

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

MANEJO DE RESIDUOS DEL PROCESO DE BENEFICIADO HUMEDO DEL CAFÉ
(*Coffea arabica*) EN EL CENTRO REGIONAL DE IHCAFE TROJES EL PARAISO

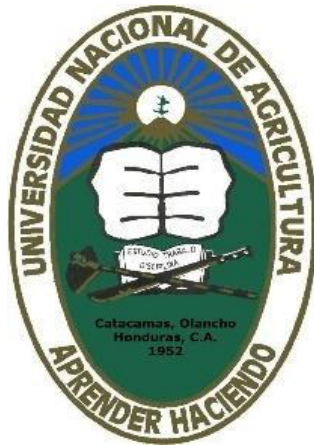
PRESENTADO POR:

JOSE JAVIER MARTINEZ MONTOYA

TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADO

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS

JUNIO, 2016

**MANEJO DE RESIDUOS DEL PROCESO DE BENEFICIADO HUMEDO DEL CAFÉ
(*Coffea arabica*) EN EL CENTRO REGIONAL DE IHCAFE TROJES EL PARAISO**

PRESENTADO POR:

JOSE JAVIER MARTINEZ MONTOYA

ING. ADRIAN FRANCISCO REYES
Asesor principal

ING.FABIO TERCERO
Asesor Ajunto

TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADO
PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS

JUNIO ,2016

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso que es el que me ha iluminado este largo camino de trabajo, estudio y disciplina. Me ha dado la sabiduría y entendimiento necesarios para poder superar los obstáculos durante todos estos años hasta llegar alcanzar la meta deseada

En especial a mis padres **ISRAEL MARTINEZ Y SARA DE JESUS MONTOYA**, que han sido de apoyo incondicional en el aspecto moral, económico y espiritual en cada momento de mi vida y de esta manera guiarme al camino correcto.

A mis hermanos **MARIA HORTENCIA MARTINEZ, ISRAEL ENRRIQUE MARTINEZ Y GERZON DAVID MARTINEZ** por que han sido parte de todo este logro que he llegado a alcanzar.

A mis amigos y demás familiares que de una u otra manera han estado conmigo en los momentos difíciles y me brindaron su apoyo durante toda la carrera para poder hacer este sueño realidad.

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios por que él ha sido mi guía durante toda la carrera para poder obtener mi título universitario y en los momentos de dificultad ha sido mi fortaleza hacia las adversidades que se presentaron durante todo el tiempo que he estado estudiando.

A mis padres **ISRAEL MARTINEZ Y SARA DE JESUS MONTOYA** que siempre me han apoyado y depositado en mí la confianza para emprender este camino escuchándome y dándome sus valiosos consejos que han sido muy valiosos para ser una mejor persona en la vida .

A mis compañeros de cuarto y de sección de clases que hemos compartido estos años de estudios juntos y gracias la hermandad que se forma se superan todas las barreras hasta llegar al éxito.

A la universidad nacional de agricultura por darme la oportunidad de estudiar y lograr ser un profesional.

Al ingeniero **ADRIAN FRANCISCO REYES** por el apoyo brindado en el trabajo profesional supervisado y dedicarme su tiempo en todo el desarrollo del proyecto.

Al **Instituto Hondureño Del Café IHCAFE** por darme la oportunidad de poder realizar mi práctica profesional y darme el apoyo necesario durante el desarrollo de la práctica.

Al ingeniero **FABIO EDGARDO TERCERO** por darme asesoramiento técnico en el transcurso de la práctica en el **IHCAFE**.

CONTENIDO

ACTA DE SUSTENTACION.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE CUADROS.....	vii
LISTA DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN	ix
I NTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo general.....	2
2.2 Objetivos específicos	2
3.1 Cultivo de café en Honduras.....	3
3.2 Cultivo de café en el municipio de Trojes	4
3.3 Proceso de beneficiado húmedo del café en Honduras.....	4
3.4 Contaminación por el beneficiado húmedo tradicional del café.....	4
3.5 Residuos sólidos y líquidos del beneficiado húmedo del café.....	6
3.5.1 Pulpa de café	7
3.5.1.1 Lombricultura con pulpa de café.....	8
3.5.1.2 Lombriz roja californiana	9
3.5.1.3 Características generales.....	9
3.5.1.4 Preparación del sustrato.....	10
3.5.1.5 Siembra de lombriz y cantidad inicial	11
3.5.1.6 Manejo del cultivo de la lombriz	11

3.5.1.7 Separación de la lombriz y recolección del bioabono	11
3.5.2 Aguas mieles	12
3.5.2.1 Tratamientos de las aguas mieles.	13
IV. METODOLOGIA	14
4.1 Descripción del lugar	14
4.2 Materiales y equipo.....	14
4.3 Método	15
4.3.1 Implementación de lombricultura	16
4.3.2 Recolección del pie de cría de la lombriz roja californiana	16
4.3.3 Establecimiento de lombricompostera en la comunidad de las Delicias #2	16
4.3.4 Establecimiento de lombricompostera en la comunidad de san Agustín.	17
4.3.5 Lombriculturas individuales.....	18
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
5.1 Manejo de la pulpa de café y aguas mieles.....	20
5.2 Comunidades beneficiarias del proyecto	21
5.3 Lombricompostas establecidas	21
VI. CONCLUSIONES.....	23
VII. RECOMENDACIONES	24
ANEXOS	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Subproductos del fruto de café.....	6
Figura 2. Anatomía de la lombriz roja californiana <i>Eisenia foetida</i>	10
Figura 3. Laguna de oxidación localizada en la aldea San Agustín, municipio de Trojes..	13
Figura 4. <i>Eisenia foetida</i> en plena labor de descomposición	21

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Composición de la pulpa de café	8
Cuadro 2. Parámetros para medir la contaminación por aguas mieles.....	12
Cuadro 3. Lombricompostas establecidas en las comunidades beneficiarias.	22

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Plan de actividades para el establecimiento de una lombicomposta con pulpa de café.....	28
Anexo 2. Recolección del pie de cría de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>).....	29
Anexo 3. Construcción de cerco	29
Anexo 4. Construcción de camas o cajones para la cría de lombriz.	30
Anexo 5. Preparación de la pulpa.....	30
Anexo 6. Prueba de calidad de alimento	31
Anexo 7. Mojado de la pulpa de café.....	31
Anexo 8. Siembra de la lombriz roja californiana.....	32
Anexo 9. Cosecha de lombrihumos	32

Martínez Montoya, JJ.2016 Manejo de residuos del proceso de beneficiado húmedo del café (*coffea arabica*) en el centro regional de IHCAFE Trojes el Paraíso, Trabajo Profesional Supervisado, Ing Agr, Universidad de Agricultura, Catacamas Olancho, Honduras, 42 Pág.

RESUMEN

Este proyecto se realizó debido a que el beneficiado húmedo tradicional del café es un tema de gran interés para la caficultura nacional por la contaminación que este genera en las fuentes de agua, lo que resulta en un grave problema que afecta a las personas, a los animales y al medio ambiente. Este trabajo se realizó con pequeños productores de café que tienen sus fincas en las comunidades del municipio de Trojes con el propósito de reducir la contaminación ambiental promoviendo y demostrando alternativas para el manejo de las aguas mieles y la pulpa de café. Todo el desarrollo del proyecto se realizó en la época que el cultivo está en cosecha, en donde los productores recolectan el grano maduro y realizan todo el proceso de beneficiado húmedo, lo cual es el tiempo más idóneo para promover este tema. La mayoría de los productores de café del municipio de Trojes no le dan ningún tratamiento a los residuos del beneficiado húmedo del café. Para el tratamiento de las aguas mieles se recomendó la construcción de lagunas de oxidación donde esté instalado un beneficio húmedo tradicional de café. En el manejo de la pulpa de café se utilizó la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) para la conversión en abono orgánico y para que los productores lo puedan utilizar en sus fincas de café, ya que se obtiene de una manera fácil y barata. Para realizar la cría de lombriz se establecieron en total 11 ensayos de lombricomposteras en las comunidades de Delicias # 2, Buena Vista y San Agustín en donde participaron un buen número de productores. El desarrollo de todas las actividades se realizó directamente en las fincas donde los productores tienen a disposición pulpa de café.

Palabras claves: Contaminación ambiental, pulpa de café, agua miel, lombricompostera.

I INTRODUCCION

En Honduras se cultiva café comercialmente en 15 de los 18 departamentos, se desarrolla en un rango promedio de altitud de los 600 a 1500 metros sobre el nivel del mar (msnm) y la cosecha se extiende desde el mes de septiembre a marzo dependiendo la zona del país, es uno de los rubros más importantes para la economía nacional por que genera grandes divisas y empleos durante todo el año siendo el periodo de cosecha el que más personal se necesita para la recolección y comercialización del fruto.

El municipio de Trojes El Paraíso es una zona cafetalera muchas familias se dedican directamente a la producción teniendo sus fincas en las comunidades, sin embargo a pesar de su importancia siguen practicando el beneficiado húmedo tradicional el cual provoca daños en el ambiente por el mal uso que se le da a los residuos como la pulpa y las aguas mieles produciendo así contaminación y deterioro de las fuentes de agua, malos olores al ambiente y hasta condiciones favorables para el desarrollo de plagas y enfermedades.

Cada día aumenta la necesidad de convertir residuos contaminantes en materiales beneficiosos y utilizables para otros propósitos, esto cobra especial interés debido a la importancia de proteger y conservar el ambiente en que vivimos, en Honduras se han venido desarrollando investigaciones dirigidas a evitar y controlar la contaminación causada por estos subproductos, este trabajo se realizó con el propósito de que los productores pongan en prácticas en sus fincas tecnologías viables para el uso adecuado de las aguas mieles y la pulpa de café y las promuevan con más grupos de caficultores contribuyendo a reducir el impacto ambiental ocasionado por la contaminación del beneficiado húmedo tradicional.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Dar a conocer alternativas para el tratamiento de los residuos sólidos y líquidos del beneficiado húmedo del café, su factibilidad económica y técnica mediante procesos de capacitación a los productores de café.

2.2 Objetivos específicos

Demostrar a los productores que es necesario un sistema de tratamiento de desechos del beneficiado húmedo del café para ejercer un control y evitar la contaminación.

Implementar posibles prácticas que puedan introducirse al beneficiado húmedo tradicional que sirvan para reducir el uso de agua en el despulpado y lavado del café.

Realizar trabajos demostrativos con productores de la zona en la elaboración de abonos orgánicos a partir de la pulpa de café.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Cultivo de café en Honduras

La actividad cafetalera ha sido uno de los principales pilares de la sostenibilidad económica, social y ambiental del país. Es una de las actividades humanas que a lo largo del siglo XX, transformó nuestro paisaje, la economía y la cultura de miles de familias rurales. Es el rubro de mayor influencia en el sector agrícola; más de 100,000 familias se benefician directamente de la explotación del cultivo; por lo tanto, vincula aproximadamente un millón de empleos directos e indirectos, en las labores de mantenimiento, cosecha, comercialización y procesamiento e industrialización del grano (Arguijo 2011).

Según el HERALDO 2015. Durante la cosecha del café, miles de hondureños se dirigen a las zonas productoras con el objetivo de captar ingresos para el bienestar de sus familias. El Instituto Hondureño del Café (Ihcafé) tiene registradas 120,000 familias cafetaleras, distribuidas en los 210 municipios y 15 departamentos. Con un promedio de cinco personas por núcleo familiar, significa que 600,000 personas dependen de forma directa de la caficultura.

Para Honduras, el café representa la segunda fuente de divisas, después de las remesas familiares. Este producto, además de conquistar el paladar de propios y extraños, puede beneficiar a cerca de 20% de la población hondureña que de forma directa o indirecta depende del cultivo. Actualmente, el rubro cafetalero representa el 5% del Producto Interno Bruto (PIB) y el 35% del PIB agrícola, según cálculos oficiales. Tomando en cuenta que el PIB de Honduras es de 411,533 millones de lempiras, esto significa que 20,576 millones son producto del café.

3.2 Cultivo de café en el municipio de Trojes

La producción de café es la mayor actividad económica en el municipio y alrededores, exportando café internacionalmente, también se dedican a la ganadería, siendo esta la segunda económica. La producción de arroz, frijoles, y maíz es la tercera actividad económica, y una cuarta actividad que es la producción de tabaco (Agromar, s.f).

La mayoría de los pobladores se dedica al cultivo del café debido a lo apto del terreno para esta actividad. En cuanto a fuentes de trabajo, el mayor movimiento de capital se observa durante la temporada de la corta de café, la cual comienza en el mes de septiembre y se extiende hasta marzo, significando la misma una fuente de empleo temporal. El resto del año los caficultores necesitan mano de obra para las labores de limpieza, fertilización, control de plagas y enfermedades de las fincas de café (Gómez, 2005).

3.3 Proceso de beneficiado húmedo del café en Honduras

El beneficiado húmedo llamado así por ser la parte del proceso que demanda uso de agua, principalmente para la eliminación del mucílago (lavado) y clasificación de los granos. En este proceso se desarrollan las etapas: Recibo del café maduro, clasificación del café maduro, despulpe del café maduro (separación de la cáscara), clasificación del café despulpado, separación del mucílago por fermentación (hidrólisis) o remoción mecánica (Fricción) y eliminación por lavado (agitación y desprendimiento en agua), y clasificación del café lavado (Herdez, 2013).

3.4 Contaminación por el beneficiado húmedo tradicional del café.

En el proceso de beneficiado del café se originan los subproductos pulpa y aguas mieles, los cuales contienen altas concentraciones de carga orgánica contaminante y pueden generar un

impacto negativo al tener contacto con los recursos del medio ambiente debido al desecho indiscriminado sin previo tratamiento de estos.(Salazar *et al.*2013).

En el beneficiado húmedo tradicional de los frutos de café, se incluye la práctica en la que es necesario la utilización de agua en grandes cantidades como uno de los principales componentes del proceso. Esta transformación del café en húmedo se realiza en casi todos los países productores del grano. Este proceso se caracteriza por usar altas cantidades de agua como elemento principal del proceso de transformación y una de sus limitantes es la no reutilización de la misma y el elevado nivel de contaminación ambiental (Chacón, 2001).

El beneficio del café ocasiona severos impactos en el ambiente ya que en el proceso solamente se aprovecha el 5% del peso del fruto fresco, el 95% restante es considerado residuo (CENICAFÉ, 2011).

El sistema de beneficio húmedo de café tradicional usado en Honduras genera problemas de contaminación por la gran cantidad de agua utilizada, al mismo tiempo, puede bajar la calidad del café al manejar mal el proceso de fermentación. (Chacón, 2001).

Las aguas en su estado natural siempre poseen cierto grado de contaminación, pero al ser vertidas las aguas mieles juntamente con la pulpa a un cuerpo receptor, suministran grandes cantidades de materia orgánica que las bacterias metabolizan o descomponen. Esas bacterias, para poder degradarla, consumen grandes cantidades de oxígeno disuelto (OD). En consecuencia, cuando la demanda de oxígeno, por parte de las bacterias, es mayor que el oxígeno disuelto en el agua, la vida bacteriana comienza a morir. No sucede esto, si se logra suministrarle aire por algún método. (Anacafe, 2011).

El uso y costo de fertilizantes minerales aumentan continuamente, haciendo que los agricultores busquen alternativas que ayuden a cumplir con los requerimientos nutricionales de la planta de café, sin necesidad de depender de fertilizantes minerales, y una de las

alternativas es el uso de abonos orgánicos: lombrihumus, bocashi, biofertilizantes y organismos como micorrizas.(Andagoya, 2014).

3.5 Residuos sólidos y líquidos del beneficiado húmedo del café

En el proceso de transformación de café cereza a café pergamino seco se generan subproductos sólidos como pulpa de café y mucilago que de no ser aprovechados y/o manejados adecuadamente se convierten en residuos sólidos contaminantes del medioambiente (suelo, aire y agua). (Arango, 2014).

La utilización de los residuos del café está determinada por una serie de factores tales como: las cantidades producidas, su distribución temporal y regional, el contenido de humedad, y el almacenamiento y la preservación, la importancia comercial de los productos obtenidos y la capacidad de competencia con otros materiales. (Valencia, sf).

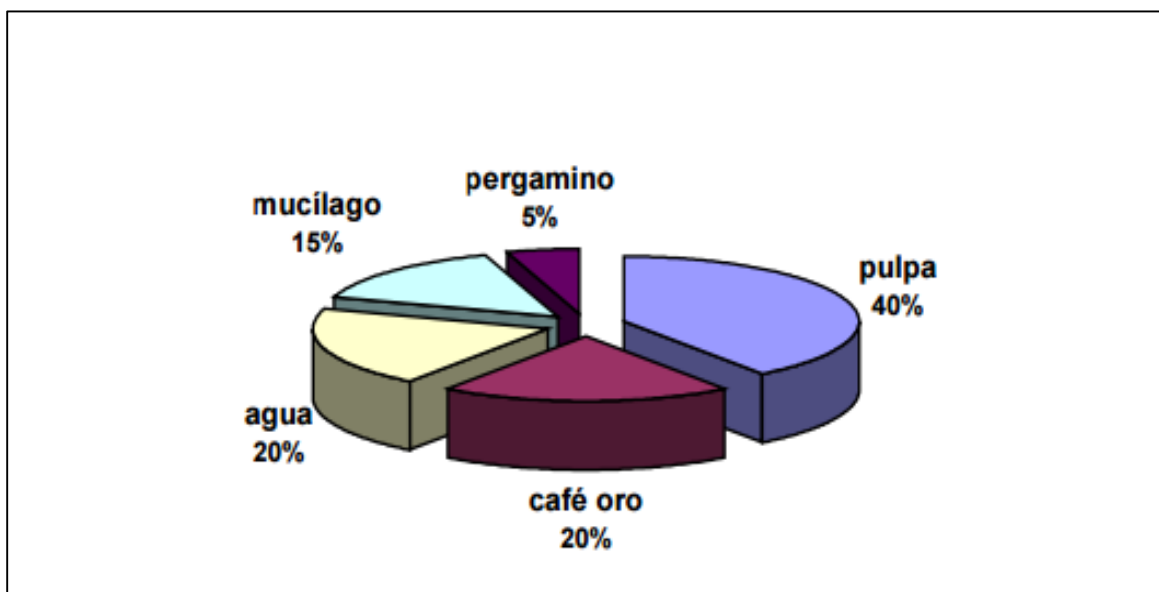


Figura 1. Subproductos del fruto de café

(Fuente: Gaitán, 1998)

3.5.1 Pulpa de café

La pulpa representa aproximadamente el 40% en peso del fruto de café. Es el subproducto más voluminoso del proceso de beneficiado húmedo, su densidad aparente es de aproximadamente 5.5 quintales por metro cúbico cuando está recién obtenida y suelta. Lo que quiere decir que de cada 100 quintales de fruto maduro se obtienen 40 quintales de pulpa, los cuales ocupan aproximadamente 7.00 metros cúbicos (Anacafe, 2011).

Es un material que se compacta rápidamente y en 24 horas su densidad se incrementa a 10 quintales por metro cúbico. En los beneficios tradicionales, es trasladada hacia los depósitos utilizando grandes volúmenes de agua, generando contaminación por el desprendimiento y la concentración de materia orgánica (Arango, 2014).

La pulpa de café es uno de los subproductos que presenta una gran variedad de alternativas para ser recicladas en su totalidad., transformación en humus a partir del cultivo de lombrices, elaboración de abonos orgánicos fermentados, proceso de elaboración de aboneras (composterías), producción de biogás entre otros.

El uso de la pulpa de café como abono orgánico con la finalidad de acondicionar el suelo mejorando su contenido de humus y estructura, estimulando la vida micro- y mesobiológica del suelo (PASOLAC, sf).

El cuadro siguiente muestra la composición de la pulpa de café .Puede existir diferencia en la composición porcentual, según la eficiencia del método usado, la variedad del fruto, las condiciones del cultivo, entre otros.

Cuadro 1: Composición de la pulpa de café

Componentes	Pulpa (% en base peso seco)
Carbohidratos	44
Fibra	21
Grasa	-
Cafeína	1.25
Proteínas	12
Taninos	-
Polifenoles	1.0

Fuente: Pandey et al. (2000)

3.5.1.1 Lombricultura con pulpa de café

En las zonas cafetaleras de Honduras, la alta contaminación ambiental por los desechos del beneficiado del café y la falta de alimento para los animales que crían o podrían criar los productores/as, son dos aspectos importantes que deben considerarse al momento de implementar la lombricultura o cultivo de la lombriz. El cultivo de lombrices es una alternativa para todos los productores/as de café y tiene varias finalidades, entre las que podríamos mencionar la producción de materia orgánica, rica en nutrientes y en microorganismos que mejoran la fertilidad del suelo y por lo tanto mejora la productividad de las plantas.(Pineda,2006).

Es necesario, para el país y para la humanidad entera, que el productor/a de café implemente en sus fincas la lombricultura; es posible que como en todo proceso de aprendizaje e

implementación, al principio se vea un tanto costosa y hasta complicada, sin embargo ambos aspectos son todo lo contrario.

La lombricultura es la crianza técnica de lombrices en cautiverio. Su objetivo es la producción de lombricompost (lombrhumus) Y consiste en el cultivo intensivo aprovechando residuos orgánicos como pulpa de café, subproductos de podas de cafetos y sombra, estiércol, entre otros (Anacafe, 2011).

3.5.1.2 Lombriz roja californiana

Su nombre científico es *Eisenia foétida* pero también se la conoce como lombriz roja, lombriz roja californiana, lombriz compostera, lombriz de abono, entre otros. Hay muchas especies de lombrices, pero debido a su fácil adaptación al cautiverio y a su poco mantenimiento, la lombriz roja de california es la mejor para producir compost (humus de lombriz), ya sea a nivel industrial o doméstico.

3.5.1.3 Características generales

La lombriz roja de california es hermafrodita incompleta (tiene ambos sexos, pero necesita aparearse para reproducirse). Está dotada de 5 corazones simples y 6 pares de riñones. En cautiverio tiene una vida media de 15 años y no contrae ni transmite enfermedades. En estado adulto pesa aproximadamente 1 gramo y come el equivalente a su peso diariamente, transformándolo en humus de lombriz. No soporta la luz solar, una lombriz expuesta a los rayos del sol muere en unos pocos minutos. En condiciones óptimas, puede llegar a producir hasta 1.500 lombrices al año (tiene una extraordinaria capacidad reproductiva, en zonas de temperaturas suaves y alta humedad su población se duplica cada tres meses).

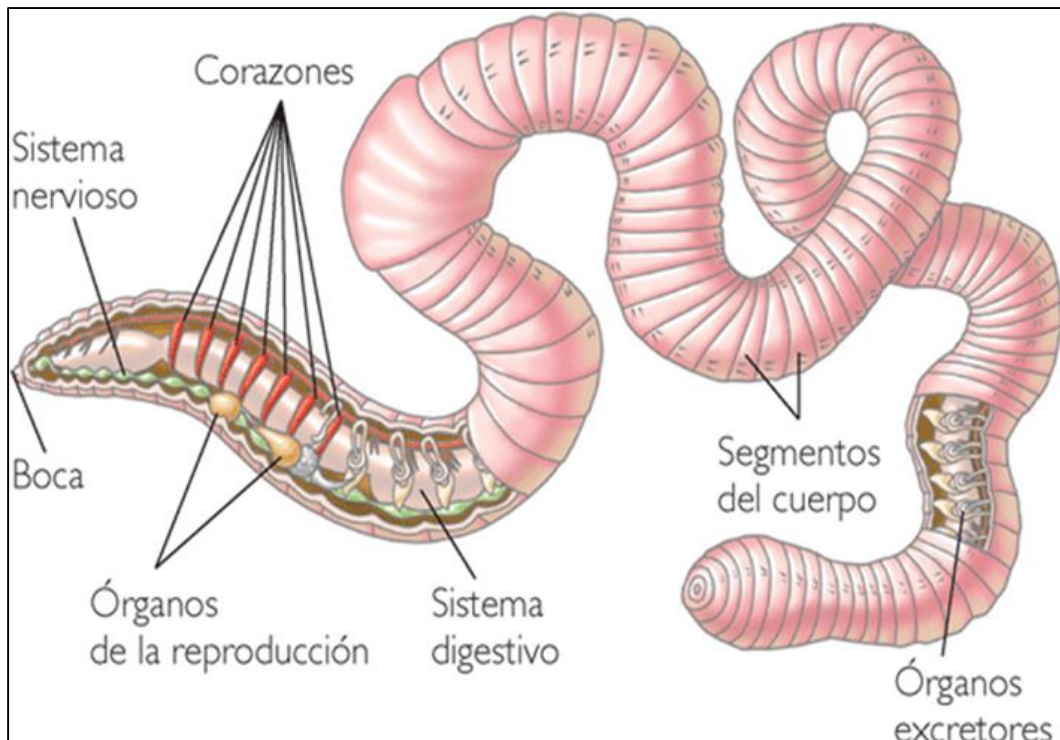


Figura 2. Anatomía de la lombriz roja californiana *Eisenia foetida*.

(Fuente: Calderón, 2006)

3.5.1.4 Preparación del sustrato

La pulpa o el compuesto de esta con otros detritos deben tener aproximadamente un mes de pre-descomposición. El sustrato debe mantenerse fresco, para lograrlo se recomienda moverlo 1 o 2 veces al día y aplicarle agua para evitar que se caliente y se multipliquen otras bacterias. El volteo facilita que escapen gases que hacen que se alcalinice el medio. Esta actividad se practica hasta que el sustrato esté maduro, es decir, cuando toma una coloración café oscuro, sin mal olor y semipastoso al tacto, esto indica que el pH, humedad y temperatura son óptimos (Anacafe, sf.).

Una prueba sencilla es colocar 50 lombrices en 10 litros del sustrato semidescompuesto y observarlo a cada momento desde el inicio hasta uno o dos días, si no escapan o mueren por lo menos 2 de ellas, se deduce que el material está listo como alimento. Dentro de los materiales que la lombriz no puede digerir están los metales, plástico, hule y vidrio.

3.5.1.5 Siembra de lombriz y cantidad inicial

La velocidad de transformación del sustrato depende de la cantidad de lombrices. Cuando se desea acelerar el proceso, la densidad de lombrices debe ser alta, alrededor de 5 a 6 Kg de lombriz/m². En una transformación normal se utiliza 1 kg/m².

3.5.1.6 Manejo del cultivo de la lombriz

En cuanto al manejo que se le dará a la lombriz después que ha sido sembrada en el sustrato es necesario que cada productor tome en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Mantener la cama húmeda para evitar que se reseque y se mueran las lombrices.
- Se debe colocar una capa de zacate de corte sobre la cama para que la humedad se mantenga uniforme y de esta manera evitar riegos frecuentes
- Controlar enemigos naturales de la lombriz como hormigas, sompopos y otros, para esto se puede hacer un canal en la parte superior de la cama en el cual depositar aceite quemado para evitar el acceso de estos.
- Si por alguna razón utiliza productos químicos para controlar enemigos de la lombriz, aplíquelo fuera del área de cultivo.
- El principio para separar las lombrices del abono orgánico se basa en prolongar el periodo de no alimentación, ya que de esta manera las lombrices estarán hambrientas y dispuestas para colonizar el nuevo alimento utilizado como trampa.

3.5.1.7 Separación de la lombriz y recolección del bioabono

En el IHCAFE la recolección de las lombrices se hace de tres formas:

1. Se coloca una zaranda de 1 m²; se llena de alimento en buenas condiciones, a los 2 o 3 días la zaranda está completamente llena y se procede a sembrarlas en otros lugares que tengan alimentación nueva.

2. Se separa el alimento ya descompuesto hacia un extremo de la cama; en el espacio que queda, se coloca alimento nuevo, al cabo de una semana, todas las lombrices estarán donde hay alimento nuevo. De esta forma se aprovecha el bioabono y se procede a colarlo en zaranda de 1 cm²

3. Sistema lomo de toro. Consiste en colocar el alimento fresco en forma de lomo, a lo largo de la cama; al cabo de 2 ó 3 días, las lombrices más hambrientas se concentrarán en el alimento fresco y de esta forma se cosecha. Este procedimiento se puede repetir hasta tres veces para cosechar y colonizar nuevas camas.

3.5.2 Aguas mieles

El agua utilizada para despulpar y lavar se convierte en residual (agua miel). Su naturaleza química está relacionada con la composición físico-química de la pulpa y el mucílago, debido a que estos dos elementos proporcionan partículas y componentes durante el contacto turbulento e intenso con el agua limpia (Anacafe, 2011).

Cuadro 2. Parámetros para medir la contaminación por aguas mieles.

Parámetros	Características
pH	Entre 6.0 – 9.0
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅₂)	Menor de 50 mg/L
Sólidos suspendidos	
Grasas y aceites	Menor de 30 mg/L
Coliformes fecales	Ausentes

Fuente: norma para la agricultura sostenible

3.5.2.1 Tratamientos de las aguas mieles.

Para esto se pueden utilizar Pozos, pilas, lagunas y acequias, son estructuras en las que se da tratamiento a las aguas residuales, permitiendo la descomposición de los elementos tóxicos presentes en sustancias más simples y no contaminantes, a medida que estas aguas contaminadas pasan de las acequias a los pozos y luego a las lagunas, llegando al final en condiciones saludables a las fuentes de agua natural (Zúñiga *et al*, 2013).

En la industria cafetera, se presentan varias opciones para el manejo apropiado de las aguas residuales, unas de ellas son más eficientes que otras en la descontaminación, y están asociadas generalmente con el costo para su instalación y manejo. Las lagunas de tratamiento son el medio más generalizado en Honduras por su fácil implementación.

Debe procurarse instalarlas en terrenos arenosos y sitios expuestos a los vientos y el sol esto con el propósito de provocar un recalentamiento de la lámina superior y la consecuente evaporación, reteniendo en el fondo de la laguna al final de la temporada, todos los sólidos disueltos en el agua residual siendo estos los que podrán utilizarse como sustrato en la lombricultura (Pineda, *et al* s.f).



Figura 3. Laguna de oxidación localizada en la aldea San Agustín, municipio de Trojes

IV. METODOLOGIA

4.1 Descripción del lugar

El Municipio de Trojes se encuentra ubicado en el extremo oriental del departamento del Paraíso. Su ubicación geográfica es la siguiente: 14°04'00" latitud Norte y 85°59'00" latitud oeste. Altitud sobre el nivel del mar 819 msnm, Temperatura media anual: 25 grados centígrados. El trabajo de práctica profesional supervisada se realizó en las comunidades, Delicias #2, Buena Vista y San Agustín en las cuales se encuentran establecidas las fincas y donde los productores tienen instalados sus beneficios de café y se desarrolló con el apoyo del Instituto Hondureño Del Café (IHCAFE), con su agencia ubicada en el barrio el Centro 2 cuadras arriba de la Policía Nacional.

4.2 Materiales y equipo

Para transmitir la información requerida a los productores se hizo uso de trifoldios, manuales, hojas blancas, lápiz, calculadora, y para visitar las fincas fue necesario motocicleta y automóvil y el apoyo logístico del personal técnico del Instituto Hondureño del Café.

En el trabajo de campo para la construcción de las lombricomposteras con pulpa de café se utilizó: cinta métrica, pesa, libreta, libreta de campo, azadón, piocha, machete, pala, martillo, serrucho, madera, clavos, alambre, sacos, carreta, tablas de orilla, pulpa de café y *Eisenia foetida* y otros.

4.3 Método

El proyecto comenzó en reunirse con el personal técnico del IHCAFE para planificar todas las actividades a realizar durante todo el desarrollo del trabajo en primera instancia recopilar toda la información requerida que se facilitó a los productores en cuanto al manejo de las aguas mieles, pulpa de café y la utilización de la *Eisenia foetida* para la transformación de los residuos en abono orgánico y que puedan ser utilizados en sus fincas cafetaleras.

Para darle seguimiento al proyecto se visitó los lugares donde se iba trabajar con un paratecnico que es un productor capacitado por el IHCAFE que sirve de apoyo a los productores en las comunidades cafetaleras, y de esta manera saber en qué fincas se establecerían los ensayos de lombricultura con pulpa de café y tratar el tema de las aguas mieles.

El trabajo se desarrolló directamente con los productores interesados en el tema, para esto se hizo una programación de todas las actividades a realizar para llevar un orden en cada comunidad donde se llevó a cabo el proyecto con las familias caficultoras beneficiarias y de esta manera no tener ningún inconveniente.

Se visitó la finca de un productor para evaluar las condiciones de su beneficio, en la cual se invitaron un grupo de productores donde se brindó una charla en el tema de beneficio húmedo del café con el propósito de promover alternativas viables para darle un buen manejo adecuado a la pulpa de café, como la implementación de la lombricultura con el fin de obtener abono orgánico de buena calidad.

También se mencionó que es necesario la construcción de lagunas de oxidación para el depósito de las aguas mieles y con ello evitar que estas sean un agente contaminante en las fuentes de agua y en el medio ambiente en general.

4.3.1 Implementación de lombricultura

En el establecimiento del cultivo de lombriz con pulpa de café se seleccionó el productor más interesado con quien se comenzó a desarrollar todas las actividades requeridas para la construcción de una lombricompostera, y la cual sirvió de base para la implementación con los demás caficultores.

4.3.2 Recolección del pie de cría de la lombriz roja californiana

La cantidad de lombriz necesaria para el establecimiento de las lombricompostas fue facilitada por productores de las comunidades de Planes de Cifuentes y San Agustín del municipio de Trojes ya que ellos habían implementado esta tecnología y tenían a disposición el pie de cría.

4.3.3 Establecimiento de lombricompostera en la comunidad de las Delicias #2

1. Se brindó una charla en el tema de lombricompostaje de pulpa de café utilizando la lombriz roja californiana.
2. Seguidamente se seleccionó y preparo el terreno: El lugar y espacio donde se estableció la cría de lombriz se procuró que estuviera cerca del beneficio donde fuese más accesible y pudiera ser vigilado. Se limpió y desmonto el terreno.
3. Construcción de cerco: En el establecimiento de esta lombricultura fue necesario la construcción de un cerco en el cual se utilizó postes de madera rolliza, varas rollizas , alambre de púa, grapas y reglas para realizar dos puertas corredizas, este se realizó con el propósito de protegerla de animales domésticos y plagas que puedan dañar la cría de las lombrices.

4. Construcción de las camas o arriates para la cría de la lombriz: se marcó el terreno ancho 1.20 m, largo 3m y altura 40cm. Para construir las camas se utilizó madera de orilla utilizando las medidas indicadas.
5. Preparación del alimento destinado para la cría de lombriz: se utilizó la pulpa de la cosecha 2014-2015 que tenía disponible el productor.
6. Hacer la prueba de calidad de alimento: para esto se utilizó un recipiente de 20cm de altura en el cual se llenó de pulpa húmeda y se depositaron 20 lombrices, se dejaron ahí 24 horas para saber si sobrevivían y de esta manera saber si la pulpa estaba lista.
7. Humedecer el encajonado antes de colocar la pulpa.
8. Humedecer la pulpa: esto se hizo ya que la pulpa estaba necesitaba estar húmeda para la buena actividad de las lombrices.
9. Cultivo de la lombriz en la cama: para la siembra inicial se colocaron aproximadamente 5 libras de lombriz por cama, para esto no hay densidad específica, pero entre más cantidad hay por metro cuadrado más rápido será la descomposición.
10. Se brindaron las recomendaciones de cómo debía de darle el manejo a la lombricomposta.

4.3.4 Establecimiento de lombricompostera en la comunidad de san Agustín.

Los productores con quien se trabajó ya habían recibido capacitaciones anteriores sobre este tema, pero no le habían dado el mantenimiento adecuado a la lombricultura, en el cual tenían almacenada pulpa con techo en mal estado, cajones malos y la lombriz a la interperie o libre sin ningún control y expuesta a todo tipo de daño. Para volver a restablecer la lombricultura se hizo lo siguiente.

1. Reparación de techo del área de pulpa, utilizando lámina de zinc y reglas de madera.

2. Reconstrucción de cajones, se hizo uso de tablas de madera aserrada, clavos y estacas.
3. Humedecer y voltear la pulpa.
4. Cercar para evitar la entrada de animales domésticos a la lombricomposta, se utilizó sacos y postes de madera rolliza.
5. Recolección de la lombriz .para colocarla en los cajones

Luego se organizó la pulpa, la de cosechas anteriores se colocó en diferentes sitios para evitar que se revolviera con la recién salida del beneficio, y de esta manera se fuese procesando paso a paso.

4.3.5 Lombriculturas individuales

En el trabajo de construcción de lombricomposta por productor individual se hizo lo siguiente.

1. Visitar el productor en su finca para ver el interés en implementar la lombricultura.
2. Evaluar cómo realiza el proceso de beneficiado y la pulpa que tiene disponible para la cría de la lombriz.
- 3 Cuando el productor está en condiciones de implementar la lombricultura se le facilita la información del tema y se queda el día el que se hará el trabajo.
4. Se le facilita el pie de cría de la lombriz y se le transporta a la finca del productor.
5. Construcción de la lombricultura: encajonado y cerco.
6. Llenado del encajonado con pulpa
8. Humedecer pulpa y encajonado
7. Prueba de calidad de alimento
8. Siembra de la lombriz roja californiana.

Este mismo protocolo de actividades se siguió en cada finca donde se realizaron lombricultivos para llevar un orden y al productor beneficiario se le facilitaba el pie de cría de la lombriz lo cual no le generaba ningún costo, él se encargaba de mantener listos los

materiales necesarios para la instalación de las camas, cerco y la cantidad de pulpa que tenía disponible para descomponer en su beneficio.

Con los técnicos del IHCAFE en todo el desarrollo de la práctica se visitaron varias fincas haciendo diferentes actividades de asistencia técnica de las cuales una era evaluar la instalaciones de los beneficios húmedos del café si estaban en buenas condiciones para realizar todo el proceso de beneficiado dándole tratamiento a las aguas mieles y a la pulpa de café.

En relación a las aguas mieles este tema fue más de concientización con los productores de cómo estos residuos son agentes contaminantes de las fuentes de agua como quebradas, ríos y que lo mejor es que construyan en sus beneficios lagunas de oxidación, algunos cafetaleros ya tenían sus pozas o lagunas de oxidación se les hizo mención en que fuesen bien preparadas antes de la cosecha ,deberán ser limpiadas y dejarlas listas para depositar las aguas mieles, esto se hizo en todas las fincas donde se construyeron las lombriculturas y lugares donde se evaluó las condiciones de los beneficiados húmedos del café.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El trabajo que se realizó en las comunidades cafetaleras de Trojes fue de mucha importancia los caficultores tomaron a bien optar por un beneficiado más amigable con el ambiente ya que se dan buenas alternativas para el uso adecuado de los residuos y se crea conciencia ambiental en las personas.

Los productores que participaron en todos los trabajos demostrativos se comprometieron a darle seguimiento y a promover estas alternativas en las comunidades cafetaleras para contribuir a evitar que estos residuos sean fuentes de contaminación de los ríos y quebradas que se encuentran cercanas a donde tienen instalados los beneficios de café en sus fincas.

5.1 Manejo de la pulpa de café y aguas mieles

Con la pulpa de café la mayoría de los productores la dejan al aire libre son pocos los que se han preocupado por darle un buen tratamiento a este material de desecho del beneficiado húmedo del café, por lo tanto con este trabajo se buscó darle solución a esta situación y evitar que no solo sea un contaminante ambiental y que se pueda transformar en abono orgánico para que sea de utilidad en las fincas de café.

La mayoría de los productores de café vieron viable la transformación de la pulpa de café en abono orgánico usando la lombriz roja californiana *Eisenia foetida*, ya que después de todo el proceso se convierte en lombrihumos, producto que se puede usar en el llenado de bolsas para la preparación de viveros y como un complemento de la fertilización química en las fincas de café.



Figura 4. *Eisenia foetida* en plena labor de descomposición

5.2 Comunidades beneficiarias del proyecto

En el municipio de Trojes el café es uno de los rubros más importantes en la economía por lo tanto hay comunidades especialmente cafetaleras en las cuales era necesario implementar este tipo de alternativas para beneficio de las familias cafetaleras, las comunidades donde se trabajo fue san Agustín, las delicias #2 y buena vista en el establecimiento de lombricompostaje con pulpa de café.

5.3 Lombricompostas establecías

En las comunidades donde se trabajó con la lombriz roja californiana en algunos ensayos participaron varios productores y en otros fueron establecidos individualmente por cada productor en su beneficio en el siguiente cuadro se representa el trabajo realizado.

Cuadro 3. Lombricompostas establecidas en las comunidades beneficiarias.

Cantidad de lombricompostas establecidas	Comunidad	Productores que participaron en la practica	Cantidad de pulpa utilizada
4	Las Delicias # 2	15	100 Quintales
5	San Agustín	8	80 Quintales
2	Buena Vista	6	20 Quintales

Para todos los productores se les recomendó que construyeran sus beneficios a una distancia de 150 metros de las fuentes de agua para evitar la contaminación por los residuos producto de todo el beneficiado húmedo del café.

Después de realizado el trabajo los productores de las comunidades se comprometieron a seguir promoviendo la construcción de lombriculturas en sus fincas con el propósito que los cafetaleros produzcan su propio abono orgánico y evitar que sean nada más desechos de contaminación. El Instituto Hondureño Del Café (IHCAFE) es el encargado de dar el apoyo necesario para que estos proyectos se realizan, por lo cual toda información que se requiera se debe de avocarse a la institución, de igual forma el personal técnico hace los contactos para conseguir el pie de cría de la lombriz roja californiana.

Por medio de este proyecto fueron muchos los beneficios llevados a las comunidades tales como:

- Aprender a darle buen uso a los residuos del beneficiado húmedo café
- Participación de los productores en protección ambiental
- Obtención de abono orgánico para la finca
- Con el establecimiento del lombricultivo se involucra a toda la familia
- Contribuye al mejoramiento del proceso de beneficiado húmedo del café

VI. CONCLUSIONES

La situación actual de los beneficios del café en las diferentes fincas del municipio de Trojes según las evaluaciones que se hicieron en cuanto al manejo de la pulpa de café y aguas mieles es deficiente, por lo tanto este tema que se desarrolló en conjunto Universidad Nacional De Agricultura (UNA) y Instituto Hondureño Del Café (IHCAFE) los productores lo tomaron de una manera satisfactoria ya que se crea conciencia ambiental y se dan buenas alternativas para el uso adecuado de los residuos.

Con la implementación de la lombricultura los productores pueden procesar toda la pulpa de la cosecha y convertirla en un buen abono orgánico que le servirá para la elaboración de sus viveros de café y puede ser utilizada eficazmente para complementar la fertilización química del café.

Haciendo uso de la lombriz roja californiana para obtener abono orgánico a partir de la pulpa de café se está promoviendo una tecnología barata y fácil de utilizar en cualquier lugar en beneficio de las familias productoras de café del municipio y es la mejor forma de demostrar el trabajo que realizan las lombrices con la pulpa de café y como la transforman en un excelente producto orgánico.

Algunos productores se mostraron desinteresados en la construcción de pozas de oxidación para el depósito de las aguas mieles por el inconveniente de tener sus beneficios en terrenos inclinados, lo cual les generaba demasiado costo y los precios actuales del café no eran satisfactorios.

VII. RECOMENDACIONES

Los productores deben de seguir estas metodologías en sus beneficios ya que es un bienestar para su finca ya que les permite ser más organizados en el beneficiado del producto y en el manejo de los residuos.

Las organizaciones de cafetaleros del municipio de Trojes es necesario que se involucren en este tipo de trabajos para que sirvan de apoyo y sean el eje principal para promoverlos con los productores y de esta manera contribuir a disminuir la contaminación ambiental ocasionada por el mal manejo de los residuos del beneficiado húmedo del café.

En cuanto al transporte de la lombriz roja californiana (*eisenia foetida*) del lugar donde se recolecta hasta donde se va establecer el lombricultivo debe hacerse de la mejor manera posible ya que es necesario que no sufra ningún daño para que pueda llegar viva, activa y lista para la siembra.

El Instituto Hondureño Del Café debería promover el seguimiento de este proyecto en todas las comunidades cafetaleras del municipio de Trojes y debe brindar el apoyo necesario a los productores de café.

Realizar un estudio sobre la contaminación provocada por las aguas mieles, de lavado y pulpa que son depositados a las fuentes de agua a nivel de todo el municipio.

VIII. BIBLIOGRAFIA

AGROMAR, sf. Su especialista agropecuario. (En línea). Consultado el 3 de mayo del 2016. Disponible en: <http://www.agromarhn.com/>

Anacafe 2011, Beneficiado húmedo, Los subproductos del café. (En línea). Consultado el 15 de agosto del 2015.
Disponible en: https://www.anacafe.org/glifos/index.php/BeneficioHumedo_Subproductos

Anacafe, sf. Lombricultura en empresas cafetaleras, utilizando pulpa de café. (En línea). Consultado el 8 de febrero del 2016.
Disponible: https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Pulpa_Lombricultura

Andagoya Dávalos, EA; Suazo Lara, TL, 2014 Análisis comparativo de tres sustratos y dos paquetes de fertilización para viveros de café Lic. Ing. Agr Zamorano, Honduras 15 p.
(En línea). Consultado el 10 de Agosto del 2015.
Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3434/1/CPA-2014-006.pdf>

Arango Acevedo, HG, 2014 Manejo de residuos sólidos del café, manejo de residuos sólidos producidos al transformar café cereza a pergamino seco, Colombia. (En línea) Consultado el 25 de agosto del 2015.
Disponible en: <http://residuossolidosdelcafe.blogspot.com/search?updated-min=2014-01-01T00:00:00-08:00&updated-max=2015-01-01T00:00:00-08:00&max-results=1>

Arguijo, G. 2011. Exportacion de café en Honduras. (En línea) consultado el 20 de agosto del 2015. Disponible en:
<http://exportaciondecafeenhonduras.blogspot.com/2011/08/importancia-nacional.html>

Calderón, J. 2006. ANATOMIA Y FISIOLOGIA DE LA LRC. (En línea). Consultado el 8 marzo del 2006. Disponible en: <https://prezi.com/tmku6pnvrcoc/anatomia-y-fisiologia-de-la-lrc/>.

CENICAFÉ, 2011. Cultivemos café /Manejo de Subproductos..Disponible en: http://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos_cafe/manejo_de_subproductos.

Chacón Cáliz, EO 2001 Evaluación de los sistemas tradicional y ecologico de beneficio húmedo de café, Tesis Lic. Ing. Agr Zamorano, Honduras. 32 p. (En línea). Consultado el 16 de Agosto del 2015.

Disponible: http://teca.fao.org/sites/default/files/technology_files/T1289.pdf

El HERALDO 2015.Casi 20% de la población depende del café en Honduras. (En línea). Consultado el 20 de agosto del 2015.

Disponible en: <http://www.elheraldo.hn/economia/837183-216/casi-20-de-la-poblaci%C3%B3n-depende-del-caf%C3%A9-en-honduras>

Gómez, EE.2005. Incidencias de la presencia de la contrarrevolución nicaragüense en el municipio de Trojes, departamento de El paraíso, Honduras. (En línea). Consultado 10 de abril del 2016. Disponible en: <http://books.openedition.org/cemca/694?lang=es>.

Herdez, O.2013.Descripción del proceso del beneficiado de café. Proceso industrial del café. (En línea).Consultado el 23de julio del 2015.

Disponible: <http://hablemosdelcafe.blogspot.com/2013/03/descripcion-del-proceso-del-beneficiado.html>

PASOLAC, sf. Abono orgánico de pulpa de café. (En línea).Consultado el 28 de agosto del 2015. Disponible en: http://www.funica.org.ni/docs/conser_sueyagua_02.pdf.

Pineda Rodriguez, JA.2006. Lombricultura. Instituto Hondureño del Café. Tegucigalpa Honduras.38p. (En línea)Consultado el 15 de agosto del 2015.Disponible en:
<http://www.asocam.org/biblioteca/files/original/aa3947fa7e7b1775e4a2dc2261ead741.pdf>

Valencia Rodriguez; N.sf Manejo de residuos en la industria cafetera, Ing Quim, Cenicafe, Colombia. (En línea).Consultado el 10 de mayo del 2016.
Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal/xxx.pdf>

Zúñiga Peralta, PP; Tardencilla Castillo, C.2013 Beneficiado Húmedo, Boaco Nicaragua. (En línea). Consultado el 24 de Julio del 2015.
Disponible:en:<http://www.engormix.com/MAagricultura/cultivostropicales/articulos/beneficiado-humedo-cafe-t4906/078-p0.htm>

ANEXOS

Anexo 1. Plan de actividades para el establecimiento de una lombricomposta con pulpa de café.

N	ACTIVIDADES
1	Realizar una charla sobre lombricompostaje previo al trabajo a realizar
2	Seleccionar el lugar para establecer la lombricultura. * Debe estar cerca del beneficio, el terreno debe ser casi plano, seco y accesible y vigilado
3	Limpieza del terreno y nivelar si el terreno es muy inclinado
4	Construir un cerco y ramada si es necesario * Se deben aprovechar los materiales disponibles del lugar
5	Construcción de las camas o arriates para la cría de la lombriz. Marcar el terreno lo ancho, largo y altura que se le dará a los arriates. Lo largo es variable y dependerá de las condiciones del terreno y la cantidad de alimento
6	Preparación de la pulpa. *La pulpa usada debía estar precompostada antes de ser utilizada para el cultivo de la lombriz.
7	Hacer la prueba de calidad de alimento, la cual consiste en llenar con pulpa un recipiente de 20 centímetros de altura y colocar 20 lombrices para evaluar si esta lista para ser usada. *si en 24 horas estas siguen vivas quiere decir que la pulpa esta lista.
8	Humedecer el encajonado y la pulpa antes de colocar la lombriz
9	Colocar la cantidad de lombrices a utilizar por metro cuadrado
10	Colocar cobertura vegetal sobre la cama después de depositar las lombrices

Anexo 2. Recolección del pie de cría de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*).



Anexo 3. Construcción de cerco



Anexo 4. Construcción de camas o cajones para la cría de lombriz.



Anexo 5. Preparación de la pulpa



Anexo 6. Prueba de calidad de alimento



Anexo 7. Mojado de la pulpa de café



Anexo 8. Siembra de la lombriz roja californiana



Anexo 9. Cosecha de lombrihumos

