto esencial para la economía de Guatemala y en buena parte determina la dinámica de la estructura rural del país, ya que representa 11% de empleo permanente y 12% de empleo temporal.

Dada la importancia del grano de café para la economía de Guatemala, se invierte actualmente en abundante recurso humano y monetario en dicho cultivo, con el objetivo de mejorar las técnicas de productividad.

En el país se practica el proceso de beneficiado húmedo, el cual consta por lo general, de clasificación del grano por densidad y tamaño, despulpado, fermentación, lavado y secado del mismo. En las fases descritas, se obtienen varios desechos, como los son: la pulpa, el agua de despulpado, el agua del lavado, y la cascarilla; que son descargados a fuentes hídricas, principalmente en ríos, haciendo caso omiso de los grandes daños que causan al medio ambiente. A la vez, se pierde una oportunidad de hacer uso de estos desechos y lograr un mayor beneficio, al convertir la pulpa en abono de calidad, que puede comercializarse o utilizarse en los cafetales para restituir al suelo los nutrientes que las plantas utilizan para su desarrollo y producción. Según (Fuentes, 1999), afirma “la fertilización que se realiza normalmente se producen elevadas pérdidas de los elementos aportados” entre ellos se encuentran fosfatos, nitrógeno y potasio.

La pulpa de café se descompone en abono orgánico en un período de 5 a 6 meses al dejarla sobre grandes terrenos según (Sanchez, 2000) afirma “que abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas”. Durante este período, la pulpa produce contaminantes ambientales debido a la liberación de gases y lixiviados según (Anacafé, 2015) estos contaminantes son “(99% metano, dióxido de carbono y 1% amoníaco y ácido sulfhídrico)” y la consecuente emanación de malos olores y proliferación de plagas como moscas (*Mosca doméstica*) y mosquitos (*Psychoda spp*).

Con el fin de disminuir los efectos negativos producto de la lenta descomposición de la pulpa de café en el medio ambiente, se implementó la técnica del compostaje, mediante la cual los Microorganismo Efectivos (EM) dieron una pre descomposición a la pulpa y la lombriz coqueta roja (*Eisenia foetida*) actuó sobre la materia pre descompuesta, transformándola en lombricompost de calidad. Según (Franco, 2015) afirma “el EM-Compost es una alternativa segura, económica y rápida para la elaboración de abonos orgánicos de alta calidad”.

Esa práctica permitió demostrar que pueden disminuir los problemas provocados por la contaminación que causa la pulpa al ser desechada en ríos, sino que al ser transformada en abono, ayudará a disminuir los volúmenes de fertilizantes químicos que,

a largo plazo causan problemas en los suelos debido al desequilibrio físico, químico o biológico según (Masaki, 2000) afirma “el uso de un bio fertilizante mejora el suelo ya que aumenta la diversidad microbiana y la cantidad de materia orgánica” , atribuido principalmente al inadecuado manejo de residuos sólidos y líquidos, ya que elementos tóxicos depositados en el suelo se trasladan a las plantas, animales y luego a las personas provocando daños a la salud.

8. Marco teórico y estado del arte

En una investigación desarrollada en el instituto Mexicano del café (INMECAFE), puede iniciar en la reducción de los problemas de contaminación de agua y de tierras agrícolas causadas por la pulpa, en la obtención de compost de mejor calidad para uso de semilleros-viveros. (E, 1989) “En 1986, en acumulación de pulpa abandonada en el campo, se encontraron dos especies de lombrices, nunca antes reportadas, desarrollándose y procesando la pulpa de café; *Eisenia foetida* y *Metaphire californica*. Las poblaciones naturales encontradas de estas dos especies alcanzaban niveles de 2,500 lombrices (590 gramos de peso fresco); sin embargo, en estas condiciones naturales, sus poblaciones se encontraban exclusivamente limitadas en un sustrato intermedio entre los 10 y 20 centímetros de profundidad.

Al realizarse pequeñas pruebas bajo condiciones de confinamiento en laboratorio, se observó que las dos especies se desarrollan y proliferan abundantemente, pudiendo procesar no solo una capa intermedia si no la totalidad de la pulpa en depósito de hasta (E, 1989) “40 centímetros de profundidad, sin necesidad de movilizar el sustrato ni de intervenir en el proceso.”

Sin embargo, se hizo evidente que conforme la lombriz va procesando las capas más profundas, su velocidad de transformación se hace gradualmente más lenta hasta detenerse por completo. Al observar este proceso con más detalle, utilizó un recipiente con paredes de vidrio (probeta de 1 000 cc.), se puede reconocer que, aunque la actividad de las lombrices es dispersa en el sustrato, siempre depositan sus excretos en la capa superior, separando de esta manera el material ya procesado de la pulpa de café, sin consumir.

Esta información es útil para los fines de esta investigación porque brinda un dato importante, la velocidad de transformación se hace gradualmente más lenta mediante la lombriz va procesando las capas más profundas y esto está en función del alimento

que se le dé a la lombriz, si se utiliza material como cascarilla de arroz sin una previa descomposición le tomara mucho tiempo digerir este sustrato a la coqueta roja.

(Ixcot Gonzales, 2002) en su investigación, evaluó la transformación de la pulpa de café, en el compost, utilizando la lombriz coqueta roja, y un degradador enzimático de rastros, utilizó dos sistemas o instalaciones para colocar la pulpa de café. Determinó con lo anterior el tiempo que dura la transformación de la pulpa a compost, el contenido de nutrientes del compost producido y además determinó el tratamiento más eficiente y económico para la obtención de compost.

Llegó a la conclusión de que la pulpa sometida a los tratamientos caja+lombrices y tablón+lombrices; alcanzaron la condición de totalmente descompuesto a los tres meses, no así la pulpa de los tratamientos caja+degradador y tablón+degradador; que alcanzaron la condición de descompuesta a los cuatro meses. Por lo tanto el uso de los agentes descomponedores redujo el tiempo de transformación de la pulpa a humus. Concluyó también que, la utilización de la coqueta roja como método para descomponer la pulpa de café a compost, es sencillo y fácil de manejar en cualquier finca; además,

“El proceso de descomposición de la pulpa no afecta su contenido nutrimental, facilita el manejo del compost por disminución de peso y volumen, contribuye a no contaminar el ambiente ya que no se utiliza ningún tipo de producto químico.”

Esta investigación proporciona información de utilidad, debido a que enmarca la importancia que tiene un degradador enzimático para acelerar la descomposición de la pulpa de café, esto sirve de referencia, porque en la investigación se utilizaran microorganismos efectivos que tendrán el mismo fin reducir el tiempo de compostaje.

El experimento realizado en Colombia, Brasil y Centro América, ha probado que la pulpa de café es un valioso abono orgánico y su aplicación produce aumento significativo en la producción de café y otras plantas de valor económico. (Suarez De Castro, 2001)“Se han registrado aumentos significativos del “80% al 300%, sobre los correspondientes testigos, en la producción de cafetos a los cuales se les ha aplicado entre 5 a 10 kilos de pulpa por planta, su efecto ha sido mayor que la aplicación de varios fertilizantes químicos.”

(Méndez Pérez, 2004) en su investigación, evaluó el efecto de los microorganismos efectivos (EM), en diferentes diluciones y frecuencias de volteo sobre la descomposición de la pulpa de café en, San Miguel Dueñas, Sacatepéquez. Las variables respuesta evaluadas fueron de tipo químico y físico, dentro de la química y de laboratorio: Relación C/N, materia orgánica, elementos mayores

(N,P,K), elementos menores (cobre, hierro, manganeso, zinc, magnesio y calcio), y el potencial de hidrógeno (pH) y dentro de las variables físicas se encuentran: La humedad y la temperatura.

Al final de la investigación concluyó a) Que el efecto de dilución de los microorganismos efectivos (EM) aplicado al sustrato fue significativo para la concentración de potasio, magnesio, fósforo, temperatura, pH, hierro y manganeso. b) la temperatura del sustrato fue mayor conforme aumentó la concentración de microorganismos efectivos. c) el efecto de la frecuencia de volteo fue significativo para la concentración de hierro en el sustrato, es decir que la cantidad de hierro fue mayor a medida que la frecuencia de volteo fue menor. De la misma manera la temperatura del sustrato, fue significativa, por el efecto interactivo de las diluciones de microorganismos efectivos y las frecuencias de volteo. d) los tratamientos con una dilución “1:50 y agua con frecuencia de volteo cada 12 días, presentaron características de calidad comercial igual que las del lombricompost, pero a más bajo costo y mayor rentabilidad. e) en términos generales concluyó que el abono resultante después de la acción de microorganismos efectivos, es de buena calidad nutrimental.” (Méndez Pérez, 2004)

Esta investigación es de suma importancia, porque da una idea de cómo actúan los microorganismos efectivos en la descomposición de la pulpa de café, indica que se puede obtener un abono orgánico de buena calidad sin la utilización de la lombriz coqueta roja, da un parámetro de que resultados se podrían obtener en los tratamientos que no llevan lombrices solo EM, pero dentro de la investigación si se podrá comprobar si el contenido nutricional es de buena calidad, porque se tiene un testigo el cual no se le aplicaran EM solo contendrá lombrices.

(Agro, 2011)trabajo en un proyecto de lombricompost, de la empresa SERFOAGRO, ubicada en el municipio de Carchá Verapaz, Alta Verapaz. Dicha empresa producía seis mil quintales de humus en un lapso de tiempo de seis meses, estos volúmenes no cumplía con las expectativas del mercado, debido a que la demanda aumentó, la empresa Ki papaya ubicada en Peten, empezó a requerir 1.000 quintales mensuales y luego paso a 2 000 quintales mensuales. Viendo la necesidad de cubrir un mercado insatisfecho, se piensa en la necesidad de acelerar el proceso de compostaje, se propone utilizar los microorganismos efectivos para darle una pre descomposición de la pulpa, pero los propietarios del proyecto no lo aprueban por temor a que les causen un daño a las lombrices.

9. Materiales y métodos

Para determinar la cantidad de tratamientos y hacer confiable el proceso, se utilizó un diseño experimental bifactorial en completo azar con cuatro repeticiones.

$$Y_{ijk} = u + M_i + A_j + (MA)_{ij} + E_{ijk}$$

$i = 1,2$ (número de lombrices)

$j = 1,2,3,4,5$ (concentraciones de EM)

$k = 1,2,3, 4$ (repeticiones)

Donde

Y_{ijk} = es la ijk -ésima observación en el i -ésimo número de lombrices y j -ésimo agente transformador (EM)

u = Efecto de la media general

M_i = Efecto del i -ésimo número de lombrices

A_j = Efecto del j -ésimo agente transformador (EM)

MA_{ij} = Efecto de la interacción del i -ésimo número de lombrices y del j -ésimo agente transformador (EM)

E_{ijk} = Error experimental asociado a la ijk -ésima unidad experimental.

El modelo bifactorial en completo azar es el que mejor se adaptó a esta investigación, debido a que tenían dos factores: 1) 0 lombrices y 2) 250 lombrices 2) 5 concentraciones de microorganismos efectivos (0 cc, 82,5 cc, 165 cc, 246 cc, 330 cc respectivamente).

TABLA No. 1

TRATAMIENTOS REALIZADOS DE ACUERDO AL MODELO BIFACTORIAL

No.	TRATAMIENTOS	
	SUSTRATOS	AGENTES TRANSFORMADORES
T1	**Urea + pulpa	* 0 lombrices + 0 cc EM
T2	**Urea + pulpa	0 lombrices + 82,5 cc EM
T3	**Urea + pulpa	0 lombrices + 165 cc EM
T4	**Urea + pulpa	0 lombrices + 246 cc EM
T5	**Urea + pulpa	0 lombrices + 330 cc EM
T6	**Urea + pulpa	2 250 lombrices + 0 cc EM
T7	**Urea + pulpa	2 250 lombrices + 82,5 cc EM
T8	**Urea + pulpa	2 250 lombrices + 165 cc EM
T9	**Urea + pulpa	2 250 lombrices + 246 cc EM
T10	**Urea + pulpa	2 250 lombrices + 330 cc EM

Fuente: Investigación de campo, año 2016

Como se observa en cuadro 1 a cada tratamiento se le aplicó urea. Esto se realizó debido a que la relación carbono/nitrógeno de pulpa de café caturra es de 46:1; indicando que es muy alto y afectaría el desarrollo de los microorganismos efectivos, no permitiendo la aceleración del proceso en la descomposición de la pulpa de café.

TABLA No. 2

COMPOSICIÓN PROMEDIO DE MATERIALES RICOS EN NITRÓGENO Y
CARBONO

Materiales	MO %	C %	N %	C:N
Pulpa de café	71,84	30,04	0,65	46:1

Fuente: *Cálculo matemático para preparar abonos orgánicos.*

<http://biotu.org/download/ecoaldea/agriculturaorganica/Abonos%20Organicos%20y%20Calculos%20Matematicos.pdf> (22 de septiembre de 2015).

Para determinar la cantidad de urea a utilizar en cada tratamiento, se tomó en cuenta que la relación C/N (25:1) es la recomendada en etiqueta del producto de microorganismos efectivos para suplir la necesidad del desarrollo de los mismos.

A continuación se describen los cálculos realizados:

Fórmula química de la urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

1) Se busca el peso atómico de cada elemento que tiene la fórmula de la urea.

C = 0.012 kg

O = 0.016 kg

N = $0.014 * 2 = 0.028$ kg

H = $0.001 * 4 = 0.004$ kg

2) Se suman todas los pesos atómicos (g)

C = 0.012

O = 0.016 +

N = 0.028

H = 0.004 _____

0. 60 Kg

3) Se determinó el porcentaje de nitrógeno y carbono que tiene la urea.

$$N = 0.028 / 0.60 = 0.046 * 100 = \mathbf{46 \%}$$

$$C = 0.016 / 0.60 = 0.026 * 100 = \mathbf{26 \%}$$

La relación C/N de la urea se obtiene al dividir el contenido de carbono 26% entre la cantidad de nitrógeno 46%.

$$C/N = 26/46 = 0,56:1$$

4) Se suma la cantidad de carbono y nitrógeno que tiene la pulpa de café más la cantidad de carbono y nitrógeno que tiene la urea.

	Carbono	Nitrógeno
Pulpa café	30,04 %	0,65 %
Urea	<u>26%</u>	<u>46 %</u>
Σ TOTAL	56,04	46,65

5) Se divide la cantidad sumada de carbono entre la suma de nitrógeno para obtener la relación carbono nitrógeno.

$$\text{Relación carbono/nitrógeno} = 56,04 / 46,65 = 1,02:1$$

6) Se multiplica por 25:1 que es la relación ideal y de esta manera saber cuánto tiene que incorporar de pulpa y de urea.

$$\mathbf{\text{Relación ideal} = 1,2:1 * 25:1 = 30/1}$$

Esto significa que por cada 30 kg de pulpa de café se incorporó 1 kg de urea para mantener una relación carbono nitrógeno 25:1.

Como se puede observar en cuadro 2, se realizaron promedios del contenido nutricional de la pulpa, en base a dos trabajos, 1) cálculo matemático para preparar abonos orgánicos y consideraciones teóricas (**BioTu, 2014**) 2) prácticas sobre el compost y su empleo en la agricultura orgánica donde evaluaron el contenido nutricional de la pulpa”. (**Orton/Catie, 2014**)

A continuación se describe la forma en que se distribuyó la aplicación de microorganismos efectivos:

“Los días de aplicación y las concentraciones están hechos en base a las recomendaciones de la empresa EMETEC S.A. Biotecnología para el desarrollo, el protocolo para el uso de los EM en el manejo de sólidos.”
(Franco, 2015)

En los días 0, 3, 5 y 7 de proceso de EM-compostaje, se harán aplicaciones más fuertes para mantener la población de los microorganismos efectivos a niveles altos. Porque durante estos primeros días se, producirá grandes cantidad de calor que provocarán la muerte de algunos microorganismos benéficos y evaporará también gran cantidad de agua de las materia orgánica, por lo que la aplicación de EM repone también cantidad de agua de la materia orgánica, las aplicaciones en los días 11, 15 y 20 serán más bajas porque la temperatura llegará a niveles más óptimos 18 a 25 °C, en este punto los EM ya no tienen riesgo de morir.

Según las recomendaciones de la empresa EMTEC S.A. se deben utilizar 5 520 cc para 1 000 kg de pulpa de café, este dato se tomó como referencia para establecer las concentraciones a evaluar, las cuales se determinaron de la siguiente manera.

a) Cantidad de EM a utilizar para 30 kg de pulpa.

5 520 cc1 000 kg
X30 kg

X= 165 cc de EM por 30 Kg.

165 cc es la concentración de EM que la casa comercial indica como la mejor dosis, en función de esto se aumentó y disminuyó la concentración.

b) Lo que se utilizó en los tratamientos fue 30 kg de pulpa de café fresca.

30 kg0 cc EM

30 kg82,5 cc EM

30 kg165 cc EM

30 kg246 cc EM

30 kg330 cc EM

c) Las diluciones se realizaron de la siguiente manera. (Méndez, 2004) (R., 1997)

De acuerdo a experimentos realizados con otros tipos de café, la concentración que mejor resultado ha dado es la de 75 cc EM por 16.000 cc de agua para cubrir 2.000 Kg de pulpa.

16 000 cc 2 000 kg de pulpa

X 30 kg de pulpa

X= 240 cc de agua.

Lo que se utilizó de agua fue 240 cc para las diluciones de las diversas concentraciones de EM, ver tabla 3.

TABLA No. 3
DILUCIONES A DIVERSAS CONCENTRACIONES DE EM

No. De aplicaciones	Días de aplicación y volteo	Concentraciones de EM + agua desmineralizada				
		C1	C2	C3	C4	C5
1	0	0 cc EM + 240 cc agua	15 cc + 225 cc agua	30 cc + 210 cc agua	44.7 cc + 195,3 cc agua	60 cc +180 cc agua
2	3	0 cc EM+ 240 cc agua	15 cc + 225 cc agua	30 cc + 210 cc agua	44.7 cc + 195,3 cc agua	60 cc +180 cc agua
3	5	0 cc EM+ 240 cc agua	15 cc + 225 cc agua	30 cc + 210 cc agua	44.7 cc + 195,3 cc agua	60 cc +180 cc agua
4	7	0 cc EM+ 240 cc agua	15 cc + 225 cc agua	30 cc + 210 cc agua	44.7 cc + 195,3 cc agua	60 cc +180 cc agua
5	11	0 cc EM+ 240 cc agua	7.5 cc + 232,5 agua	15 cc + 225 cc agua	22.4 cc + 217,6 cc agua	30 cc + 210 cc agua
6	15	0 cc EM+ 240 cc agua	7.5 cc + 232,5 agua	15 cc + 225 cc agua	22.4 cc + 217,6 cc agua	30 cc + 210 cc agua
7	20	0 cc EM+ 240 cc agua	7.5 cc + 232,5 agua	15 cc + 225 cc agua	22.4 cc + 217,6 cc agua	30 cc + 210 cc agua

Fuente: *Protocolo para el uso de los EM en el manejo de sólidos*. http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base_datos/em_en_manejo_residuos_sólidos.pdf (7 de julio de 2014).

Al tener establecidas las cantidades de sustratos, microorganismos efectivos y lombrices, se establecieron las fases en las cuales se dividió la investigación:

Primera Fase:

✓ Fase de campo inicial:

Ésta fase se realizó en la granja agrícola del Centro Universitario del Norte – CUNOR- del municipio de Cobán, Alta Verapaz. Se establecieron los 10 tratamientos a realizar de acuerdo al diseño experimental bifactorial en completo azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental constituyó cajas de madera con medidas de 1x0.5x0.4 m, que darán un volumen de 0.2m³ y se utilizarán 30 kg de pulpa de café en cada una de ellas. Se aplicarán las concentraciones de EM y lombriz coqueta roja durante los primeros 20 días de proceso (cuadro 1). Se procedió a medir a cada uno de los tratamientos la humedad relativa en dónde se utilizó un psicrómetro, el peso de pulpa + urea utilizando una balanza, la temperatura medida con un termómetro. Durante todo el experimento se monitorearon las variables para mantener las condiciones ideales. Ésta toma de datos se realizó semanalmente. En el caso de la temperatura si ésta sobrepasaba los 35°C se le agregó agua y volteos para bajar la temperatura; porque arriba de esta temperatura los microorganismos benéficos comenzarían a morir y el material se quemaría.

Segunda Fase:

✓ Fase de campo intermedia

Todos los tratamientos tenían las concentraciones de microorganismos efectivos junto con la lombriz coqueta roja. Se realizaron los volteos de pulpa. Las variables que se midieron: potencial de hidrógeno (pH) utilizando un potenciómetro, humedad relativa utilizando un psicrómetro, la temperatura utilizando un termómetro y se analizó el estado de transformación de la pulpa observando la textura, olor, color durante el transcurso del tiempo. Los rangos de pH que se manejaron fueron de 6,5 – 7,5.

Tercera Fase:

✓ Fase final

Se tomaron muestras de cada tratamiento y fueron enviados al laboratorio de ANACAFÉ S.A. para identificar el contenido nutricional que poseían, también se analizó el crecimiento poblacional de las lombrices.

10. Resultados

10.1 Matriz de Resultados

TABLA No. 4
Resultados

Objetivo	Resultados finales	Indicadores verificables
Identificar el tratamientos más eficiente en la biotransformación de la pulpa de café en abono orgánico	Tratamiento T7 (2 500 lombrices + 82,5 cc EM)	pH, relación C/N, materia orgánica, cenizas, CaO, P2O5, nitrógeno, K2O, MgO, Azufre, Boro, Cobre, Hierro, Manganeso, Zinc y tiempo de compostaje
Establecer la concentración adecuada de EM para la biotransformación de la pulpa de café caturra	[EM] = 82,5 cc	pH, relación C/N, materia orgánica, cenizas, CaO, P2O5, nitrógeno, K2O, MgO, Azufre, Boro, Cobre, Hierro, Manganeso, Zinc y tiempo de compostaje
Determinar la interacción que existe entre las diversas concentraciones de EM y la lombriz coqueta roja sobre la biotransformación de la pulpa de café caturra	Se logró determinar que al agregar EM y lombriz coqueta roja, se aceleró el proceso de compostaje. Encontrando así una relación polinomial $y = -0,0005x^2 + 0,2094x + 47,311$ donde $y =$ los días de compostaje, $x =$ cantidad de EM	Cantidad de lombrices coqueta roja (2500), microorganismos EM (82,5 cc, 330 cc, 246 cc, 145 cc) y tiempo (días)
Verificar si existe diferencia en el contenido nutricional del compost proveniente de cada tratamiento	Tabla No. 6	Nitrógeno, carbono orgánico, hierro, manganeso, zinc, cobre azufre, MgO, P2O5, boro, K2O.
Estimar el costo parcial del abono orgánico producido en los diferentes tratamientos	Tabla No. 8	De acuerdo a la cantidad de EM y lombriz coqueta roja utilizadas.

Fuente: Investigador

10.2 Impacto esperado

Al determinar qué cantidad de microorganismos efectivos y lombriz coqueta roja son idóneas para obtener un abono orgánico de alta calidad, se tendrá una nueva opción para degradar la pulpa de café más rápido y ser reutilizada; evitando así la contaminación ambiental.

11. Análisis y discusión de resultados

Se logró determinar que sí es posible disminuir el tiempo de compostaje de pulpa de café caturra en abono orgánico de calidad. De acuerdo a valores indicados en cuadro 4, se puede observar que el tratamiento T7 es el más eficiente con respecto a la cantidad de días necesarios para obtener abono orgánico.

Las concentración de 82,5 cc EM para un volumen de 0,2 m³ de pulpa de café caturra le da al sustrato un pre- composteo adecuado brindándole de esta manera un alimento más fácil de digerir a la lombriz, por lo que la acción de ambos transformadores es más eficiente, esto se refleja en una disminución en el tiempo de compostaje de 32 días, en comparación con el testigo T1.

Ligia Meléndez P. (Méndez, 2004) recomienda 5 volteos, utilizando solo pulpa de café más microorganismos efectivos y reporta que el abono orgánico estuvo listo a los 75 días. En la presente investigación en el tratamiento 5, pulpa de café más EM se obtuvo la materia orgánica a los 65 días, esta diferencia de tiempo posiblemente se debió a que en la investigación se le realizaron 7 volteos, hay un mayor número en comparación con los que realizó Ligia Mariela (5 volteos) en San Pedro Sacatepéquez. Quien no utilizó una relación carbono nitrógeno 25/1 para el sustrato evaluado, estas condiciones son desfavorables en relación al tiempo de compostaje.

Se realizó prueba de Tukey para diferenciar entre las medias obtenidas con respecto a los días de descomposición; debido a que el ANDEVA del cuadro 7 mostró un nivel altamente significativo.

Tomando en cuenta los análisis de varianza con estructura bifactorial, los 2 factores estudiados 1) 0 lombrices , 2 500 lombrices 2) concentraciones de microorganismos efectivos (0 cc, 82,5 cc, 165 cc, 246 cc y 330 cc), tuvieron alta significancia para los días de biotransformación, la prueba de Tukey indica que los

tratamientos T6 (2 500 lombrices + 0 cc EM), T7 (2 500 lombrices + 82,5 cc EM) y T10 (2 500 lombrices + 330 cc EM) con un volumen de 0,2 m³ de pulpa de café cada uno, son superiores para reducir el tiempo de compost; mientras que al testigo T1 (0 lombrices + 0 cc EM) con un volumen de 0,2 m³ de pulpa de café le tomo más tiempo para la transformación.

Con base a los resultados anteriores puede inferirse que en los tratamientos que poseen como agentes transformadores lombrices, lombrices + EM reducen el tiempo de compostaje, es importante resaltar que los tratamientos que solo tenía EM no dieron resultados significativos, a los 71 días los tratamientos tratados con EM estaban degradados y reflejan un buen nivel de contenido de materia orgánica (ver cuadro 5) pero no reúnen las características para ser considerados como abono orgánico por su textura arcillosa, y una porosidad del 58 %.

Los EM promueven un proceso de fermentación aeróbico natural, y dieron como producto final una descomposición acelerada, pero ésta rápida descomposición no le da las características de tener una textura franca y una porosidad del 44 %, por esta razón no es considerado un buen abono orgánico. Mientras que la lombriz; en altas poblaciones, tiene como consecuencia un aumento significativo en la velocidad de degradación y mineralización de los residuos dándole además al compost buenas características (textura franca y porosidad adecuada del 44 %), como se aprecia en gráfica 1. Los primeros compostajes fueron superiores estadísticamente ($\alpha=0,05$) a las restantes muestras de compost ya transformadas.

Los resultados obtenidos del laboratorio de suelos de ANACAFE S.A. (cuadro 5), se observa que el pH tiende a ser alcalino, debido al proceso de descomposición de la pulpa, indicado anteriormente por el manual para la elaboración de compost, bases conceptuales y procedimientos (R., 1997), donde se afirma que se considera un abono de origen orgánico bien descompuesto cuando su pH sea básico.

Además se vuelve a corroborar que el tratamiento T7 tiene los mejores valores con respecto al contenido nutricional aceptable como abono orgánico.

En los tratamientos T6 (2 500 lombrices + 0 cc EM), T7 (2 500 lombrices + 82,5 cc EM), T8 (2 500 lombrices + 165 cc EM), T9 (2 500 lombrices + 246 cc EM) y T10 (2 500 lombrices + 330 cc EM) con un volumen de 0,2 m³ de pulpa de café cada uno, los contenidos de ceniza fueron bajos, ya que hay suficiente transformación de la materia orgánica, provocando liberación de CO₂ como producto de la metabolización bacteriana. Estas características ubican a estos tratamientos como los mejores.

12. Conclusiones

1. Se determinó que el tratamiento T7 fue el más eficiente para la degradación de la pulpa de café caturra.
2. Se estableció que la concentración adecuada de microorganismos a utilizar fue de 82 cc.
3. Se comprobó que al agregar microorganismos efectivos y lombriz coqueta roja a las muestras, éstas aceleraron el proceso de descomposición; por lo tanto se estableció una relación polinomial.
4. Sí existe variación de contenido nutricional en compost al variar cantidades de microorganismos efectivos y lombriz coqueta roja.

13. Referencias

- Agro, S. (2011). *Lombricompost*. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala.
- BioTu. (22 de septiembre de 2014). Obtenido de <http://biotu.org/download/ecoaldea/agriculturaorganica/Abonos%20Organicos%20y%20Calculos%20Matematicos.pdf>
- E, A. (1989). *Perspectiva de la utilización de la lombriz en la transformación de la pulpa de café en abono orgánico*. México: Instituto mexicano de café.
- Franco, K. (7 de Julio de 2015). *EMTEC S.A.* Obtenido de http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base_datos/em_en_manejo_residuos_solidos.pdf
- Fuentes, J. L. (1999). *El suelo y los fertilizantes*. Madrid, España: Mundi-Prensa.

- Ixcot Gonzales, C. A. (2002). *Transformación de la pulpa de café en compost, utilizando la lombriz Coqueta Roja Eisenia foetida y un degradador enzimático de rastreo*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Masaki, S. (2000). *Tecnología radicional adaptada para una agricultura sostenible y un manejo de desechos modernos*. Guacimo, Limón, Costa Rica: EARTH.
- Méndez Pérez, L. (2004). *Evaluó el efecto de los microorganismos efectivos (EM), en diferentes diluciones y frecuencias de volteo sobre la descomposición de la pulpa de café, San Miguel Dueñas, Sacatepéquez, Guatemala*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Méndez, L. (2004). *Evaluación del el efecto de los microorganismos efectivos (EM), en diferentes diluciones y frecuencias de volteo sobre la descomposición de la pulpa de café, San Miguel Dueñas, Sacatepéquez, Guatemala*. Guatemala.
- Orton/Catie. (22 de septiembre de 2014). *Alianza de Servicios de Información Agropecuaria*. Obtenido de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A2037E/A2037E.PDF>
- R., H. (1997). Organic Fertilizer Production from City Waste. *Nature Science*, 32,50-53.
- Sanchez, A. (2000). *Transformación de subproductos de almazara en abono orgánico para su uso en Agricultura Ecológica*. Andalucía.
- Suarez De Castro, F. (2001). El valor de la pulpa de café como abono orgánico. *Revista Cafetalera*, 5:6 - 14.

14. Apéndice 1 DATOS ORIGINALES

Tabla No. 5: DATOS PROMEDIO DE DÍAS A LA TRANSFORMACIÓN DE LA PULPA DE CAFÉ CATURRA EN ABONO ORGÁNICO UTILIZANDO MICROORGANISMOS EFECTIVOS Y LA LOMBRIZ COQUETA ROJA (*Eisenia foétida Sav*), BAJO LAS CONDICIONES DE COBÁN ALTA VERAPAZ, A.V. 2016

	tratamientos	Repeticiones				
		I	II	III	IV	— Xi.
T1	0 lombrices + 0 EM (testigo)	93	91	91	92	91
T2	0 lombrices + 82,5 cc EM	70	71	70	72	70
T3	0 lombrices + 165 cc EM	78	76	79	78	77
T4	0 lombrices + 246 cc EM	68	70	70	69	69
T5	0 lombrices + 330 cc EM	65	67	66	65	65
T6	2,500 lombrices + 0 EM (testigo)	67	65	66	66	66
T7	2,500 lombrices + 82,5 cc EM	60	62	60	63	61
T8	2,500 lombrices + 165 cc EM	71	70	71	69	70
T9	2,500 lombrices + 246 cc EM	68	71	70	70	69
T10	2,500 lombrices + 330 cc EM	67	70	68	72	69
	— Xi...	70,7	71,3	71,1	71,6	

Fuente: Investigación de campo. Año 2 016

Tabla No.6: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE LA PULPA DE CAFÉ CATURRA EN ABONO ORGÁNICO

F.V.	SC	GL	CM	F _o	F _T	Significancia
Lombrices (A)	600,63	1	600,63	200,21	4.17	"P"
EM (B)	882,90	4	220,73	73,57	2.69	"P"
Lombriz (A) x EM (B)	1043,50	4	260,88	86,96	2.69	"P"
Error	44,76	30	3			
Total	2668,98	39				
<p>* Indica que existe diferencia con una significancia del 5%</p> <p>N.S. No significativo</p> <p>"P" altamente significativo</p>						

Fuente: Investigación de campo. Año 2 016

TABLA No. 7
PRUEBA DE TUKEY PARA LOS DÍAS DE TRANSFORMACIÓN DE LA PULPA DE
CAFÉ CATURRA EN ABONO ORGÁNICO

TRATAMIENTOS	MEDIA (DÍAS)	W= 5.0078
2 500 lombrices + 82,5 cc EM	61	A
2 500 lombrices + 330 cc EM	65	B
2 500 lombrices + 0 EM (testigo)	66	B
0 lombrices + 246 cc EM	69	C
0 lombrices + 330cc EM	69	C
2 500 lombrices + 246 cc EM	69	C
2 500 lombrices + 165 cc EM	70	C
0 lombrices + 82,5 cc EM	70	C
0 lombrices + 165 cc EM	77	D
0 lombrices + 0 EM (testigo)	91	D

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

TABLA No.8
COSTOS POR TRATAMIENTO UTILIZANDO MICROORGANISMOS EFECTIVOS Y
LA LOMBRIZ COQUETA ROJA (*Eisenia foétida Sav*)

Tratamientos	Agente transformador	valor agente transformador lombrices (Q)	valor agente transformador EM (Q)	Mano de obra (Q)	Total	tiempo de transformación en días	valor recuperado por agente transformador (Q)	valor recuperado por compost (Q)	Total (Q)
T1 (testigo)	0 lombrices + 0 EM (testigo)	0	0	3,74	32,74	91	0	64,9 kg*1,00 = 64,9	64,9
T2	0 lombrices + 82,5 cc EM	0	4,20	22,16	26,36	70	0	64 kg*1,00 = 64	64
T3	0 lombrices + 165 cc EM	0	8,40	22,16	30,56	77	0	63,2 kg*1,00 = 63,2	63,2
T4	0 lombrices + 246 cc EM	0	12,60	22,16	34,76	69	0	61,9 kg*1,00 = 61,9	61,9
T5	0 lombrices + 330 cc EM	0	16,80	22,16	38,96	65	0	60,3 kg*1,00 = 60,3	60,3
T6 (testigo)	2,500 lombrices + 0 EM (testigo)	1350,00	0	22,16	1 372,16	66	13,284 lombrices * 0.15= 1 992,60	65,5 kg*1,00 = 65,5	2 058,1
T7	2,500 lombrices + 82,5 cc EM	1350,00	4,20	22,16	1 376,36	61	17,040 lombrices*0.15= 2 556,00	64,2 kg*1,00 = 64,2	2 620,2
T8	2,500 lombrices + 165 cc EM	1350,00	8,40	22,16	1 380,56	70	13,248 lombrices*0.15=1 987,2	65 kg*1,00 = 65	2 052,2
T9	2,500 lombrices + 246 cc EM	1350,00	12,60	22,16	1 384,76	69	12,980 lombrices*0.15=1 947,00	63,7 kg*1,00 = 63,7	2 010,7
T10	2,500 lombrices + 330 cc EM	1350,00	16,80	22,16	1 388,96	69	13,060 lombrices*0.15=1 959,00	64,5 kg*1,00 = 64,5	2 023,5

Fuente: Investigación de campo. Año 2 016

Tabla No.9: TEMPERATURA (°C) PROMEDIOS POR SEMANA DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS

		SEMANAS												
		Aplicación de EM				Incorporación de lombrices								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
TRATAMIENTOS	T1	52	28	21	19	18	19	18	19	18	18	18	18	17
	T2	52	28	21	17	18	20	17	19	18	20			
	T3	52	29	20	18	18	21	18	19	18	19			
	T4	52	28	21	18	18	22	18	19	18	20			
	T5	52	28	21	18	18	18	20	19	18	20			
	T6	52	28	22	18	18	18	20	19	18	19			
	T7	52	28	20	18	18	18	20	19					
	T8	52	27	21	18	18	20	21	19	18	20			
	T9	52	29	21	17	18	20	21	19	18	20			
	T10	52	28	21	17	18	19	21	19	18	20			

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

Tabla No.10: pH PROMEDIOS POR SEMANA DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS

		SEMANAS												
		Aplicación de EM				Incorporación de lombrices								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
TRATAMIENTOS	T1	3.5	4.2	6.4	6.8	7.2	7.6	8	8.08	8.05	8.6	8.6	8.9	9
	T2	3.5	4.2	6.3	6.8	7.2	7.6	7.8	8.53	8.05	8.5			
	T3	3.5	4.2	6.4	6.5	7.5	7.6	7.8	8.5	8	8.5			
	T4	3.5	4.2	6.4	6.7	7.5	7.6	8	8.3	8	8.5			
	T5	3.5	4.3	6.4	6.7	7.2	7.6	8	8.2	8	8.6			
	T6	3.5	4	6.3	6.3	7.2	7.8	7.6	8	8.4	8.5			
	T7	3.5	4.2	6.0	6.7	7.4	7.5	8	8.3					
	T8	3.5	4.2	6.3	6.7	7.4	7.8	8	8.4	8.6	8.3			
	T9	3.5	4.3	6.4	6.8	7.4	7.5	8	8.4	8.6	8.4			
	T10	3.5	4.3	6.4	6.8	7.4	7.4	8	8.6	8.6	8.4			

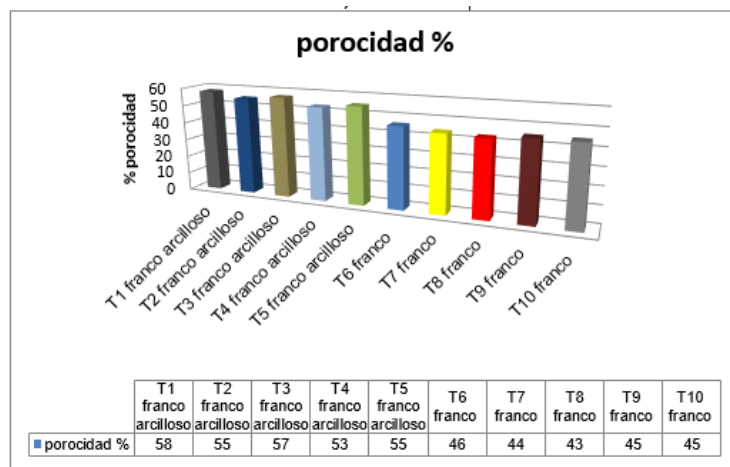
Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

Tabla No.11: RESULTADO PROMEDIO DE LOS ANÁLISIS DE NUTRIENTES DE LOS SUSTRATOS TRANSFORMADOS A COMPOST UTILIZANDO MICROORGANISMOS EFECTIVOS Y LA LOMBRIZ COQUETA ROJA (*Eisenia foétida Sav*), BAJO LAS CONDICIONES DE COBÁN, A.V. 2016

TRATAMIENTOS	T1(testigo)	T2	T3	T4	T5	T6(testigo)	T7	T8	T9	T10
N %	4.23	5.52	4.92	4.7	5.15	4.39	4.11	4.84	5.34	6.23
P ₂ O ₅ %	0.87	0.69	0.76	0.66	0.53	0.48	0.8	0.39	0.53	0.55
K ₂ O %	13.2	6.28	8.99	12.23	11.04	7.15	5.99	6.38	9.42	9.23
CaO %	1.61	1.22	1.22	1.64	1.69	3.46	4.37	3.6	5.47	4.17
MgO %	0.76	0.83	0.81	0.86	0.6	0.76	1.78	0.91	1.79	1.58
Cu PPM	3.66	10	2.51	10.88	4.8	22.12	19.73	24.3	25.41	25.17
Fe PPM	358.04	256.08	235.53	331.46	276.11	2611.54	3631.23	2570.63	3060.35	2034.57
Mn PPM	146.13	93.22	99.47	112.46	110.99	336.89	500.54	410.03	472.29	347.6
Zn PPM	13.66	12.42	8.74	14.92	13.81	100.31	11.07	103.45	94.82	65.16
C/N %	7.62	7.85	6.1	6.5	6.15	9.36	9.6	8.49	6.76	6.06
MO %	58	78	54	55	57	74	71	74	65	68
C.O.%	32.22	43.33	30	30.56	31.67	41.11	39.44	41.11	36.11	37.78
Ceniza %	42	22	46	45	43	26	29	26	35	32

Fuente: Laboratorio de suelos de ANACAFE –Analab-

Gráfica No.1: ANÁLISIS TEXTURAL DE LOS TRATAMIENTOS UTILIZANDO MICROORGANISMOS EFECTIVOS Y LA LOMBRIZ COQUETA ROJA (*Eisenia foétida Sav*), BAJO LAS CONDICIONES DE COBÁN, A. V. 2016



Fuente: Investigación de campo. Año 2016

Tabla No.12: COSTOS POR TRATAMIENTO UTILIZANDO MICROORGANISMOS EFECTIVOS Y LA LOMBRIZ COQUETA ROJA (*Eisenia foétida Sav*), BAJO LAS CONDICIONES DE COBÁN, A. V. 2016

Tratamientos	Agente transformador	valor agente transformador lombrices (Q)	valor agente transformador EM (Q)	Mano de obra (Q)	Total	tiempo de transformación en días	valor recuperado por agente transformador (Q)	valor recuperado por compost (Q)	Total (Q)
T1 (testigo)	0 lombrices + 0 EM (testigo)	0	0	3,74	32,74	91	0	64,9 kg*1,00 = 64,9	64,9
T2	0 lombrices + 82,5 cc EM	0	4,20	22,16	26,36	70	0	64 kg*1,00 = 64	64
T3	0 lombrices + 165 cc EM	0	8,40	22,16	30,56	77	0	63,2 kg*1,00 = 63,2	63,2
T4	0 lombrices + 246 cc EM	0	12,60	22,16	34,76	69	0	61,9 kg*1,00 = 61,9	61,9
T5	0 lombrices + 330 cc EM	0	16,80	22,16	38,96	65	0	60,3 kg*1,00 = 60,3	60,3
T6 (testigo)	2,500 lombrices + 0 EM (testigo)	1350,00	0	22,16	1 372,16	66	13,284 lombrices * 0.15= 1 992,60	65,5 kg*1,00 = 65,5	2 058,1
T7	2,500 lombrices + 82,5 cc EM	1350,00	4,20	22,16	1 376,36	61	17,040 lombrices*0.15= 2 556,00	64,2 kg*1,00 = 64,2	2 620,2
T8	2,500 lombrices + 165 cc EM	1350,00	8,40	22,16	1 380,56	70	13,248 lombrices*0.15=1 987,2	65 kg*1,00 = 65	2 052,2
T9	2,500 lombrices + 246 cc EM	1350,00	12,60	22,16	1 384,76	69	12,980 lombrices*0.15=1 947,00	63,7 kg*1,00 = 63,7	2 010,7
T10	2,500 lombrices + 330 cc EM	1350,00	16,80	22,16	1 388,96	69	13,060 lombrices*0.15=1 959,00	64,5 kg*1,00 = 64,5	2 023,5

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

APENDICE 2

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

FIGURA 1: Distribución de tratamientos



Fuente: Investigador de campo

FIGURA 2: Pulpa de café catarra



Fuente: Colaborador

FIGURA 3: Preparación microorganismos efectivos



Fuente: Colaborador

FIGURA 4: Lombriz coqueta roja



Fuente: Colaborador

FIGURA 5: Aplicación lombriz coqueta roja



Fuente: Colaborador

15. Actividades de gestión, vinculación y divulgación

1. Gestión de materia prima (Cooperativa Chicoj, Cobán, A.V.)
2. Gestión del espacio físico (Facultad de Ingeniería en Gestión Ambiental, CUNOR)
3. Gestión para análisis de resultados (Laboratorios de suelos de Anacafe Ciudad de Guatemala)

15.1 Divulgación realizada dentro del Centro Universitario del Norte

Presencia del Director del Centro Universitario del Norte, junto a coordinadores de las carreras de IGAL, Ingenierías, Psicología, Medicina.

Figura 6
Autoridades del Centro Universitario del Norte



Fotografía tomada por: Colaborador

Figura 7
Tratamientos



Fotografía tomada por: Colaborador

Figura 8
Divulgación de proyecto en medio de comunicación

ORDEN DE PUBLICIDAD

NOMBRE Y DIRECCIÓN: Comunidad Agrícola - 211116
 MUNICIPIO: Coahuila de Zaragoza, Coahuila de Zaragoza
 MUNICIPIO: Coahuila ESTADO: Coahuila
 REPRESENTANTE: Rafael Viquez
 CUBICACIÓN: Coahuila de Zaragoza PROYECTO: Manejo Forestal
 EXTENSIÓN: 9.400 m² RAYONAMIENTO: Manejo Forestal

MUNICIPIO	COMUNIDAD		MUNICIPIO		ESTADO	
	CA	CA	CA	CA	CA	CA
FECHA:	<u>21/11/16</u>					
TORNO	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30
DE 10:00 EN	11:45	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00
DE 12:00 EN	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30
DE 15:00 EN	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30	19:00
DE 18:00 EN	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00
DE 21:00 EN	22:30	23:00	23:30	24:00	24:30	25:00
DE 24:00 EN	25:30	26:00	26:30	27:00	27:30	28:00
DE 27:00 EN	28:30	29:00	29:30	30:00	30:30	31:00

DIRECCIÓN GENERAL DE FORESTALIA
 DIRECCIÓN DE REGISTRO Y FISCALIA
 DIRECCIÓN DE MONITOREO Y EVALUACIÓN

Fotografía tomada por: Investigador

Figura 9

Ubicación de mantas vinílicas con información sobre el proyecto



Fotografía tomada por: Colaborador

Figura 10

Ubicación de manta vinílica con información sobre el proyecto en uno de los puntos Donde desechan la pulpa de café



Fotografía tomada por Investigador