

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN DESARROLLADO EN EL TEMA DE TRANSFERENCIA DE LA  
TÉCNICA DE MANEJO Y PRODUCCIÓN A BASE DE PULPA DE CAFÉ, CON PEQUEÑOS  
CAFICULTORES DE LA ALDEA LOS COLES, SAN PEDRO NECTA, HUEHUETENANGO.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA  
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

BORIS ARIEL ÁVILA HERRERA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, ABRIL DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Lic. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. MSc.	Francisco Javier Vásquez Vásquez
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr.	Waldemar Nufio Reyes
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr.	Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL TERCERO	Ing. Agr.	Oscar René Leiva Ruano
VOCAL CUARTO	P. Forestal.	Axel Esaú Cuma
VOCAL QUINTO	P. Contador	Carlos Alberto Monterroso González
SECRETARIO	Ing. Agr. MSc.	Edwin Enrique Cano Morales

Guatemala, abril de 2010

Guatemala, abril de 2010

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación realizado en la comunidad de Los Coles, San Pedro Necta, Huehuetenango, de agosto 2005 a febrero 2007.

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me suscribo.

Atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

BORIS ARIEL ÁVILA HERRERA



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**Transferencia de la técnica de manejo y producción  
de lombricompost a base de pulpa de café, con pequeños  
caficultores de la aldea Los Coles, San Pedro Necta, Huehuetenango**

**BORIS ARIEL ÁVILA HERRERA**

**CARNÉ: 8511180**

**Huehuetenango, Guatemala abril de 2010**

## **TITULO DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Transferencia de la técnica de manejo y producción  
de lombricompost a base de pulpa de café, con pequeños caficultores  
de la aldea Los Coles, San Pedro Necta, Huehuetenango**

## ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Sublime, misericordioso y soberano del Universo.  
cuya voluntad fue hacer realidad mi sueño.

MI MADRE

Lesbia Consuelo Herrera Hidalgo (Q.E.P.D.)  
Madre: Allá junto a Dios, sonrías satisfecha por mi triunfo.

MI ESPOSA

Etelva Consuelo Calderón de Ávila  
Con amor. Apoyándonos en la lucha de la superación.

MIS HIJOS

Denisse Estefanía, Mildred Karina y Boris Rodrigo  
Perlas preciosas, por quienes vale la pena el esfuerzo, para que  
un día alcancen también sus sueños profesionales.

MIS HERMANOS

Willy, Miriam, Rubio, Carlos Humberto, Álvaro, Sandra,  
Lesbia Consuelo.  
Con cariño y unidad familiar.

MI FAMILIA

Herrera Hidalgo, Calderón y Calderón.  
Con aprecio y respeto.

CUÑADAS Y  
CUÑADOS

Cordialmente.

## TESIS QUE DEDICO

A:

Dios

Guatemala

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Agronomía

Mis asesores:

Ing. Agr. MSc. Edgar López De León  
Coordinador Área Agronómica. CEDICAFÉ-ANACAFÉ

Dr. Ariel A. Ortiz López  
Ex Decano y catedrático activo de la Facultad de Agronomía USAC.

La Democracia, Huehuetenango.



## AGRADECIMIENTOS

Asociación Nacional del Café, ANACAFÉ

Por concederme la oportunidad de servir a la caficultura, y desarrollarme profesionalmente en este campo.

ANACAFÉ, Región V, Huehuetenango-Quiché

Por formar parte del equipo técnico de trabajo, y contribuir al desarrollo de la zona cafetalera.

Ing. Agr. Luis Felipe Pascual, Coordinador regional Anacafé

Quien con la coordinación profesional del equipo, propicia además; amistad, confianza y apoyo técnico

Ing. Agr. MSc. Edgar López De León

Por compartir su alto profesionalismo y experiencia en investigación agronómica en la asesoría puntual a mi trabajo.

Dr. Ariel Ortiz

Por su apoyo profesional en la asesoría a mi investigación, y al valor humano que le caracteriza.

Mis compañeros de trabajo.

Por la buena amistad de equipo y colaboración técnica, especialmente al Ing. Agr. Delmar Cruz, Erick Son y Hebelyn Martínez.

Sra. Patricia Ramos

Secretaria del Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA), de la FAUSAC

Por el enorme apoyo moral y logístico brindado a la fase final de este trabajo.

La caficultura en general, especialmente al pequeño productor de la comunidad de Los Coles, San Pedro Necta, Huehuetenango.



## INDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PAG.
Indice de contenido	i
Indice de cuadros	ii
Indice de figuras	iii
Indice de anexos	iv
Titulo	v
Resumen	vi
1. Introducción	1
2. Justificación	3
3. Problemática abordada	4
4. Marco teórico	4
4.1 Marco conceptual	5
4.1.1 Sistematización	5
4.1.2 Las cadenas tróficas	6
4.1.3 El humus	7
4.1.3.1 Influencia física del humus	7
4.1.3.2 Influencia química del humus	7
4.1.3.3 Influencia biológica del humus	8
4.1.3.4 Flora microbiana en el suelo	8
a) Bacterias	8
b) Hongos	8
c) Algas	8
d) Protozoarios	8
e) Virus	9
4.1.3.5 La rizosfera	9
4.1.4 El compost	9
4.1.4.1 Factores que condicionan el proceso de composta	10
4.1.4.1.1 Precompostaje	10
a) Temperatura	10
b) Humedad	10
c) pH	10
d) Oxígeno	11
e) Relación C:N equilibrada	11
f) Población microbiana	11
4.1.4.1.2 Lombricultura	11
4.1.4.2 Técnicas de compostaje	12
4.1.4.2.1 Compost en superficie	12

4.1.4.2.2 Compost en montón	12
4.1.4.2.3 Compost en cajoneras o silos	12
4.1.5 Actividades de la lombriz en la materia orgánica	12
4.1.5.1 Humus de lombriz	13
4.1.5.2 Generalidades acerca de la lombriz coqueta roja <b><i>Eisenia foetida</i></b>	14
a) Epigeas	14
b) Endógeas	14
c) Anécicas	14
4.1.5.3 Características, morfología y funcionamiento	14
4.1.5.3.1 Características externas	14
4.1.5.3.2 Características internas	15
A) Cutícula	15
B) Epidermis	15
C) Capas musculares	15
D) Peritoneo	15
E) Celoma	15
F) Aparato circulatorio	15
G) Aparato respiratorio	15
H) Sistema digestivo	15
I) Aparato excretor	16
J) Sistema nervioso	16
4.1.5.4 Hábitat	16
4.1.5.5 Razones de su elección	16
4.1.5.6 Ciclo biológico	17
4.1.5.7 Clasificación taxonómica	17
4.1.5.8 Importancia de la lombricultura	17
4.1.5.8.1 El lombricompost (Vermicompuesto)	18
4.1.5.8.2 Composición del vermicompuesto	18
4.1.5.9 Factores limitantes en el cultivo de lombrices	19
4.1.5.9.1 Alimento	20
4.1.5.9.2 Humedad	20
4.1.5.9.3 Temperatura	20
4.1.5.9.4 pH	20
4.1.5.9.5 Fuentes gaseosas	21
4.1.5.9.6 Relación C:N	21
4.1.5.10 Medio de cultivo	21
4.1.5.10.1 Tipo de materia orgánica como alimento de lombriz Roja <b><i>Eisenia foetida</i></b>	21
4.1.5.10.1.1 Estiércoles	21

a) Estiércol de bovino	22
b) Estiércol de cabra	22
c) Estiércoles de aves de corral	22
d) Estiércol de conejo	22
e) Estiércol de caballo	22
4.1.5.10.1.2 Otros productos biodegradables	24
4.1.5.10.1.2.1 Broza de café	24
4.1.5.10.2 Capacidad de carga por lecho de cultivo	24
4.1.5.10.2.1 Aspectos a considerar	24
a) Tipo de sustrato	24
b) Edad del sustrato	25
c) Cobertura	25
d) Densidad poblacional	25
4.1.5.10.3 La lombricultura y la actividad agropecuaria	25
4.1.5.10.3.1 Desarrollo del cultivo de lombriz <b><u>Eisenia foetida</u></b>	26
4.1.5.10.3.1.1 Elección de la instalación	26
a) Camas o lechos	26
b) pisos	26
c) Techos	26
d) Circulación	26
4.1.5.10.3.1.2 Preparación del alimento	26
4.1.5.10.3.1.2.1 Prueba de la adaptación del sustrato	26
4.1.5.10.3.1.3 Siembra o inseminación	27
4.1.5.10.3.1.4 Cosecha	27
4.1.5.10.3.1.4.1 Lombrices	27
4.1.5.10.3.1.4.2 Humus (Lombricompuesto)	27
4.1.5.10.3.1.4.2.1 Almacenamiento del humus y nuevos lechos	28
4.1.5.10.3.1.4.2.2 Usos y dosificación	28
4.1.5.10.3.2 Enfermedades y enemigos de la lombriz	28
4.1.6 Los subproductos del café	28
a) Pulpa	28
b) El mucílago	29
c) El agua miel	29
4.1.6.1 Uso tradicional de la pulpa de café	29
4.1.6.2 Efectos de la carga orgánica de los subproductos del café	30
4.1.6.3 Lombricompost y pulpa de café	32
4.1.6.3.1 Rendimientos	33
4.1.6.3.2 Dosificación	33
4.2 Marco referencial	34

4.2.1 Descripción del área experimental	34
4.2.2 Localización geográfica	34
4.2.3 Zona de vida	34
4.2.4 Clima	35
4.2.5 Suelo	35
4.2.6 Topografía	35
5 Objetivos	37
5.1 General	37
5.2 Específicos	37
6 Metodología	38
6.1 Definición del eje de sistematización	38
6.2 Identificación de actores	38
6.3 Recopilación de información y documentación disponible	38
6.4 Entrevista	39
6.5 Ordenamiento y análisis de la información recabada	40
6.6 Taller de discusión	40
6.7 Redacción del informe final	41
7 Resultados y discusión	41
7.1 Situación inicial	41
7.2 Proceso de intervención	42
7.2.1 Actividades del proceso	43
7.2.2 Secuencia de las actividades	44
a) Plan de trabajo del proyecto	44
b) Puesta en marcha del programa de capacitación específico	44
c) Calendarización de capacitaciones y actividades	44
d) Presentación del presupuesto al grupo y Junta Directiva	45
e) Conformación de la comisión interna de control (Monitores de campo)	45
f) Preparación de la pulpa en pre compostaje	45
g) Formación de comisión de trabajo	45
h) Elaboración de croquis de la comunidad	46
i) Identificación de áreas asignadas a construir instalaciones	46
j) Presentación del plano de las instalaciones o lombricarios	46
k) Cotización de materiales de construcción	47
l) Gira grupal	47

m) Compra y adjudicación de materiales de construcción	47
n) Construcción de instalaciones	47
ñ) Otros tipos de instalaciones	48
o) Compra de pie de cría (Lombriz coqueta roja)	51
p) Siembra de la lombriz coqueta en cada instalación	52
q) Supervisión técnica	52
r) Monitoreo por la comisión	52
s) Cosecha de lombricompost	53
t) Cosecha de lombrices y nuevas camas	53
u) Utilización de lombrihumus en cultivo de café	53
7.2.3 Intervención de los principales actores	54
7.2.4 Métodos empleados en la actividad	55
7.2.5 Medios y recursos disponibles	55
7.2.6 Factores del proceso	56
7.2.6.1 Qué lo facilitaron	56
7.2.6.2 Qué lo dificultaron	57
7.3 Situación actual	57
7.4 Lecciones aprendidas	77
8 Conclusiones	78
9 Recomendaciones	80
10 Bibliografía	81
11 Anexos	83

## INDICE DE CUADROS

## FIGURAS

CUADRO 1	Composición promedio del vermicompuesto	19
CUADRO 2	Composición de diversos lombrihumus	23
CUADRO 3	Presupuesto construcción de instalaciones sencillas (Opción A)	49
CUADRO 4	Presupuesto construcción de instalaciones sencillas (Opción B)	51
CUADRO 5	Composición porcentual y en gramos de elementos nutritivos por 45.45 kgs de lombricompost, resultante en los análisis de fertilidad	61
CUADRO 6	Análisis químico de la pulpa de café, descompuesta y seca	62
CUADRO 7	Costo actual del fertilizante químico para fertilizar una Ha del cultivo de café, en Los Coles, San Pedro Necta, Huehuetenango	63
CUADRO 8	Costo para producir lombricompost (t/Ha/año), en Los Coles San Pedro Necta, Huehuetenango	65
CUADRO 9	Costo de producción de lombrihumus (T/Ha/año)	66
CUADRO 10	Costo y dosificación fertilización mixta	68
CUADRO 11	Rentabilidad en la aplicación de lombricompost y fertilizante químico en T/Ha de cultivo de café en producción en la comunidad de Los Coles, San Pedro Necta, Huehuetenango	69
CUADRO 12	Producción promedio de lombrihumus y exudados por módulo (2.0 m x 1.0 m x 0.80 m), en Los Coles San Pedro Necta, Huehuetenango	72
CUADRO 13	Ingreso obtenido de la comercialización en la producción por módulo (2.0 m x 1.0 m x 0.80 m), en Los Coles, San Pedro Necta, Huehuetenango	73
CUADRO 14	Rentabilidad fertilización química	76
CUADRO 15	Rentabilidad fertilización mixta	77



## INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAG
FIGURA 1	Composición porcentual del fruto maduro de café	32
FIGURA 2	Producción promedio obtenido de lombrihumus (T),lombriz (kg) y exudados (Gal), por módulo	74

## INDICE DE ANEXOS

FIGURA 3A	Mapa de ubicación geográfica del área de estudio Huehuetenango	84
FIGURA 4A	Croquis comunidad Los Coles, San Pedro Necta, Huehuetenango	85
FIGURA 5A	Fotografía lombriz coqueta roja en proceso de apareamiento	86
FIGURA 6A	Módulo de producción de lombricompost	87
CUADRO 16A	Presupuesto de módulo de producción de lombricompost	88
CUADRO 17A	Resultado de análisis de laboratorio de lombricompost	89
CUADRO 18A	Resultado de análisis de laboratorio de exudados de lombriz	90
FIGURA 7A	Diseño del módulo de lombricompost	91
FIGURA 8A	Diseño de lombriabonera sencilla (Opción A)	92
FIGURA 9A	Diseño de lombriabonera sencilla (Opción B)	93

**Transferencia de la técnica de manejo y producción  
de lombricompost a base de pulpa de café, con pequeños caficultores  
de la aldea Los Coles, San Pedro Necta, Huehuetenango**

**Transfer of management techniques and production  
of vermicompost from the pulp of coffee, with small coffee farmers  
in the village of Los Coles, San Pedro Necta, Huehuetenango.**

**RESUMEN**

Con el propósito de poner en práctica una alternativa viable, respecto al manejo de la pulpa del café, se sistematiza la experiencia de trabajo de un pequeño grupo de caficultores, quienes a través de una metodología de trabajo y capacitación, implementaron la biotecnología del uso de la lombriz coqueta roja ***Eisenia foetida***, para un mejor aprovechamiento en su transformación en abono orgánico a bajo costo; constituyéndose en complemento eficaz de la fertilización convencional, contribuyendo además, en disminuir los daños ambientales del entorno.

El trabajo se realizó del año 2005 al año 2007 en la comunidad de Los Coles y sus alrededores, San Pedro Necta, Huehuetenango, con un grupo de 25 pequeños caficultores de amistad y trabajo, con extensiones que van de 0.17 ha a 2.17 has de cultivo en producción .La sistematización documentó la experiencia inicial de once integrantes del grupo de trabajo. Se construyeron módulos de producción de lombrihumus de 3.0 m x 1.0 m x 0.80 m con block, cemento, hierro y techos de lámina; en estas instalaciones se “sembraron” 4 kgs de lombriz coqueta roja (Pie de cría). El grupo recibió capacitación y asesoría durante todo el proceso, hasta obtener el producto o lombrihumus de un año a otro.

Se partió del análisis de una situación actual hacia una situación final, que marcara la diferencia acerca del uso más eficiente de la pulpa de café en tanto se pudiera comprobar una disminución en el uso de fertilizante químico y en la reducción del efecto ambiental local. Los resultados respecto al uso de esta tecnología, se basaron en la cantidad y calidad de lombrihumus obtenido en función al tiempo de producción. Se realizó un análisis de costos de producción del abono derivado de la pulpa de café, respecto al fertilizante químico o convencional, y las conveniencias económicas y ambientales de su utilización mixta (orgánico-convencional).

Como resultado, se obtuvo mejor utilización de la pulpa al ser transformada por la lombriz coqueta roja, puesto que cada productor logró en promedio 2.64 TM/año/lombrihumus y 36 galones de exudados (Abono foliar y complemento al suelo); el beneficio ambiental que 43 TM de pulpa/año producida por 11 productores participantes, no sea arrastrada y/o vertida hacia fuentes de agua.

Se conoció que el costo de producir una TM de lombrihumus en el área es de Q1,600.00; combinada con fertilizante químico, cubre una extensión de 1.59 has para una sola aplicación.

Se recomendó combinar lombrihumus con fertilizante químico en el cultivo de café en la 1ª fertilización con 0.5 kgs de lombrihumus y 0.09 kg de fertilizante químico; una 2ª aplicación combinada, eleva los costos. Es necesario producir como mínimo 2.18 TM de café perg./período (1.4 has), combinado con 1.66 TM de algunos estiércoles de animales para producir 4.58TM de lombrihumus.

## INTRODUCCIÓN

Por la importancia económica que representa el cultivo del café en Guatemala, éste ha adquirido características de producción más eficientes en cada una de sus fases de manejo. Estos procesos, son el resultado de una constante investigación y trabajo, de las cuales se ha logrado obtener avances satisfactorios que sobresalen en el área de cultivo a nivel de grandes, medianos y pequeños productores. En la actualidad, el sistema de producción de café ha evolucionado hasta apearse a las exigencias de mercado que, además de la calidad de taza, demandan calidad de vida del productor y menor daño al ambiente.

En función de eso, la Asociación Nacional del Café -ANACAFÉ consciente que en la producción de café en nuestro país, se incurre en el uso de insumos contaminantes que generan subproductos degradantes en la producción de café pergamino, ha trabajado especialmente en los últimos años, para disminuir el impacto de la contaminación en los recursos naturales, a través de asesoría y técnicas de manejo.

De los subproductos, la pulpa del café constituye el 40% en peso del fruto maduro, lo que representa un agente contaminante de las fuentes de agua y las diversas formas de vida que de ella dependen. Por lo mismo, se ha recurrido a la implementación de algunas técnicas para su aprovechamiento efectivo, de las cuales, la transformación de la pulpa en un abono orgánico finalizado y altamente rico en nutrientes por acción de la lombriz coqueta roja ***Eisenia foetida***, ha sido uno de los mejores recursos para uso del subproducto, que se ha generalizado, desde las grandes y medianas empresas cafetaleras, hasta algunas organizaciones de pequeños caficultores y pequeños caficultores individuales.

En la principal región productora de café del departamento de Huehuetenango que incluye los municipios de San Pedro Necta, La Democracia, La Libertad, Cuilco, Unión Cantinil y Región Huista, se desarrolla poco a poco el sistema de manejo de la pulpa, primeramente, en algunas fincas o empresas cafetaleras entre grandes y medianos caficultores, hasta extenderse como un proceso en las actividades de pequeños caficultores organizados en cooperativas, asociaciones y pequeños grupos informales, que de alguna manera, han sido capacitados de manera práctica para dicho objetivo .

Para el caso concreto, se toma como experiencia de trabajo la realizada con un grupo de pequeños caficultores de la aldea Los Coles, del municipio de San Pedro Necta, quienes individual y grupalmente trabajan estructuras sencillas; otros, un tanto más formales, para la producción de lombricompost, usando como principal insumo la pulpa de café, para transformarla en abono orgánico como coadyuvante del plan de fertilización convencional desde el año 2005 a la actualidad; lo que les permite un mejor aprovechamiento del subproducto. Esa experiencia es la que se sistematiza, con el propósito de que pueda ser útil para su aplicación y/o consulta por parte de productores de café de otras regiones, profesionales, docentes, estudiantes, etc., interesados en el tema.

## 1. JUSTIFICACIÓN

El sistema de producción convencional de café en Guatemala, recurre a la utilización de ciertos recursos naturales, susceptibles de ser degradados durante los procesos de transformación del producto, especialmente en lo que respecta al beneficiado húmedo, etapa en la cual se generan subproductos altamente contaminantes al ambiente, principalmente las fuentes de agua. La pulpa de café sigue siendo una fuente de contaminación, debido a que un porcentaje considerable de caficultores, aún la vierten directamente a las fuentes de agua.

En el mejor de los casos es aplicada en los cultivos sin ninguna o muy poca transformación. Con base en esta necesidad, se han realizado algunas experiencias tendientes a procesar adecuadamente la pulpa de café, previo a su aplicación como abono orgánico al suelo. Dentro de estas experiencias, vale la pena mencionar la transferencia y aplicación de la biotecnología que utiliza a la lombriz coqueta roja, para producir lombricompost a partir de la pulpa de café, con el objeto de eliminar la contaminación y fomentar el aprovechamiento adecuado de este subproducto.

Sin embargo, a la fecha no se cuenta a nivel local con información científica y técnica, que pueda estar disponible como fuente de consulta para todos aquellos productores y profesionales involucrados en el tema. Con base a lo anterior, y conciente de la necesidad de contar con esta información, se justifica la realización del presente trabajo de sistematización de experiencias, en la cual puedan describirse en forma ordenada los aspectos positivos de la aplicación y adopción de la tecnología indicada.

## 2. PROBLEMÁTICA ABORDADA

En las regiones productoras de café, generalmente se observa la creciente degradación de las fuentes de agua y formas de vida existente en ella como consecuencia de la contaminación generada por los subproductos del beneficiado del café. Por tradición, falta de conciencia y en muchos casos, entre pequeños productores, falta de conocimiento, se le da una subutilización a la pulpa de café desde hace muchos años.

Generalmente, aún prevalece en muchas áreas productivas de este cultivo, el amontonamiento de la pulpa de café, desde el inicio de la cosecha, hasta pasados algunos meses de la finalización de la misma, generando contaminación con la liberación de gases, olores desagradables, liberación de fermentos y exudados a flor de tierra; perdiendo su potencial nutritivo al sobresecarla, para algunos casos. Para otros, conforme se va amontonando en el área de despulpado, se va “canasteando” para trasladarla inmediatamente a las parcelas de cultivo, o luego de algunos días de asoleo, e incorporarla como abono complementario, lo que significa una subutilización de este recurso.

De acuerdo a lo anterior, en ANACAFÉ, se ha investigado otras alternativas de uso eficiente de la pulpa de café; dentro de las cuales, una de las más idóneas, es la producción de lombricompost utilizando pulpa de café; por su fácil manejo, economía y buenos resultados como insumo orgánico nutritivo para el cafeto y otros cultivos. Además, contribuye a disminuir el daño al medio ambiente, a la par que fomenta una nueva actitud de trabajo más productiva y sostenible, logrando una práctica de manejo más amigable con los recursos naturales, con mayores beneficios para el pequeño productor de café.

## **4. MARCO TEÓRICO**

### **4.1. Marco Conceptual**

#### **4.1.1. Sistematización**

Es aquella interpretación crítica de una o varias experiencias que, a partir de su ordenamiento y reconstrucción, descubre o explicita la lógica del proceso vivido, los factores que han intervenido en dicho proceso, cómo se han relacionado entre sí, y por qué lo han hecho de ese modo (9).

La sistematización tiene el propósito de provocar procesos de aprendizaje. Estas lecciones pueden estar destinadas a que las mismas personas o grupos que han hecho la sistematización, puedan mejorar su práctica en el futuro, o también pueden estar destinadas a que otras personas y equipos, en otros lugares y momentos, puedan apoyarse en la experiencia vivida para planificar y ejecutar sus propios proyectos.

La sistematización apunta a describir y a entender qué es lo que sucedió durante una experiencia de desarrollo y por qué pasó lo que pasó. La sistematización es un proceso metodológico que se basa en poner en orden o dar organización a un conjunto de elementos (prácticas, conocimientos, ideas, datos), que hasta en ese momento están dispersos y desordenados. Es un proceso participativo, realizado fundamentalmente por los actores directos de la experiencia que está siendo sistematizada (12).

Se aprecia, por un lado, que la sistematización desencadena procesos de comunicación entre los diversos actores que participan (o participaron) en la experiencia; es a través de ella que esos actores pueden conocer la experiencia y aprender de ésta. En tal caso, la intención comunicativa de unos y otros es la de conocer el proceso de desarrollo de la experiencia. Para ello, se debe poner en marcha una estrategia de comunicación que nos permita intercambiar



información detallada sobre la experiencia con los actores que participaron directamente en ella. Así, la comunicación representa un vehículo o medio para conseguir los objetivos de la sistematización. Para ello será necesario recopilar toda la información existente que pueda ayudar a comprender y conocer.

Por otro lado, la sistematización implica necesariamente la puesta en marcha de estrategias de comunicación para divulgar sus resultados, ya sea a través de la producción de documentos, publicaciones y otros materiales (impresos o audiovisuales), o mediante la organización de eventos de socialización y retroalimentación. En este caso, la intención comunicativa será la de dar a conocer esos resultados, con el fin de propiciar el intercambio de experiencias con personas e instituciones externas al programa y compartir estos resultados con los protagonistas de las experiencias (14).

#### **4.1.2. Las cadenas tróficas**

Las plantas sustentan al resto de los seres vivos que constituyen los consumidores. Son consumidores los herbívoros tanto como los carnívoros que se alimentan de herbívoros o de otros carnívoros (carnívoros secundarios). La comprensión del ciclo de la vida y los materiales en los ecosistemas es muy importante, por que se halla directamente ligado a un producto: el compost o mejor dicho la composta (compuesto, humus).

La visión esquemática, desde los productores hasta los desintegradores, se conoce como la cadena trófica (o red alimentaria) o de los alimentos. El ciclo se cumple en todos los ambientes, ya sean acuáticos o terrestres.

### **4.1.3. El humus**

Se denomina humus al “grado superior” de descomposición de la materia orgánica. El humus supera al compost en cuanto abono, siendo ambos orgánicos. La materia orgánica se descompone por vía aeróbica o por vía anaeróbica.

El humus es la sustancia compuesta por productos orgánicos, de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos (hongos y bacterias). Se caracteriza por su color negruzco debido a la gran cantidad de carbono que contiene. Se encuentra principalmente en las partes altas de los suelos con actividad orgánica. Los elementos orgánicos que componen el humus son muy estables, es decir, su grado de descomposición es tan elevado que ya no se descomponen más y no sufren transformaciones considerables (4) .

#### **4.1.3.1. Influencia física del humus**

- a) Incrementa la capacidad de intercambio catiónico del suelo
- b) Da consistencia a los suelos ligeros y a los compactos; en suelos arenosos compacta mientras que en suelos arcillosos tiene un efecto de dispersión.
- c) Hace más sencillo labrar la tierra, por el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo.
- d) Evita la formación de costras, y de la compactación
- e) Ayuda a la retención de agua y al drenado de la misma
- f) Incrementa la porosidad del suelo

#### **4.1.3.2. Influencia química del humus**

- a) Regula la nutrición vegetal
- b) Mejora el intercambio de iones
- c) Mejora la asimilación de abonos minerales

- d) Ayuda con el proceso del potasio y el fósforo en el suelo
- e) Produce gas carbónico que mejora la solubilidad de los minerales

#### 4.1.3.3. Influencia biológica del humus

- a) Aporta microorganismos útiles al suelo
- b) Sirve a su vez de soporte y alimento de los microorganismos
- c) Mejora la resistencia de las plantas (4).

#### 4.1.3.4. Flora microbiana en el suelo

En un suelo fértil podemos encontrar raíces de plantas superiores, diversos animales y una gran cantidad de microorganismos.

**a) Bacterias.** Estas exceden la población de todos los otros grupos de microorganismos. Encontramos todo tipo de bacterias desde autotróficas, heterotróficas, aeróbicas y anaeróbicas.

**b) Hongos.** Cientos de especies se encuentran en el suelo, generalmente cerca de la superficie donde prevalece una condición aeróbica. Los hongos son los descomponedores de celulosa, lignina y pectina. La importancia del hongo en el suelo es que mejora la estructura física mediante la acumulación de sus micelios en él. Además, los hongos forman agregados que ayudan a retener agua.

**c) Algas.** Mayormente encontramos algas verdes y diatomeas en la superficie o cerca de ésta ya que necesitan luz para llevar a cabo fotosíntesis. Estas juegan un papel importante en suelos erosionados o desérticos, ya que como son fotosintéticos inician la acumulación de materia orgánica en esa área.

**d) Protozoarios.** Son importantes en la cadena alimentaria, ya que su modo de nutrición es la ingestión de bacterias controlando así la población bacteriana.

e) **Virus.** Este grupo incluye fagos, virus de plantas y virus de animales (10).

#### 4.1.3.5. **La rizósfera**

Es la capa de suelo que se encuentra adyacente a las raíces. Esta región se caracteriza por una alta población microbiana. Las bacterias que crecen en la rizósfera se ven afectadas positivamente por sustancias que liberan las plantas como amino ácido, vitaminas y otros. A la vez, el crecimiento de las plantas se ve afectado por sustancias liberadas por la población microbiana. En las lombrices las partículas de suelo (arcilla) y los residuos orgánicos recorren su intestino donde se mezclan componentes edáficos que los recubren de sustancias mucilaginosas estabilizadoras y de calcio, lo que constituye un agregado muy nutritivo, balanceado y con humus de fácil asimilación, que enriquece el suelo (4).

#### 4.1.4 **El compost**

El compostaje es el proceso de descomposición controlada de la materia orgánica. En lugar de permitir que el proceso suceda de forma lenta en la propia naturaleza, puede prepararse un entorno optimizando las condiciones para que los agentes de la descomposición proliferen. Estas condiciones incluyen una mezcla correcta de Carbono (C), Nitrógeno (N), y Oxígeno (O), así como control de la temperatura, pH o humedad. Si alguno de estos elementos abundase o faltase, el proceso se produciría igualmente, pero quizás de forma más lenta e incluso desagradable por la actuación de microorganismos anaerobios que producen olores.

- A) Son fuentes de carbono: La paja y hojas secas, astillas y aserrín, y algunos tipos de papel y cartón sin tintas.
- B) Son fuentes de nitrógeno: La materia vegetal verde (residuos de cosecha, césped, ramas), estiércol, restos de frutas y verduras, algas, pulpa de café, etc.

#### 4.1.4.1 Factores que condicionan el proceso de composta

El proceso para tratar los residuos domiciliarios se basa en el precompostaje y la lombricultura.

##### 4.1.4.1.1 Pre compostaje

Es el procedimiento de descomposición de la materia orgánica mediante bacterias aeróbicas con la finalidad de obtener un material resultante estabilizado. Las bacterias aeróbicas como su nombre lo indica son microorganismos que realizan sus funciones vitales en el aire. (15)

Bacterias aeróbicas + sustancia orgánica+O<sub>2</sub>--> compost+CO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O+calor (1)

Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico del compostaje. Los factores más importantes son:

**a) Temperatura** Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 35-55 °C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporados (15).

**b) Humedad** En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos del 40-60 %. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, es decir, se produciría una putrefacción de la materia orgánica. Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento.

**c) pH** Influye en el proceso debido a su acción sobre microorganismos. En general los hongos toleran un margen de pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (pH= 6-7,5)

- d) Oxígeno** El compostaje es un proceso aeróbico, por lo que la presencia de oxígeno es esencial. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada.
- e) Relación C/N equilibrada** El carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello para obtener un compost de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente una relación C/N de 25-35 es la adecuada, pero esta variará en función de las materias primas que conforman el compost. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica. Una relación C/N muy baja no afecta al proceso de compostaje, perdiendo el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco.
- f) Población microbiana** El compostaje es un proceso aeróbico de descomposición de la materia orgánica, llevado a cabo por una amplia gama de poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetos (15).

#### **4.1.4.1.2 Lombricultura.**

La lombricultura o vermicultura como también se le denomina, es una técnica o más bien una biotecnología, mediante la cual se puede producir proteína animal y un abono de excelente calidad a partir de desechos orgánicos, y que en muchos casos, representan un verdadero problema ecológico tanto por la cuantía como por la contaminación que los mismos representan, pero que, producto de la presencia de las lombrices en el medio, estimula la actividad de billones de microorganismos descomponedores que también habitan en el suelo y en el caso de la lombriz, más específicamente, como consecuencia de un proceso biotransformador que ocurre a todo lo largo y ancho del intestino de esta, no tan solo se obtiene el humus, sino que además con esta práctica se puede producir proteína animal la cual estaría conformada por el cuerpo de la lombriz

con un comprobado valor proteico y aminoácidos esenciales para la dieta humana y animal, y por ultimo, se puede producir el denominado humus liquido utilizable a través del riego en plantaciones agrícolas y jardines.(11)

#### **4.1.4.2 Técnicas de compostaje**

Las técnicas de compostaje las podríamos dividir en tres grupos principales: En superficie, en montón y en silos-compostadores.

##### **4.1.4.2.1 Compost en superficie**

Consiste en esparcir sobre el terreno una delgada capa de material orgánico (de menos de 10 cm.), dejando descomponerse y penetrar poco a poco en el suelo.

##### **4.1.4.2.2 Compost en montón**

Cuando hay una cantidad abundante y variada de residuos vegetales y orgánicos (1m<sup>3</sup> ó más).

##### **4.1.4.2-3 Compost en cajoneras o silos**

Muy indicado para cantidades domésticas de residuos orgánicos de alimentos, jardín y pequeños huertos. Un cajón hecho de cualquier tipo de material con un volumen suficiente como para contener todos los residuos orgánicos que se producen durante al menos cuatro meses (4).

#### **4.1.5 Actividad de la lombriz en la materia orgánica**

La calidad del compost de lombrices debe ser conocida a fin que el mismo sea usado en forma adecuada como un abono orgánico. Kale et al. (1992) sostienen que el uso de lombrices

para la degradación y producción de dicho abono se ha incrementado tanto en el ámbito de la investigación científica como en el comercial. Este método de reciclaje es ideal para el tratamiento de las deyecciones animales, como también de los desechos domiciliarios de tipo orgánico, ya que acelera el proceso de obtención de abonos de calidad, evitando contaminación en el ambiente. He et al. (1992) concluyen que el compostaje es un método alternativo de recuperación de recursos, siendo su principal ventaja los bajos costos operacionales además de minimizar la contaminación ambiental (6).

#### **4.1.5.1 Humus de lombriz**

El proceso de producción consiste en el paso por el intestino de las lombrices de la materia orgánica (100% estiércol maduro de ternera, oveja, conejo,) a la que aporta microorganismos y fermentos. El humus es de color pardo oscuro, inodoro y no deja residuos al tacto. Se trata de un producto de alta calidad, con una gran riqueza orgánica, carente de fitotoxicidad y muy fácil de manipular. El humus de lombriz, es prácticamente neutro (pH entre 6.8 y 7.8) y contiene abundante flora bacteriana (miles de millones de colonias por gramo de producto. Presenta las siguientes propiedades (18).

- A Apto para todo tipo de cultivo.
- B Rico en extracto húmico y elementos minerales.
- C Enriquece los suelos gracias a la formación de complejos arcillo-húmicos.
- D Ayuda a la reestructuración de suelos degradados.
- E Estimula y acelera la humificación de la materia orgánica.
- F Aumenta la actividad biológica de los suelos (18)
- G Los excesos en su utilización no perjudica el cultivo de plantas, ni siquiera en los brotes más tiernos.



- H El vermicompost contiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y media más potasio que el mismo peso del estiércol de bovino (18).

#### 4.1.5.2 Generalidades acerca de la lombriz coqueta roja *Eisenia foetida*

Darwin calificó a las lombrices como "los primeros labradores", ya que cumplen una función esencial de aireación y estructuración del suelo contribuyendo a la fertilidad del medio al transformar los desechos orgánicos. En el transcurso de la evolución las lombrices se han dividido en alrededor de 1.800 especies terrestres, las cuales se encuentran distribuidas en todo el mundo (18). Pudiendo clasificárseles, ecológicamente en tres grandes grupos:

- a) **Epígeas** que viven en la superficie del suelo en acumulaciones orgánicas (hojas trancos en descomposición, guano y otros.
- b) **Endógeas** las cuales viven permanentemente en el suelo; no tienen pigmentos su tamaño es variable, y se alimentan de minerales mezclados con materia orgánica.
- c) **Anécicas** las cuales son lombrices de mayor diámetro que las anteriores. Estas construyen galerías subterráneas verticales, por las cuales transitan llevando desde la superficie materia orgánica de los estratos superiores hacia los más profundos, para luego ingerirla junto con fragmentos minerales que encuentran en la profundidad del suelo (18).

#### 4.1.5.3 Características, morfología y funcionamiento

##### 4.1.5.3.1 Características externas

Posee el cuerpo alargado, segmentado y con simetría bilateral. Existe una porción más gruesa en el tercio anterior de 5mm de longitud llamada clitelium cuya función está relacionada con la reproducción. Al nacer las lombrices son blancas, transcurridos 5 o 6 días se ponen rosadas

y a los 120 días ya se parecen a las adultas siendo de color rojizo y estando en condiciones de aparearse.

#### 4.1.5.3.2 Características internas

- A Cutícula** Es una lámina muy delgada de color marrón brillante, quitinosa, fina y transparente.
- B Epidermis** Situada debajo de la cutícula, es un epitelio simple con células glandulares que producen una secreción mucosa. Es la responsable de la formación de la cutícula y del mantenimiento de la humedad y flexibilidad de la misma.
- C Capas musculares** Son dos, una circular externa y otra longitudinal interna.
- D Peritoneo** Es una capa más interna y limita exteriormente con el celoma de la lombriz.
- E Celoma** Es una cavidad que contiene líquido celómico y se extiende a lo largo del animal, dividida por los septos, actuando como esqueleto hidrostático (14).
- F Aparato circulatorio** Formado por vasos sanguíneos. Las lombrices tienen dos vasos sanguíneos, uno dorsal y otro ventral. Posee también otros vasos y capilares que llevan la sangre a todo el cuerpo. La sangre circula por un sistema cerrado constituido por cinco pares de corazones.
- G Aparato respiratorio** Es primitivo, el intercambio de oxígeno se produce a través de la pared del cuerpo.
- H Sistema digestivo** En la parte superior de la apertura bucal se sitúa el prostomio con forma de labio. Las células del paladar son las encargadas de seleccionar el alimento que pasa posteriormente al esófago donde se localizan las glándulas calcíferas.

Estas glándulas segregan iones de calcio, contribuyendo a la regulación del equilibrio ácido básico, tendiendo a neutralizar los valores de pH. Posteriormente tenemos el buche, en el cual el alimento queda retenido para dirigirse al intestino.(14)

- I Aparato excretor** Formado por nefridios, dos para cada anillo. Las células internas son ciliadas y sus movimientos permiten retirar los desechos del celoma.
- J Sistema nervioso** Es ganglionar; posee un par de ganglios supra esofágicos, de los que parte una cadena ganglionar. La lombriz californiana se alimenta de animales, vegetales y minerales. Antes de comer tejidos vegetales los humedece con un líquido parecido a la secreción del páncreas humano, lo cual constituye una pre digestión (14).

#### 4.1.5.4 Hábitat

Habita en los primeros 50 cm. del suelo, por tanto es muy susceptible a cambios climáticos. Es fotofóbica, los rayos ultravioletas pueden perjudicarla gravemente, además de la excesiva humedad, la acidez del medio y la incorrecta alimentación.

#### 4.1.5.5 Razones de su elección

Es muy prolífera, madurando sexualmente entre el segundo y tercer mes de vida. Y su longevidad está entre 1 a 3 años (10). Su capacidad reproductiva es muy elevada, la población puede duplicarse cada 45-60 días. 1.000.000 de lombrices al cabo de un año se convierten en 12.000.000 y en dos años en 144.000.000. Durante este periodo habrán transformado 240.000 toneladas de residuos orgánicos en 150.000 toneladas de humus.

#### 4.1.5-6 Ciclo biológico

Son hermafroditas, no se autofecundan, por tanto es necesaria la cópula, la cual ocurre cada 7 o 10 días. Luego cada individuo coloca una cápsula (huevo en forma de pera de color amarillento) de unos 2 mm. De la cual emergen de 2 a 8 lombrices después de un periodo de incubación de 14 a 21 días, dependiendo de la alimentación y de los cuidados (10).

#### 4.1.5-7 Clasificación taxonómica

Reino:	Animal
Tipo:	Anélido
Clase:	Oligoqueto
Orden:	Opisthoro
Familia:	Lombricidae
Género:	Eisenia
Especie:	E. foetida

#### 4.1.5.8 Importancia de la lombricultura

Es una tecnología basada en la cría intensiva de lombrices para la producción de humus a partir de un sustrato orgánico. Es un proceso de descomposición natural, similar al compostaje, en el que el material orgánico, además de ser atacado por los microorganismos (hongos, bacterias, actinomicetos, levaduras, etc.) existentes en el medio natural, también lo es por el complejo sistema digestivo de la lombriz. En la actualidad se están cultivando principalmente dos tipos de lombrices. La roja californiana, ***Eisenia foetida***, que es de color rojo púrpura, mide aproximadamente de 8 a 10 cm. La roja africana, ***Fudrillus ssp***, es de color oscuro (8)

#### **4.1.5.8.1 El lombricompost (Vermicompost)**

Su elevada solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana, proporciona una rápida asimilación por las raíces de las plantas. El vermicompost contiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y media más potasio que el mismo peso del estiércol de bovino (18).

#### **4.1.5.8.2 Composición del vermicompuesto**

En el cuadro 1 se muestra la composición química del vermicompuesto o lombricompuesto de una manera general, aunque la calidad nutritiva del mismo va a depender del tipo y la calidad del sustrato que se utiliza para producir este tipo de abono. Lo que es característico del vermicompuesto, es su tendencia, respecto a la escala de Hidrógenos, que va de neutra a alcalina, lo que le permite una propiedad aceptable en uso sólo o combinado con otros medios de fertilización. Posee un alto contenido de materia orgánica (de 45 a 50 %), por su naturaleza de formación, y se equipara con otros abonos orgánicos como los abonos de tipo fermentados (bocashi).

Respecto al contenido de elementos primarios, sus niveles de N y K no pasan de 2.5 %, y están en una relación cercana de 1:1 entre estos elementos; el contenido de P, sus niveles van de 0.80 a 1.20, dependiendo de la naturaleza del sustrato; así el lombrihumus proveniente de la pulpa de café, la fuente de Fósforo es más pobre que los provenientes de estiércol y otros materiales (Ver anexo 6). Finalmente, resaltan los contenidos de Hierro y Zinc significativamente en este tipo de fertilizante.

Sin embargo, de acuerdo a lo expuesto por Castillo *et al* (4), el contenido de Zinc es más alto en los abonos elaborados a partir de gallinaza, deshechos domésticos y pulpa de café (Cuadro 2).

**Cuadro 1 Composición promedio del vermicompuesto (8)**

pH	7.1
Materia orgánica %	50
Nitrógeno %	2.1
Fósforo %	2.3
Potasio %	2.4
Humedad %	53
Hierro %	1.15
Cobre ppm	170
Zinc ppm	750
Manganeso ppm	555
Cobalto ppm	20

Fuente: [www.ingoagro.com](http://www.ingoagro.com)**4.1.5.9 Factores limitantes en el cultivo de lombrices**

El manejo del sustrato es el elemento de mayor importancia dentro del cultivo de lombrices, puesto que si se entrega estabilizado, se asegura la reproducción del pie de cría y en poco tiempo se habrá multiplicado (15).

#### **4.1.5.9.1 Alimento**

Debe ser eminentemente material orgánico tal como residuos vegetales de cocina siempre y cuando no contengan cítricos o residuos de plantas resinosas tales como Pinos, Eucaliptos etc.

#### **4.1.5.9.2 Humedad**

La humedad es un factor de mucha importancia que influye en la reproducción. Debe estar entre el 70 y 80%. Una humedad superior al 85 % hace que las lombrices entren en un período de latencia y se afecta la producción de vermicompost y la reproducción. Debajo de 70 % de humedad es una condición desfavorable. Niveles de humedad inferiores al 55 % son mortales para las lombrices.

La prueba para medir el porcentaje de humedad en el sustrato se conoce como prueba de puño, la cual consiste en agarrar una cantidad del sustrato con el puño de una mano, posteriormente se le aplica fuerza, lo normal de un brazo, y si salen de 8 a 10 gotas es que la humedad está en un 80 % aproximadamente. En cualquier caso es mejor utilizar un medidor de humedad (8) los niveles de N, K y P son variables dependiendo de la naturaleza del sustrato, principalmente estiércoles (cuadro 2).

#### **4.1.5.9.3 Temperatura.**

Una temperatura entre 18 a 25 grados centígrados es considerada óptima, que conlleva el máximo rendimiento de las lombrices. Cuando la temperatura desciende por debajo de 15° C las lombrices entran en un período de latencia, disminuyendo su actividad (8).

#### **4.1.5.9.4 pH**

La lombriz acepta sustratos con pH de 5 a 8.4, fuera de esta escala, la lombriz entra en una etapa de latencia.

#### 4.1.5.9.5 Fuentes gaseosas

El aire permite oxidar rápidamente la materia orgánica, sin olores, ni moscas. El aire es vital para microorganismos aerobios. Hacia el interior de la pila el porcentaje de oxígeno baja del 18-20% al 0,5-2% a 60 cm de profundidad (8).

#### 4.1.5.9.6 Relación C: N

Los microorganismos absorben C y N en una proporción 30 a 1, siendo 30 partes de C eliminadas como CO<sub>2</sub>, siendo la relación 10/1 la misma que la del humus (8).

#### 4.1.5.10 Medio de cultivo

La preparación del sustrato debe hacerse mediante fermentación aerobia. Esta fermentación es el resultado de la actividad de una serie de microorganismos de diferentes grupos. Todos estos sustratos tienen una coloración café oscuro, no presentan mal olor y al tacto son semi pastosos; esto indica que el pH, humedad y temperatura son óptimos. Estos factores se pueden medir al ojo de la experiencia (8).

#### 4.1.5.10.1 Tipos de materia orgánica como alimento de lombriz coqueta roja *Eisenia foetida*

##### 4.1.5.10.1.1 Estiércoles

Los estiércoles -individuales o mezclados con otros y con desechos vegetales- son el alimento más apetecido por las lombrices en general, por lo que el manejo de aquéllos resulta bastante eficiente con lombrices de tierra (4).



**a) Estiércol de bovino**

Presenta una condición de manejo fácil, debido a sus menor compactación y acidificación Tiene la ventaja de que contiene enzimas que ayudan a facilitar la acción bacterial al pasar por el tracto digestivo de la lombriz.

**b) Estiércol de cabra**

Se puede manejar solo o en mezcla con restos de vegetales u otros desechos siempre y cuando se mantenga un riego oportuno, por la condición seca de las excreta.

**c) Estiércoles de aves de corral**

Son ricos en su contenido proteico y ácido fosfórico. Estos tienden a calentar aceleradamente por lo que requiere un periodo de composteo previo, con riegos y volteo continuos para disminuir la salinidad y contenido de gases, principalmente amoniaco que es tóxico a la lombriz. Produce un humus rico sobre todo en fósforo, calcio y nitrógeno (4).

**d) Estiércol de conejo**

Después del los estiércoles de aves este contiene alto contenidos salinos y nitrógeno, que puede llegar hasta aproximadamente 2%, esto hace necesario el riego y volteos frecuentes, previos como alimento, para las lombrices. Produce un lombrihumus de aceptable calidad, dependiendo de la calidad de alimento ofrecida (ver cuadro 2)

**e) Estiércol de caballo**

Su principal característica es su alta porosidad que lo hacen un material muy accesible al manejo con lombrices, su contenido nutricional al igual que todos los estiércoles depende de la

calidad. Al final del proceso es posible obtener un humus de excelente presentación por su textura (4).

El cuadro 2, detalla el contenido de elementos químicos en la composición de diferentes lombricompuestos. Se observa que los abonos provenientes de pulpa de café poseen buen contenido de N y K en una relación de 4:3.5, pero pobre en P, respecto a el abono proveniente de la gallinaza que es rico en Fósforo (1.66%), pero con niveles más bajos de N y, principalmente K. Así mismo, se puede observar que, los deshechos de cocina compiten con los estiércoles por su buen contenido de los elementos principales y micronutrientes, y un alto contenido de Ca (4).

Finalmente, el mismo cuadro muestra que, el lombrihumus proveniente de la gallinaza, a excepción de su pobre contenido de K, es un abono competente respecto a los otros, siendo más completo que los demás formados a partir de estiércol (4).

**Cuadro 2. Composición de diversos lombrihumus**

Tipo de lombrihumus	N total %	P %	K %	Ca %	Mg %	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
E. bovino	2,02	0,80	0,50	2,04	0,85	1,07	217	408
E. cabra	1,31	0,71	1,77	5,01	0,55	2,55	129	236
E. conejo	1,50	1,20	0,20	2,86	0,65	2,61	124	776
E. gallinaza	1,33	1,66	0,08	10,20	0,60	1,31	644	901
Des. Hogar	2,01	0,73	1,40	5,02	0,73	1,15	567	659
Broza café	3,80	0,35	3,55	2,50	0,59	0,40	283	459

Fuente: Castillo et al Argentina 2002. (4)

#### **4.1.5.10.1.2 Otros productos biodegradables**

##### **4.1.5.10.1.2.1 Broza de café**

La broza de café resulta ser un excelente alimento para las lombrices, por lo que el manejo de este desecho no representa mayores dificultades, como lo ha comprobado la investigación y la experiencia de empresarios que están transformando este desecho por medio de la lombricultura (15). El problema principal resulta ser el manejo previo de los materiales, para evitar descomposición fermentativa, que dificulten la aceptación posterior de la lombriz, así como el manejo inadecuado de los lixiviados de los materiales amontonados incorrectamente, ya que se pueden convertir en un fuente de reproducción de insectos dañinos como la mosca doméstica. La broza es capaz de producir un humus de excelente calidad, tanto física como químicamente (15).

##### **4.1.5.10.2 Capacidad de carga por lecho de cultivo**

Las lombrices requieren un medio adecuado que las albergue y nutra a ellas y su prole. Las lombrices son micrófagas, el desarrollo de una población se relaciona con factores físico-químico-biológicos (temperatura, humedad, pH, gases, sales, relaciones C/N, edad y tipo de alimento) que interaccionan entre si y el medio circundante, condicionando el desarrollo del lombricultivo (15).

##### **4.1.5.10.2.1 Aspectos a considerar**

###### **a) Tipo de sustrato**

Importa reconocer la materia orgánica utilizable como sustrato del vermicultivo; las egestas de cerdos poseen un alto contenido de proteína residual, lo que no solo los hace malolientes, sino que suele requerir un aporte de restos provenientes de podas (tallos delgados), cortes de césped (pasto), rastrojos, hojas, broza, para lograr una mejor relación C:N.(15)

**b) Edad del sustrato**

La materia orgánica debe ser joven, es decir, haber sido generada en torno a los 45-60 días antes de introducir las lombrices.(15)

**c) Cobertura**

En cuanto a las coberturas para los sectores que albergan las lombrices es necesario que permitan el intercambio gaseoso (porosas), proporcionando protección contra aves predatoras. El nylon negro o bien reflectante, hace que las lombrices se concentren cerca de la superficie aparentando una alta densidad, cuando en realidad se observa un empobrecimiento notable en la población a solo 19 cm bajo de la superficie.

**d) Densidad poblacional**

Esto es importante cuando recién iniciamos un cultivo y nos interesa multiplicar rápidamente la población. La estrategia de manejo del cultivo debe consistir en siembras de baja densidad (4000- 10000 lombrices/ lecho).

**4.1.5.10.3 La lombricultura y la actividad agropecuaria**

La Lombricultura es una biotecnología que emplea a una especie domesticada de lombriz, como una herramienta de trabajo; recicla todo tipo de materia orgánica y obtiene como fruto de este trabajo fundamentalmente dos productos: lombricompost y lombrices. Como abono orgánico tiene un alto valor nutritivo, pero lo más importante es la alta disponibilidad de los nutrientes para las plantas (15).

#### 4.1.5.10.3.1 Desarrollo del cultivo de lombriz *Eisenia foetida*

##### 4.1.5.10.3.1.1 Elección de la instalación

**a) Camas o lechos** Constituyen el espacio en el cual se realiza el proceso de lombricultura. Se puede utilizar block, costales de nylon, bambu, tablas o ladrillo en su fabricación; estas deben construirse de 1m de ancho y la longitud según la disponibilidad del terreno; en general se acostumbran módulos de 2 a 3 metros de largo. La altura de la cama más usual es de 60 cm. El espacio entre camas puede ser de 50 cm. Algunos lombricultores emplean cajas en madera o canastillas plásticas (10).

**b) Pisos** En el interior de las camas, se recomienda piso de cemento, tela plástica, o algún material que permita aislar el cultivo del suelo para evitar el ataque de posibles plagas (planarias, sanguijuelas, hormigas). El piso construido con una pendiente entre 2 y 5 % evita la inundación de la cama cuando se utiliza riego.

**c) Techos** El techo es recomendable porque aísla el cultivo de la lluvia directa. La altura puede ser de 2,0 a 2.5 m. utilizando lámina, pajón o palma.

**d) Circulación.** Es conveniente cerrar la caseta con nylon, o malla para evitar la entrada de aves y otros depredadores (10).

##### 4.1.5.10.3.1.2 Preparación del alimento

###### 4.1.5.10.3.1.2.1 Prueba de la adaptación del sustrato

Para realizarla se coloca, en una caja de prueba, suficiente cantidad del alimento preparado hasta tener un grosor de 10 cm, se colocan 50 lombrices en el centro de la caja y se riega adecuadamente. Las lombrices se introducen solas y tratarán de descubrir si el nuevo ambiente es adecuado para garantizar primero su permanencia y después su acción productiva. Pasadas 48

horas se verifica que las lombrices se encuentren en condiciones óptimas. Si mueren más de 2 quiere decir que el alimento no reúne las características adecuadas (15).

#### **4.1.5.10.3.1.3 Siembra o inseminación**

El lombricultivo se inicia depositando el pie de cría en las camas, asegurándose que esta capa inicial sea aproximadamente de 10 a 15 cm

#### **4.1.5.10.3.1.4 Cosecha**

La separación de la lombriz y la cosecha del lombricompuesto (Humus) se pueden hacer dos o tres veces al año, dependiendo de la velocidad de descomposición del sustrato. Se esparce una capa delgada (5-7 cms) de estiércol fresco, preferentemente equino. Las lombrices ingresan al cebo casi de inmediato (10)

##### **4.1.5.10.3.1.4.1 Lombrices**

Se extiende una malla plástica sobre la cama y se alimenta de nuevo; una semana después se retira la malla con la capa superior donde ha subido la lombriz. Dependiendo de la cantidad de lombrices, puede ser necesario repetir esta operación hasta tres veces.

##### **4.1.5.10.3.1.4.2 Humus (lombricompuesto)**

Al terminar la separación de las lombrices, se procede a retirar el lombricompuesto de la parte inferior de la cama. El Humus se puede utilizar con la humedad que se obtiene (alrededor del 80%) o rebajarle la humedad hasta máximo el 50%, con la cual usualmente se comercializa.

#### **4.1.5.10.3.1.4.2.1 Almacenamiento del humus y nuevos lechos**

Si no se usa al instante, se puede almacenar bajo sombra, cuidando que la humedad no baje del 40 %, puesto que todavía hay actividad microbiana que es la que le da calidad al vermicompost, como uno de los mejores fertilizantes orgánicos (15).

#### **4.1.5.10.3.1.4.2.2 Usos y dosificación**

El humus de lombriz puede utilizarse en un amplio espectro, como enmienda y abono, como sustrato solo y mezclado con distintos medios (tierra y perlita) y complementar fertilizantes orgánicos e inorgánicos. El material es liviano y con un 50 % de humedad. En cultivos extensivos pocas veces se requieren más de 2 toneladas/ha cada ciclo productivo. En invernáculos bastan aplicaciones de 1-2 kg/m<sup>2</sup> en cada ciclo de producción (15).

#### **4.1.5.10.3.2 Enfermedades y enemigos de la lombriz**

El exceso de derivados amoniacales y los taninos pueden intoxicarlas. Las hormigas suelen instalarse en los lechos. Las rojas son carnívoras pero no atacan las lombrices, cuya proximidad buscan por los azúcares del medio. Basta con remover los nidos y regar los hormigueros para controlarlas (11).

### **4.1.6 Los subproductos del café**

El producto principal de la actividad del cultivo del café es el café pergamino. Sin embargo, de acuerdo a la Guía Técnica de caficultura (1) se distingue claramente la caracterización de los subproductos del café como:

**a) Pulpa** Dentro de los subproductos sólidos, la pulpa es la más voluminosa y representa el 56% del volumen del fruto. La composición química de este residuo, al sufrir un

proceso de fermentación, puede provocar que se formen cargas orgánicas de 20 kg por quintal oro procesado, esto como un deshecho sólido no reutilizado.

**b) El mucílago** Puede poseer una carga orgánica, en el agua del primer lavado, expresado en D. Q. O. (Demanda Química de Oxígeno), de 26,535 mg de O<sub>2</sub> / litro, equivalente a 80.08 Kg O<sub>2</sub> / TM oro producido. El mucílago representa entre 20 y 22 % del peso del fruto y conforma una importante proporción de la carga orgánica potencial, por su alto contenido de azúcares, pectinas y ácidos orgánicos (1).

**c) El agua miel** 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. Así se origina su aporte como carga orgánica, del primero y segundo lavado, con alrededor en términos de D.Q.O. de 43,615 mg O<sub>2</sub> / Litro, equivalente a 132 Kg de D.Q.O. / TM oro (1).

#### **4.1.6-1 Uso tradicional de la pulpa del café**

Los caficultores están convencidos que la pulpa de café aporta nutrientes al suelo, y constituye un buen sustrato para retener humedad, buena cobertura y mejora la estructura de los suelos empobrecidos.

De acuerdo a las investigaciones de campo realizadas por Girón T. J (7), observó que aquellos suelos cafetaleros que no tienen una conservación adecuada, se han visto sometidos a empobrecimiento causado por erosión y lavado de nutrientes, pérdida de materia, lo que ha contribuido a acentuar los problemas de acidez provocado principalmente por el Aluminio.

Por lo anteriormente expuesto, desarrolló un trabajo sobre la aplicación de diferentes dosis de pulpa de café sola y combinada en fertilizante químico, con el objetivo de utilizarla eficientemente en los cafetales. Los resultados demostraron que con la sola aplicación de pulpa al



cafetal, sin químico, incrementó la cosecha en un 26% comparado a la aplicación de sólo fertilizante químico; además, este estudio concluyó que, aplicando 1 y ½ libras de pulpa/planta/aplicación, más el 34% de la dosis de fertilizante químico, dio un incremento de rendimiento de 4.74T/ha de café maduro por manzana en promedio de dos cosechas seguidas (7).

#### **4.1.6.2 Efectos de la carga orgánica de los subproductos del café**

La Guía Técnica de Caficultura (1), menciona que: “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. El manual Técnico abonos orgánicos en la caficultura (2) agrega, que el efecto perjudicial para el cuerpo receptor se produce cuando los requerimientos de oxígeno de las bacterias son mayores que la cantidad natural de disolución de oxígeno nuevo en el agua (2).

Cuando este gas se agota, las futuras necesidades son satisfechas por el oxígeno contenido en los nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) y los sulfatos ( $\text{SO}_4^-$ ) presentes, dando como resultado, en las últimas etapas de transformación química, la formación de compuestos, como el bisulfuro de hidrógeno ( $\text{SH}_2$ ), el cual es el responsable del mal olor que produce esta agua (2).

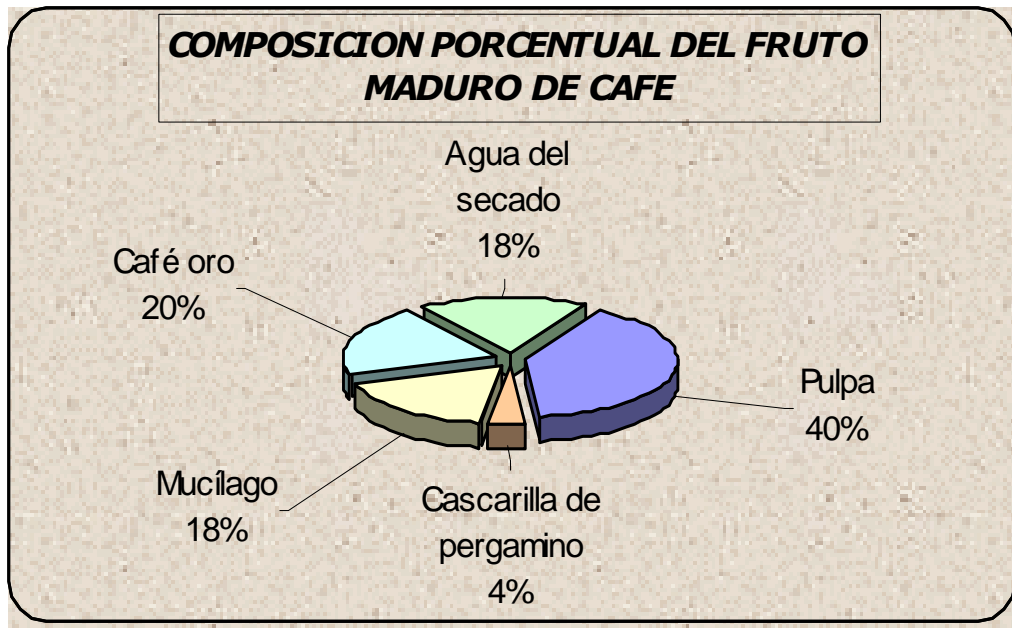
Tradicionalmente la pulpa de café (2), que resulta del beneficio ha sido depositada en las corrientes de agua, lo que genera un aumento considerable de la demanda bioquímica de oxígeno (DQO), aumento de la carga de sólidos totales, incremento de la temperatura del agua, generación de olores y pérdida de la calidad visual. Se trata de una forma de contaminación severa del agua

que se da en las épocas de cosecha y que imposibilita su aprovechamiento para acueductos, afecta la fauna acuática y limita los usos recreativos (Vázquez, 2000).

La pulpa de café puede perder hasta 26 % de su peso seco mientras es transportado fuera del beneficio; esta pérdida de peso no sólo es una importante fuente de contaminación, sino que también representa un gran empobrecimiento de la pulpa, lo que limita seriamente su uso futuro; estas investigaciones determinaron, además, que las aguas de despulpe en el beneficiado húmedo convencional aportan una carga contaminante de 160 g DQO por kg de café verde y que el lavado de las mieles que rodean las semillas del café, operación que debe ser realizada previo al secado, aporta 170g de DQO (Dietrich, 1999).

En este sentido el informe «Sello Verde» plantea que la contaminación de ríos y fuentes de agua es el segundo problema ambiental en América Central; así, durante el procesamiento del café (cien días por año aproximadamente) el beneficio es el responsable del 60% de la contaminación de los ríos. El beneficio húmedo del café contamina más que toda la población de América Central durante un año [PEICCE, 1993](13).

La figura 1 presenta la composición porcentual del fruto maduro del café. Lo que importa resaltar de esta gráfica es el contenido que representa la pulpa de café con un 40% en peso y el mucilago en 18%. Estos componentes del fruto, al igual que la cascarilla del pergamino, representan un total del 62 % de su componente, Esta composición es muy importante puesto que se trata de los subproductos del grano y que se convierten en agentes contaminantes del medio ambiente, por su alta carga orgánica que poseen, pero también, si se les da un buen manejo, se convierten en recursos altamente aprovechables por la planta de café y otros cultivos si se utilizan como abono complementario a la fertilización.



FUENTE: Área de Post cosecha ANACAFÉ 2008

**Figura 1. Composición porcentual del fruto maduro del café**

#### 4.1.6.3 Lombricompost y pulpa de café

Para darle un mejor aprovechamiento a la pulpa de café, se han utilizado técnicas de compostaje con un mayor valor nutricional en un menor espacio de tiempo de acción sobre la materia orgánica. Para el caso de la producción de lombricompost a base de los subproductos de la agroindustria cafetalera, puede usarse combinada con algún estiércol, pero a falta de éste, puede usarse sola o combinada con otro sustrato o materia orgánica de origen vegetal.

Los volúmenes de la pulpa de café aumentan anualmente debido al incremento de la producción. En los últimos años, se han obtenido alrededor de 10 millones de quintales de pulpa/año. Si los métodos de manejo se mejoran, ésta será relevante en el campo de la nutrición del cafeto. El manejo de la pulpa para obtener abono orgánico para uso inmediato se dificulta en las zonas cafetaleras para el caso de la pulpa de café, en la preparación, debe tener aproximadamente un mes de predescomposición. El sustrato debe mantenerse fresco, para

lograrlo se recomienda revolverlo 1 ó 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. Si al tacto es semipastoso, el pH, la humedad y la temperatura son óptimos” (2).

#### **4.1.6.3.1 Rendimientos**

En condiciones normales, 5000 lombrices transforman 45.45kg (1 quintal) de material orgánico (pulpa por ejemplo), en 18.2 ó 27.3 kgs de lombricompost. Generalmente se logra una eficiencia de transformación de 35 a 50 por ciento, dependiendo del tipo de sustrato y del peso inicial de las camas. En almácigos de café se obtienen buenos resultados al utilizar un sustrato con un mezcla de 20 por ciento de lombricompost (1 parte) y 80 por ciento de suelo (4 partes) (3)

#### **4.1.6.3.2 Dosificación**

Para cafeto tipo orgánico se utilizan de 0.23 a 0.46 kg por planta, dos veces al año; en café convencional se puede reforzar con el 30 ó 60 por ciento de fertilizante químico. La incorporación de “lombricompost” al suelo contribuye a mejorar la actividad de los microorganismos que descomponen el “Mulch” o materia orgánica y la convierten en nutrientes (3).

En la provincia de Guantánamo, Cuba, según los estudios realizados por Sotolongo, *et al.* (1998) se ha estimado que los centros de beneficios generan 20,588 kg de carga orgánica por día; en ésta el beneficio de un kilogramo de café cereza provoca mediante generación de aguas residuales una contaminación equivalente a la generada por 5,6 personas adultas.

Por otra parte, investigaciones realizadas en CICAPE (Centro de Investigación del Café) indican que existe una buena respuesta a la aplicación de un kilogramo de abono orgánico por

planta (7.0T/ha) que supera a la aplicación de 0.50T/ha de abono químico. Sin embargo, las mayores producciones se obtienen utilizando dosis medias de ambos fertilizantes.

El composteo con lombrices (vermicompostaje) empieza a ser una opción importante [Pujols, *et al.*; 1999] (6).

## 4.2 Marco referencial

### 4.2.1. Descripción del área experimental

El estudio experimental será realizado en la localidad de Los Coles, del municipio de San Pedro Necta, del departamento de Huehuetenango, (Ver figura 1. Ubicación geográfica). Los pobladores de la comunidad dependen principalmente del cultivo de café, que trabajan en pequeñas unidades productivas que van desde 0.17 a 2.17 ha en promedio; con producciones promedio de 1.54 T/ha pergamino de café de diferentes variedades.

### 4.2.2. Localización geográfica

Específicamente, el área de estudio se encuentra ubicada en la parte noreste de la cabecera municipal. Dista de la cabecera departamental 68 km, y de San Pedro Necta, a la comunidad, 4 Km con vía de acceso de terracería. Se localiza a una altura de 1550 m.s.n.m. y sus coordenadas geográficas son: Latitud Norte 15°29´ 14” y Longitud Oeste 91°45´ 09”.

### 4.2.3. Zona de vida

El área de estudio está ubicada dentro de la zona de vida: **Bosque húmedo subtropical templado (bh-s (t))**. En esta zona de vida el período en que las lluvias son más fuertes, corresponde a los meses de mayo a noviembre, variando en intensidad según la situación orográfica que ocupan las áreas de la zona (5).

#### 4.2.4. Clima

La temperatura promedio anual de la región es de 21 a 23°C. Los regímenes de temperatura del suelo que ocurren en esta región son el isotérmico<sup>1</sup> e isohipertérmico<sup>2</sup>. Regímenes de temperatura isotérmicos ocurren a elevaciones por arriba de los 1,400 m, mientras que el régimen de temperatura isohipertérmico se da por debajo de esta elevación.

Esta región recibe cerca de 800 a 1000 mm de lluvia anualmente, con estación lluviosa que va de mediados de mayo hasta mediados de octubre. La duración de la temporada seca ocasiona en esta región que los suelos tengan regímenes de humedad ústicos<sup>3</sup> (17)

Según registros de la estación climática más próxima a la comunidad, la precipitación promedio anual, está dentro del rango de 1500 a 1700 mm distribuidos en los meses de mayo a octubre.

#### 4.2.5. Suelo

El suelo del área pertenece a los Suelos de los Cerros de caliza y específicamente a la Serie Acatán que son arcillosos, plásticos, poco profundos y negros que se han desarrollado sobre caliza en la parte central de Huehuetenango. Ocupan pendientes inclinadas y se encuentran a elevaciones relativamente altas, entre 1500 y 2100 m.s.n.m,

El suelo superficial es arcilla plástica gris de muy oscura a negra, que contiene muchos fragmentos de caliza. El material es calcáreo (16). Un estudio de suelos más reciente y específico, ubica a este suelo dentro de la Serie Ocho (Río Ocho) que se caracteriza por ser de textura franco

---

<sup>1</sup> *Régimen de temperatura Isotérmico.* El promedio de la temperatura anual del suelo es de 15 a 22°C, y la diferencia del promedio de la temperatura durante el verano y el invierno varía menos de 5°C.

<sup>2</sup> *Régimen de temperatura Isohipertérmico.* El promedio de la temperatura anual del suelo es mayor que 22°C, y la diferencia del promedio de la temperatura durante el verano y el invierno varía menos de 5°C

<sup>3</sup> *Régimen de humedad ústico.* Generalmente hay agua disponible en abundancia para el crecimiento de las plantas, pero puede haber períodos prolongados de sequía o hay agua abundante disponible para el crecimiento de las plantas durante el período de cultivo, pero con poca o ninguna lluvia durante la época seca

arcilloso, color negro y con un contenido normal de materia orgánica (Sumner, West y Leal, 1993).

#### **4.2.6 Topografía**

La topografía del área de estudio es quebrada con pendientes inclinadas que bajan hacia el río Selegua y sus afluentes, los ríos Nentón y Cuilco. Las elevaciones van de más de 3000 m en la cumbre de la Cordillera de los Cuchumatanes, hasta 300 a 400 m en el valle del río controlado por la falla. La pendiente del área de estudio es de 25% (17).

## 5. OBJETIVOS

### 5.1. GENERAL

Documentar la experiencia de un grupo de pequeños caficultores, relacionada a la transformación de la pulpa de café en abono orgánico, por medio del cultivo de lombriz coqueta roja, a fin de que la información sistematizada sea tomada como referencia para otros grupos de pequeños caficultores.

### 5.2 ESPECÍFICOS

- A. Describir la situación inicial en relación al manejo de subproductos del beneficiado húmedo por parte de pequeños productores asociados a una organización de desarrollo local.
- B. Describir los procesos de cambio de aplicación de tecnología experimentados por un grupo de pequeños productores adscritos a una organización, aplicando la lombricultura para la transformación de la pulpa de café.
- C. Enumerar los resultados y experiencias obtenidas por los productores organizados, al aplicar una tecnología apropiada para el aprovechamiento efectivo de la pulpa del café.
- D. Realizar un análisis de costos de aplicación mixta con abono proveniente de la pulpa, mediante la utilización de lombriz coqueta roja para el área de trabajo, combinado con fertilizante químico tradicional.
- E. Comparar costos de producción del fertilizante orgánico producido, respecto a los costos de abono químico que se utiliza.



## 6. METODOLOGÍA

### 6.1. Definición del eje de sistematización

El caso que se enfocó en la sistematización, fue la adopción del uso de la pulpa de café para la conversión de abono orgánico, usando una técnica innovadora y de interés para los participantes del grupo, es decir, la acción de la lombriz coqueta roja en pulpa de café.

### 6.2. Identificación de actores

Inicialmente, para poder desarrollar un plan de capacitación integral y efectivo en la comunidad de Los Coles, solamente podía lograrse con la conformación de un grupo local, interesado en trabajar con la Asociación Nacional del Café ANACAFÉ-; para ello, se identificó a un líder con representatividad y legitimidad en el lugar, para facilitar la organización de hombres y mujeres. Se organizó un grupo de 25 pequeños productores de café, integrados por 21 hombres y 4 mujeres, que se interesaron en recibir un plan de capacitación y asistencia técnica.

Como actores directos, 11 productores llegaron a identificar la necesidad de poner en marcha el proyecto de utilización de la pulpa de café, más provechosa y menos contaminante, entre otras acciones y actividades de interés, mientras se decidía otro grupo más adelante. Otros actores directos identificados fueron: La junta directiva del grupo, los monitores de campo, el técnico responsable del proyecto, familiares del productor más cercanos como esposa e hijo(a)(s) involucrados en el trabajo realizado.

### 6.3. Recopilación de Información y documentación disponible

En los grupos de amistad y trabajo que atiende ANACAFÉ, se desarrolla un sistema de trabajo que incluye un plan de capacitación teórico-práctico sobre todas las etapas de manejo del cultivo de café, y la asistencia técnica de campo. Como parte de esta metodología, surgió el

conocimiento sobre el manejo de los subproductos del beneficiado del café. Se creó interés por parte de algunos productores por conocer directamente la técnica del lombricompostaje, haciendo uso del insumo con que ellos cuentan: La pulpa.

Sin embargo, fue necesario conocer los diferentes puntos de vista de los integrantes del grupo al respecto; y definir exactamente el grado de interés general de la actividad, beneficios que lograrían, quienes más, quienes menos, identificación plena con el proyecto, nivel de convencimiento, aprovechamiento más significativo de este insumo, disponibilidad de capacitación práctica y, si los resultados del proyecto serían positivos y sostenibles a largo plazo.

Fue necesario conocer también otras alternativas planteadas por ellos, generando discusión, comentarios y opiniones, que al principio de esta actividad, y para llegar a un consenso final, produjo cierta heterogeneidad de criterios dentro del grupo. Definido el proyecto a trabajar, se buscó la manera de poder recopilar la información relevante, concreta y oportuna para registrarla y facilitar el trabajo en los aspectos centrales de la actividad realizada.

La información y documentación disponible se recopiló, clasificó y ordenó de la siguiente manera: Condiciones agro climáticas del lugar, nivel organizativo y participativo en el grupo, el proceso productivo de café, el componente ambiental, y el sistema de beneficiado húmedo tradicional.

#### **6.4. Entrevista**

El método de la entrevista empleado para recopilar información fue a través de pregunta directa, y registrada en una boleta elaborada y adecuada al nivel comprensivo de los actores participantes directa e indirectamente. Fue dirigida a los miembros de la junta directiva, a caficultores participantes y no participantes de la comunidad, a mujeres adultas de algunos núcleos familiares, autoridades locales, gerente de la cooperativa y asociaciones de la cabecera municipal, a las cuales pertenecen algunos productores involucrados en este proyecto, y a algunos maestros de la escuela de Los Coles.

La entrevista fue clave para conocer la opinión y criterio respecto al uso de un sistema de transformación de subproductos, así como el nivel de actitud logrado en el sistema de manejo de la pulpa impulsado a nivel de la aldea y lugares circunvecinos. La información generada contribuyó a resaltar los aspectos centrales de la sistematización, para que la información obtenida de esta experiencia, pueda ser consultada y aplicada dentro de la comunidad y en otras localidades vecinas.

### **6.5. Ordenamiento y análisis de la información recabada**

Para lograr los resultados más esenciales de la experiencia, se dividió la información en tres aspectos centrales de la sistematización: Análisis, ordenamiento y registro de la situación inicial de manejo de los subproductos del café; fase de intervención; y los niveles de cambio logrados en el enfoque de caso planteado.

### **6.6. Taller de discusión**

Para discutir los objetivos, metodología y avance del plan de trabajo, se realizaron dos talleres grupales: Un inicial, en el cual, se utilizó la información recabada haciendo énfasis en el estudio de caso decidido por todos y, poner en marcha inmediatamente el proyecto. El otro taller de discusión y evaluación, se realizó, luego de haber establecido las instalaciones y obtenido las primeras cantidades de producto, es decir, el fertilizante sólido y líquido provenientes de la pulpa de café; lo que marcaría en ese momento un proceso de cambio. En dichos talleres, se involucró a los actores directos con el propósito de validar y sacar conclusiones del proceso.

Se realizaron varias reuniones de trabajo, en algunos casos con la junta directiva del grupo, para coordinación, planificación, ejecución y seguimiento de las actividades de campo relacionadas al desarrollo del proyecto de lombricultura. Otras, a nivel grupal, para capacitaciones, instrucciones, motivación y coordinación. En sí, el objetivo de la realización de estos talleres

de discusión fue para que los participantes identificaran la situación inicial y su contexto; el proceso de intervención, y la situación final o al momento en que se sistematizó la experiencia; que al identificarla, pudieran reflexionar acerca de las lecciones que aprendieron.

### **6.7. Redacción del informe final**

Se sintetizaron los aspectos esenciales de la experiencia trabajada con el grupo de la comunidad de Los Coles. La información se compiló en un documento sistematizado. En él se estructuró: Una situación inicial o punto de partida del trabajo de los subproductos del café; cómo fueron interviniendo los mismos productores para lograr otra alternativa de uso y manejo de esos subproductos; los resultados actuales o finales y, posteriormente, las lecciones que obtuvieron de la participación de dicha experiencia.

Con base a lo anterior, se redactó el documento de sistematización de la experiencia de esta comunidad del municipio de San Pedro Necta, Huehuetenango. A partir de allí, la misma se convierte en una fuente de referencia para: Caficultores, agricultores, técnicos, otras instituciones de desarrollo comunitario, autoridades locales y estudiantes del agro.

## **7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados y la discusión de los mismos se centraron en los pasos que se utilizaron en la metodología para la obtención de la información generada.

### **7.1. Situación Inicial**

El problema a resolver con el grupo de la comunidad de Los Coles fue darle un mejor uso a los subproductos del café, principalmente la pulpa que, junto a las aguas mieles, se convierten en agentes de alta carga orgánica de las fuentes de agua. Además, lograr un mejor aprovechamiento

con la pulpa utilizada como complemento de la fertilización convencional, la cual se utiliza aún de manera tradicional en muchos lugares de producción del cultivo de café.

Las causas de este problema más sobresalientes fueron: la subutilización de la pulpa, la generación de olores desagradables contiguo a áreas pobladas, exposición a enfermedades de transmisión por moscas y mosquitos atraídos por el sustrato en fermentación, (en espera de cierto proceso de deshidratación para ser aplicada a los surcos del cafetal), que por lo regular, se hace mucho después de haber terminado el beneficiado húmedo, contaminación de las fuentes de agua y otras formas de vida, así mismo, la contaminación visual del paisaje.

Los factores de contexto relacionados a esta problemática son: El seguimiento de un programa de apoyo y capacitación organizada permanente, que haga conciencia a productores (especialmente pequeños productores), claro, la Asociación Nacional del Café ANACAFÈ, hace el mejor esfuerzo en educar, promocionar y concientizar a muchos productores, con programas que disminuyan el efecto negativo de los subproductos del cultivo, pero se requiere de otros recursos; el bajo nivel educativo de la población, la falta de incentivos para reducir el impacto de contaminación de fuentes de agua por el beneficiado húmedo por la caficultura en general, falta de voluntad gubernamental en poner en práctica el reglamento sobre el manejo y protección de las aguas en el país, y la ausencia y nulo interés de programas de acción y solución por parte de autoridades municipales.

Todos estos factores, que influyeron en el proceso de trabajo, y que no estuvieron bajo el control de los que intervinieron, se consideraron para la obtención de una visión más amplia al respecto.

## **7.2. Proceso de Intervención**

Se destacaron los principales elementos como base de la experiencia sistematizada:

### 7.2.1. Actividades del proceso

Los hechos más sobresalientes del proceso, que se identificaron dentro de varias acciones fueron:

- a) Elaboración del Plan de trabajo específico
- b) Desarrollo del plan de capacitación específico sobre lombricultura.
- c) Calendarización de capacitaciones y actividades.
- d) Presentación del presupuesto para la construcción de los módulos, al grupo y Junta Directiva
- e) Conformación de la comisión interna de control (monitores de campo)
- f) Preparación de la pulpa en pre compostaje
- g) Formación de comisiones de trabajo
- h) Elaboración de croquis de la comunidad
- i) Identificación de áreas asignadas a construir instalaciones de lombricompostaje
- j) Presentación del plano de las instalaciones o módulos.
- k) Cotización de materiales de construcción.
- l) Gira grupal
- m) Compra y traslado de materiales de construcción
- n) Construcción de instalaciones
- ñ) Compra del material biológico o pie de cría (Lombriz coqueta roja)
- o) Siembra de la lombriz coqueta en cada instalación
- p) Supervisión técnica
- q) Monitoreo por la comisión
- r) Cosecha de lombricompost
- s) Cosecha de lombrices
- t) Utilización del lombrihumus en cultivo de café

### 7.2.2. Secuencia de las actividades

Después de dos años de visitas aisladas a la comunidad, quedó conformado un grupo de amistad y trabajo asistido por ANACAFÉ. Conforme se capacitaron, nació el interés por conocer la técnica alternativa de la producción de lombriabono utilizando pulpa de café. Con base a lo anterior, se estableció una secuencia de actividades, las cuales se realizaron por un período de 2 años, de las cuales se mencionan las principales del proceso:

**a) Plan de trabajo del proyecto** Cuyo objetivo principal fue lograr un mejor aprovechamiento de la pulpa de café y aguas mieles para:

- I. Reducir el impacto ambiental provocado por contaminación de subproductos del café,
- II. Mejorar la calidad del abono proveniente de la pulpa de café como complemento de la fertilización química y,
- III. La adopción de una nueva técnica de trabajo para la transformación de pulpa de café y otro tipo de materia orgánica a través del uso de lombriz coqueta roja

El plan de trabajo fue presentado ante las autoridades superiores de la institución para lograr el apoyo técnico financiero.

**b) Puesta en marcha del programa de capacitación específico** Como la mayoría de miembros del grupo participaron, se diseñó un programa de capacitación sobre lombricultura para todos, que abarcó desde las características fisiológicas de estos organismos, particularidades biológicas, manejo, instalaciones, cosecha y utilización de los productos obtenidos. El programa de capacitación se desarrolló en 4 sesiones teóricas, dos prácticas de campo, y una gira de observación a otro grupo con esta experiencia establecida.

**c) Calendarización de capacitaciones y actividades** En la calendarización se tomó en cuenta la temporada de cosecha y beneficiado; se inició con los primeros temas desde el mes de agosto de 2005, con reuniones mensuales. Al llegar al beneficiado húmedo, el grupo se había capacitado teóricamente, presto a las capacitaciones de campo y las primeras actividades.

**d) Presentación del presupuesto al grupo y Junta Directiva** Luego de lograr el respaldo económico de la institución de apoyo, el grupo conoció el presupuesto general para la ejecución del proyecto. El propósito fue involucrarlos y concientizarlos en sus responsabilidades individuales y grupalmente en la aportación referente a materiales locales y mano de obra no calificada, a la vez, valorar el aporte económico institucional y el esfuerzo integral en su ejecución.(anexo, cuadro 11A)

**e) Conformación de la comisión interna de control (monitores de campo)** Se integró con tres miembros del grupo, quienes fueron capacitados previamente. Su función fue realizar inspecciones a campo (La comunidad y algunos caseríos), llevar un registro de todas las acciones o tareas por el productor beneficiario con las instalaciones de lombricompost; así como, dar orientación e instrucciones para la correcta ejecución del proyecto,

Empezaron a trabajar desde el momento de la ubicación de áreas a construir instalaciones. El monitoreo fue importante y efectivo, pero el mismo sólo constituyó una manera de apoyo y control, auxiliar a las supervisiones técnicas.

**f) Preparación de la pulpa en pre compostaje**

La temporada de cosecha en la comunidad, inicia desde diciembre y finaliza a finales de marzo. Los actores directos del proyecto estaban capacitados para entonces; cada productor reservó la pulpa producida de manera normal, pero, conforme se fue acumulando, se le aplicó volteos para evitar sobrefermentación y pudriciones indeseables.

Fue asoleada hasta cierto requerimiento de humedad (60% aproximadamente); con los volteos se oxigenó y se liberó de exceso de calor. Al final, fue una manera de pre compostearla y dejarla preparada para alimento de las lombrices.

**g) Formación de comisión de trabajo** Se integró una comisión de trabajo compuesta por la junta directiva y el técnico de la institución. Su función fue cotizar materiales de construcción, contratación de albañil, llevar controles de asistencia y participación, compra del pie de cría (4



kilogramos comerciales de lombrices por instalación), control de aporte de mano de obra e insumos locales, supervisión a instalaciones, y prestar apoyo en situaciones particulares, en dado caso se requiriera.

**h) Elaboración de croquis de la comunidad** Se levantó un croquis de la comunidad, identificando caseríos, cantones, fincas, áreas para otros cultivos, arroyos, nacimientos de agua, caminos y carreteras principales, instalaciones públicas y viviendas de los productores del grupo, especialmente de los participantes.(Ver figura 4 A)

**i) Identificación de áreas asignadas a construir instalaciones** Fue realizada por la comisión de trabajo, técnico, monitores y cada uno de los productores beneficiarios. Con base en el listado obtenido de los productores interesados en participar, se visitó a cada productor, (incluyendo a los productores de la siguiente fase), para identificar el lugar a construir. (Ver figura 4 A croquis de la comunidad).

Los requerimientos para su instalación fueron: accesible, contiguo a la vivienda del productor, producción de pulpa necesaria y/o estiércol vacuno y equino, en lugar plano, y adaptable a las dimensiones del área requerida en el plano de construcción de los módulos.

Identificadas estas áreas, se registraron en el croquis previamente elaborado. El registro, fue muy útil como herramienta de identificación física y orientación a distancia de los productores y módulos.

**j) Presentación del plano de las instalaciones o lombricarios** Cuando el plan del proyecto fue presentado para su aprobación institucional, se incluyó el plano para la construcción de las instalaciones. Luego de aprobado el diseño y presupuesto de ejecución, fue dado a conocer al grupo beneficiario. La razón, que ellos conocieran el costo de instalación, área a disponer, aporte de materiales locales, y los materiales a comprar por la institución(Figura 7A ).

**k) Cotización de materiales de construcción** La cotización de materiales de construcción, fue realizada por el técnico y dos representantes de la junta directiva del grupo. Se cotizó en la cabecera departamental; los materiales a cotizar fueron: Block, cemento, lámina, hierro madera y clavo de varias medidas (ver cuadro 16A).

**l) Gira grupal** Se realizó a la comunidad El Naranjo I, municipio de La Libertad, Huehuetenango donde el grupo tuvo la oportunidad de conocer detalladamente esta experiencia con productores que anteriormente fueron beneficiados; ellos producen lombricompost con pulpa de café de manera estable, productiva y a un nivel más avanzado.

**m) Compra y adjudicación de materiales de construcción** Los materiales fueron adquiridos de acuerdo a la mejor cotización, se adjudicaron a cada beneficiario, previo a la construcción programada con el albañil encargado de la obra y de acuerdo al cronograma de actividades.

**n) Construcción de instalaciones** Se construyeron inicialmente 6 módulos; al momento de la sistematización habían 11 instalaciones formales para producir lombricompost. Ubicadas todas en la comunidad de Los Coles y caseríos aledaños (Ver figura 6 A), Para la construcción de los módulos, se contrató a un albañil de la cabecera municipal de San Pedro Necta; como mano de obra no calificada contribuyó el productor y su familia. Los trabajos iniciaron en el mes de noviembre del 2005, construyéndose 3 instalaciones mensuales. La totalidad de las mismas se finalizaron en febrero del 2007.

Las dimensiones de cada instalación fueron cajones de 2 m X 1.0 m X 0.80m; construidas con block, cemento y esquineros con hierro de 3/8". Además, contaron con un techo de lamina de zinc de 6 pies sobre parales y costaneras de madera de 2"x 3" (ver diseño, figura 7A). Cada una de estas instalaciones tiene una capacidad de carga de 0.90 TM de sustrato/mes, para una producción neta de entre 5.0 a 5.9 TM de lombrihumus/año.

**ñ) Otros tipos de instalaciones:** El modelo de instalación que se utilizó en esta experiencia fue con materiales formales, porque se trató de módulos piloto para expandir la experiencia. Puesto que los módulos piloto ascienden a un costo individual de Q 2,436.50 Con el propósito que otros productores de la comunidad puedan tener acceso a esta tecnología apropiada, en los cuadros 3 y 4, se presentan dos alternativas de construcción de instalaciones más sencillas, con materiales locales y a un costo accesible. La primera opción se refiere a una instalación tipo cajón o batea con tapa, elaborada con tabla rústica, sentada sobre bases u horcones con inclinación hacia el extremo delantero y unida al centro por una faja de lamina o latón en forma de canal que conecta al extremo central inclinado a la salida con el deposito receptor de los exudados de aproximadamente 0.03 m de diámetro.(Figuras 8 A y 9 A)

**Cuadro 3.** Presupuesto construcción de instalaciones sencillas para producir lombricompost  
(Opción A)

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario Q	Costo total Q
Tabla de pino o ciprés de 3.0 m x 0.40 m x 0.03 m	unidades	7	40	280
Clavo de 3"	libra	4	8	32
Clavo de 2"	libra	2	8	16
Bisagras de 3 "	unidad	4	5	20
Palos rollizos de 0.05 m de diam. X 0.50 m de largo	unidad	6	10	60
Lamina o latón calibre 28 de 0.10 m x 3.20m	unidad	1/8	80	8
Lámina de 8 pies	unidad	2	80	160
Parales rollizos de 0.05 m x 2.0 m	Unidad	4	15	60
Palos rollizos de 0.03m x 1.60 m	Unidad	3	10	30
Palos rollizos de 0.05 m de diam. X 1.20 m	Unidad	3	12	36
Mano de obra no calificada	Jornal	2	40	80
Alambre de amarre	Libra	1/2	10	5
				<b>Q787.00</b>

El cuadro 4 muestra el presupuesto de otra alternativa de construcción de lombricomposteras, al igual que la propuesta anterior, es de bajo presupuesto y fácil de construir, Consiste en la habilitación de rejillas o corral de bambù o tarro u otra madera rolliza de fácil adquisición, de una altura de 0.60 m de altura, habilitado en una pequeña superficie del suelo, 0.15 m bajo nivel, con un pequeño canal de 0.05 m de diámetro de ancho al centro; en fondo compactado o apelmazado, forrado con nylon de calibre del más grueso; paredes de costales de polietileno sobrante, viejo o en desuso en parte del terreno contiguo a la vivienda (Figura 9A). Tanto una como la otra pueden estar bajo el mismo techo de la vivienda, para no recurrir al gasto de lámina de zinc; sino es posible, considerar nylon u otro material (una lámina de zinc), como cobertura o techo.

**Cuadro 4** Presupuesto construcción de instalaciones sencillas para producir lombricompost (Opción B)

<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario Q</b>	<b>Costo total Q</b>
Palos rollizos o bambú de 0.05 m x 0.60 m	unidad	8	10	80.0
Tabla rústica de 1.5 m x 0.40m x0.03 m	unidad	2	40	80.0
Costales de polietileno	sacos	15	2	30.0
Nylon negro doble, calibre grueso d	metro	4	18	72.0
Clavo de 3"	libra	4	6	32.0
Clavo de 2"	libra	3	6	24.0
Alambre de amarre	libra	1	8	10.0
Lamina de zinc de 12 pies	unidad	1	100	100.0
Mano de obra no calificada	jornal	3	40	120.0
Horcones de 0.08 m x 1.30	unidad	4	15	60.0
<b>TOTAL</b>				<b>608.0</b>

**o) Compra del pie de cría (lombriz coqueta roja)** El material biológico se compró en su momento, una parte en la comunidad visitada en la gira, y otra parte, en una comunidad cercana. Por cada instalación se sembraron 4 kilogramos de lombriz roja californiana o "coqueta roja"; un kilo o pie de cría, se obtiene con sustrato o alimento, varios cocones o capsulas y con

aproximadamente 1000 lombrices, las cuales vienen en cajas o bolsas individuales. En su totalidad se compraron 44 kilos de lombrices, que se adquirieron conforme se construían los módulos (Ver figura 6 A)

**p) Siembra de la lombriz coqueta en cada instalación** En una instalación en particular, se reunió a los grupos participantes, con el objeto de aprender la forma correcta de la instalación del material biológico y sustrato (Siembra o preparación de camas). Con la pulpa preparada para alimentar a las lombrices, se puso una capa de aproximadamente 0.15 m de esta en el fondo del cajón o cama, luego se depositó el pie de cría disperso en toda la pila, se tapó el cajón para protegerlo de depredadores y de la luz excesiva. Para los casos en que se contó con estiércol vacuno equino o de conejo, (fueron 4 instalaciones), se revolvió previamente con la pulpa para formar un mejor sustrato (Anexo, figura 6A).

**q) Supervisión técnica** Se supervisó periódicamente la construcción de todas las instalaciones, el pre compostaje o sustrato para la alimentación de las lombrices, verificación de la cantidad de pulpa en existencia por productor, la siembra inicial de las lombrices, el manejo que se le dio a cada módulo, almacenamiento de lombricabono, registro de manejo y producción, control de costos, y nueva siembra de lombriz; para garantizar el éxito de la experiencia.

**r) Monitoreo por la comisión:** En varias de las acciones arriba mencionadas, colaboró la comisión de monitoreo. Su función fue visitar a cada productor beneficiario, verificar el avance de la construcción, cerciorarse del buen uso de los materiales, cumplimiento de los trabajos de albañilería, colaboración de parte del productor en el proyecto, y brindar orientación al momento de la visita, si ésta era requerida por el propietario de la instalación. Cada una de las visitas de monitoreo fueron registradas en un cuaderno de apuntes específico.

Cada monitor tuvo asignada un área de localización geográfica de cobertura para facilitar su función. Posteriormente, en las reuniones grupales, o en coordinación con el técnico, se

informaba al respecto. El monitoreo se realizó desde la ubicación de los sitios de construcción hasta establecida la siembra en los módulos de producción, es decir, durante 4 meses.

**s) Cosecha de lombricompost** La primera cosecha se realizó a los 110 días para el primer bloque. Se obtuvo en promedio, 0.52 TM de lombrihumus por instalación. La cosecha se realizó de acuerdo a lo aprendido en las capacitaciones teóricas, y la experiencia compartida en la gira a instalaciones avanzadas con la técnica.

**t) Cosecha de lombrices y nuevas camas** Al momento de sistematizar la experiencia, en 5 instalaciones se habilitó más cajones o camas (madera y/o nylon), debido al crecimiento poblacional de las lombrices. El propósito de la cosecha, fue proporcionar material biológico a varios productores que no trabajaron en el proyecto inicial, para llevar un buen manejo productivo, y para la venta de quien lo requiriera, En este último aspecto, en la comunidad, la venta de este producto no fue significativa en sus inicios, pero conforme se expandió la experiencia, fue cobrando interés la adquisición de este producto para la producción de abono, cuyo costo de venta fue de Q 60.00 a Q 80.00/kilogramo en promedio.

**u) Utilización del lombrihumus en cultivo de café** El lombrihumus obtenido fue almacenado en sacos; los exudados fueron guardados en envases plásticos de un galón de capacidad. Cada productor obtuvo en promedio, 2.64 TM en el transcurso de un año, y un total estimado de 36 galones/año de exudados. El abono fue utilizado en combinación con el fertilizante químico. Se incorporó a las áreas de cultivo de café. La dosis utilizada fue de 0.5 kg de lombrihumus combinada con 0.09 kgs de fertilizante químico en mezcla por mata de café en producción.

Para el caso de los exudados, utilizaron 1 galón por bomba de 16 litros en aplicaciones al suelo (asiento de la mata), Este líquido también fue aprovechado en la fertilización foliar de almácigos de café, algunas hortalizas, ornamentales y pequeñas extensiones de maíz y frijol, a razón de 0.5 gal por bomba de 4.23 gal, con resultados satisfactorios.



### **7.2.3. Intervención de los principales actores**

El COCODE (Comité comunal de desarrollo), fue informado sobre los objetivos del proyecto, para lograr un mejor ambiente de confianza y evitar posibles conflictos al interior de la comunidad. La junta directiva desempeñó un papel importante, influyó en el grupo para la realización de esta experiencia de manera decidida y con entusiasmo.

Motivó a los productores indecisos, establecieron una comunicación constante, levantaron listados y realizaron visitas oportunas para hacer un trabajo de calidad. El grupo siempre estuvo involucrado, tanto los que trabajaron instalaciones, como los que no las realizaron. Cada productor beneficiario, se identificó de inmediato con el proyecto, se interesaron en capacitarse y trabajar con responsabilidad y esmero; desde la selección del lugar, la preparación de la pulpa como pre compostaje, hasta el manejo de la producción de lombricompost, así mismo, la familia de los productores, participaron activamente en la mayoría de las actividades.

El grupo de monitores fue un bastión importante, llevando registros, brindando apoyo a los productores en esta actividad y coordinando con el técnico y la junta directiva. El papel de intervención del técnico, fue un apoyo general de asesoría, desde el inicio hasta concluir la experiencia con esta agrupación.

Brindó el soporte técnico, visitas de campo, visitas a otros productores no pertenecientes al grupo, (principalmente durante la temporada del beneficiado), orientación oportuna durante el proceso a cada participante, capacitó e involucró a 10 productores que no trabajaron instalaciones propias, pero que colaboraron con el grupo; y coordinando e informando de los avances a nivel interno e institucional.

#### **7.2.4. Métodos empleados en la actividad**

Se estableció un sistema o plan de trabajo, que involucró a todo el grupo con el propósito de obtener los mejores resultados de la experiencia, La meta establecida a lograr, se respaldó en la necesidad de obtener mejor calidad de los subproductos del café y hacer de la pulpa un agente menos contaminante del lugar. Esta meta fue evaluada constantemente, conforme se avanzaba en cada una de las etapas programadas según el cronograma de actividades.

En las visitas del técnico a campo y la coordinación con monitores y junta directiva, se estableció una metodología de cumplimiento y avance en el logro de resultados. Se llevó un control específico sobre el manejo de los módulos como: fecha de instalación de camas o “inseminación”, duración del alimento en las camas o módulos, tiempo de cosecha, cantidades de lombrihumus obtenido en qq, cantidades en galones de exudados o ácidos húmicos, así como la reserva o existencia de pulpa compostada para garantizar la alimentación de las lombrices.

Finalmente, se obtuvo un registro de las cantidades de abono orgánico que fue utilizado en los cultivos y tipos de cultivos, así como sus resultados ya sea puro o combinado con fórmulas convencionales durante el segundo año del inicio de la experiencia. El registro de los datos obtenidos se trabajó en cantidades promediadas puesto que no todas las unidades o generadoras de lombrihumus produjeron idénticas cantidades, estuvo en función al manejo y calidad del sustrato

#### **7.2.5. Medios y recursos disponibles**

Los medios utilizados en la presente experiencia fueron, primeramente, recurrir a la concientización del grupo, generar interés y claridad de mentalidad a través del programa de capacitación que se desarrolló; además, la realización de una gira a una de las comunidades, acompañados por el técnico, para que conocieran de cerca la actividad de productores, con similares condiciones y necesidades a las del grupo, pero en un nivel superior en cuanto a la

preparación de abono orgánico por lombrices y pulpa de café. Otro medio utilizado fue la conformación del grupo de monitores que apoyó y llevó el control de cada una de las fases del trabajo. Se recurrió a la comparación de la calidad obtenida, donde cada actor directo del proceso, distinguió la ventaja y virtudes de humus obtenido por acción de la lombriz coqueta roja, respecto a la pulpa en bruto, desde la primera cosecha de abono obtenido.

Los recursos utilizados fueron el aporte económico institucional, (Cuadro 16 A), el trabajo de los integrantes del grupo; el acompañamiento técnico fue fundamental. Los insumos naturales como aporte local de los participantes directos fueron útiles y de valor integral. Todo eso, llevó a concretar satisfactoriamente la experiencia.

#### **7.2.6 Factores del proceso**

Como todo proyecto, surgieron algunos inconvenientes: lluvias esporádicas que detenían temporalmente el avance de construcción, indiferencia y poco interés inicial de productores ajenos al grupo y desmotivar al grupo, presencia aún significativa de agentes contaminantes en arroyos, caminos, ríos y quebradas de algunos lugares de la comunidad, y ninguna intención o acción gubernamental, mucho menos municipal, por trabajar programas de concientización ambiental generadas por esta actividad en la comunidad y la región en general.

Un factor positivo del grupo, fue, que sin proponérselo, irradió la experiencia hacia comunidades vecinas, como un éxito de manejo efectivo de los subproductos del café donde empiezan a interesarse por esta sencilla técnica-

##### **7.2.6.1. Que lo facilitaron**

El alto costo de los fertilizantes químicos de los últimos años, ha impulsado a trabajar en esta experiencia, facilitando el proceso. Además, la mayoría de pequeños productores de café de

la comunidad, han tomado conciencia del deterioro ambiental y daño severo a fuentes de agua, principalmente durante la temporada de beneficiado húmedo.

#### **7.2.6.2. Que lo dificultaron**

Presencia de agentes contaminantes como: aguas mieles, malos olores, taninos, restos de pulpa en caminos y arroyos en lugares circunvecinos. Además, la indiferencia gubernamental, municipal y de muchos productores de café, que de alguna manera desmotivó y bloqueó en algún momento el afán de los participantes del proyecto.

### **7.3. Situación Actual**

Los resultados de esta experiencia continúan; es un proceso que requiere de cierto tiempo para que el mismo tenga la trascendencia deseada. Al momento de la sistematización, es posible hacer una diferenciación de resultados respecto de la situación inicial y en función a sus objetivos.

Anteriormente, los productores de café que participaron, amontonaban la pulpa de café en lugares continuos a la vivienda durante la temporada de beneficiado húmedo hasta finalizar esta fase, que por lo regular, transcurrían de 2 a 3 meses; mientras tanto, la pulpa sufría un proceso de fermentación con liberación de gases y exudados o taninos a flor de tierra, produciendo fuerte olor por acción bacteriana en la descomposición lenta de dicho material expuesto directamente a la radiación solar.

El excedente de agua con contenidos de pulpa triturada y aguas mieles del beneficiado salía hacia alguna zona del cafetal, por quebradas o áreas inclinadas, hasta encontrar pequeños riachuelos o quebradas, que por ser considerados materiales pesados, con alto contenido orgánico, iban transformando el paisaje rural y urbano en focos de contaminación. Esta era una práctica común entre los miembros de la agrupación y resto de productores; el propósito central, iba hacia la obtención y aprovechamiento de la pulpa sin más ni más. Se incorporaba a algunas

partes del cultivo de café, hasta donde alcanzara y, en los lugares más cercanos de donde se amontonaba (desde la vivienda hacia abajo), o cuando mucho, se acarreaaba donde fuera requerida, según criterio del productor.

Esta práctica tradicional se consideraba normal y rutinaria, no se visualizaba a fondo el impacto ambiental que se genera dándole este tipo de manejo. El productor que trabajó esta experiencia, estaba consciente de las consecuencias ambientales, no reaccionaba y prefería continuar en las mismas prácticas de beneficiado.

Las cantidades de pulpa obtenidas eran insuficientes para cubrir los requerimientos nutricionales del cultivo y más aún, si se esparce como materia bruta de lenta descomposición cubriendo sólo una determinada área, y con el riesgo permanente a ser arrastrada por las lluvias de escorrentía. Se sabe que el productor utiliza la pulpa y algunos lodos provenientes de las aguas mieles como un complemento nutricional y aporte de materia orgánica, que por sus buenas propiedades, debe ser bien aprovechada, y tal como la utilizaba el grupo de la presente experiencia, era sub aprovechada y a un alto costo ambiental.

De acuerdo a datos técnicos obtenidos del área en estudio, hay una extensión estimada de 73 has de cultivo en producción, pertenecientes a un grupo de 62 familias de pequeños productores; de eso se obtiene una cantidad de 522TM de café cereza, que equivale a una cantidad de 209TM de pulpa fresca y 31.36TM de aguas mieles. Todos estos subproductos, bajo la técnica tradicional han sido, agentes de contaminación de fuentes de agua y formas de vida de la región por varios años,

Cabe mencionar, que aún se observa este tipo de práctica tradicional en la comunidad y otras circundantes. (No se trata de que esta técnica sea inadecuada como aporte nutricional, sino la práctica de beneficiado que incurre en contaminación). Falta trabajar más en el proceso, incentivar el trabajo organizado, concientizar a más productores y sus familias; coordinar con autoridades locales y educativas, líderes y otras instituciones, para mantener programas

educativos en lograr resultados tangibles y transformadores; que a través del tiempo, más caficultores decidan trabajar en alternativas sostenibles de beneficiado húmedo y un mejor aprovechamiento de sus subproductos.

Actualmente esta situación está cambiando, es significativo el hecho de que varios de los productores incluidos arriba, estén tomando otras alternativas de manejo del cultivo de café, especialmente, en lo concerniente al beneficiado húmedo. Se ha logrado con este trabajo organizado, que un número de 11 productores trabajen una extensión de 15 has de cultivo, con una producción de 107 TM de cereza, de las cuales 43 TM de pulpa son generados y 6.42 TM de aguas mieles, que son transformados en abono orgánico de alta calidad y de comprobados resultados a nivel de fertilidad y aporte de materia orgánica efectiva.

Esto, se logró a través de la alternativa de producción de abono orgánico, utilizando a la lombriz californiana, logrando un trabajo más sostenible y amigable con los recursos naturales del lugar. Bajo esta nueva dinámica de producción de lombrihumus, se observa una mejor predisposición de los productores participantes a continuar en este sistema, mucho más convencidos y satisfechos por los resultados.

El total de estos productores lograron transformar la pulpa de café y lodos de las aguas mieles en 29 TM de lombriabono, en función a que, logran una producción individual promedio de 2.64 TM de abono orgánico por año, disponible para complementarlo con el fertilizante químico en el cultivo de café de forma más extensiva y homogénea, lo cual representa para ellos una ventaja comparativa desde el punto de vista económico y de sostenibilidad en relación al manejo tradicional.

Durante un período de dos años consecutivos y con este sistema de trabajo, se logró también una mejor relación de confianza entre los participantes, credibilidad de otros productores de la comunidad, y la oportunidad que más unidades de beneficiado, fueran trabajadas por sus propietarios bajo esta alternativa. Al momento de esta sistematización, se encuentran 11

instalaciones activas y funcionales, producto de más de tres años de trabajo organizado inicialmente, e individual posteriormente, donde cada productor continua en la obtención de lombriabono, exudados, y más material biológico (pie de cría) para la habilitación de otras instalaciones, que aunque no formales como las iniciales, son suficientes y adecuadas para la generación de abonos provenientes de los subproductos del café y otros materiales orgánicos disponibles en el lugar.

De acuerdo a lo que muestra el cuadro 5, se encuentra una variedad de elementos nutricionales constituyentes del lombriabono disponibles en mayor cantidad de los mismos para los cultivos, principalmente café, de los cuales, los elementos que sobresalen son el Nitrógeno con un valor de 1.73 %, que corresponde a 786 gramos, Fósforo con 0.33% (150 grs), el Potasio con un valor significativo de 14 %, que equivale a una cantidad de 6,663 gramos. Además, de elementos secundarios: Ca 1% (454 grs), Mg 0.59 %, correspondiendo a una cantidad de 268 gramos; y otros nutrientes esenciales, como Cu y Zn.

**Cuadro 5 Composición porcentual y en gramos de elementos nutritivos por 45.45 Kg. de lombricompost, resultante en los análisis de fertilidad**

<b>Nutriente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Gramos de nutriente por cada 45.45 Kg (un quintal ) de lombricompost</b>
<b>N</b>	<b>%</b>	<b>1.73</b>	<b>786.29</b>
<b>P</b>	<b>%</b>	<b>0.33</b>	<b>149.99</b>
<b>K</b>	<b>%</b>	<b>14</b>	<b>6363.00</b>
<b>Ca</b>	<b>%</b>	<b>1</b>	<b>454.50</b>
<b>Mg</b>	<b>%</b>	<b>0.59</b>	<b>268.16</b>
<b>Na</b>	<b>Ppm</b>	<b>825</b>	<b>37.50</b>
<b>Cu</b>	<b>Ppm</b>	<b>20</b>	<b>0.91</b>
<b>Zn</b>	<b>Ppm</b>	<b>225</b>	<b>10.23</b>
<b>Fe</b>	<b>Ppm</b>	<b>2100</b>	<b>95.45</b>
<b>Mn</b>	<b>Ppm</b>	<b>130</b>	<b>5.91</b>

FUENTE: Pérez Estrada, C. A. Guatemala 2007 (15)

En el cuadro 6, se observa el análisis químico de la pulpa de café, el valor del Potasio es de sólo 2.45% y el fósforo de 0.06 %, Ca 0.47% y Mg 0.27%; Cu y Zn relativamente bajos, partiendo de que los rangos de concentración adecuados, son los referidos en el mismo cuadro 5. Para el productor, los resultados positivos observados en sus cultivos, es lo que hace la diferencia.



**Cuadro 6. Análisis químico de la pulpa de café, descompuesta y seca**

Porcentaje				Ug/ml	
P	K	Ca	Mg	Cu	Zn
0.06	2.45	0.47	0.27	0.50	61.25
0.11-0.15	1.90-2.50	1.10-1.50	0.29-0.35	6-9	14-18*

\*Rangos de concentración adecuados, Laboratorio de suelos, ANACAFÉ

FUENTE: Memoria técnica de

Investigaciones ANACAFÉ. 1990

De acuerdo a los datos del cuadro 5, el costo para fertilizar una hectárea de café con fertilizante químico es de Q 6,270.00, con una densidad de 5,014 plantas/ha, lo que equivale a 1.14 TM; tomando en cuenta que la mayoría de productores del área utilizan mezcla física con fórmulas como 21-7-14, 20-0-20 y 18-6-12. Estos datos hacen referencia a dos años hacia atrás, cuando la mayoría de los pequeños caficultores aplicaban 2 fertilizaciones de 114 gramos/planta (4 onzas en cada fertilización),

El costo del fertilizante que se muestra en el cuadro 7, es el correspondiente al actual, y se promedió entre precios que oscilan entre Q 4,730.00 TM y Q 4,950.00 TM, porque todavía hay varios caficultores en la actualidad que aún hacen el esfuerzo de aplicar 2 fertilizaciones; además, se le incluyó el costo de transporte de Q 10.00 la unidad, lo que da un total de Q 220.00/TM, y un costo de aplicación de Q440.0 TM

**Cuadro 7. Costo actual del fertilizante químico para fertilizar una ha de cultivo de café en Los Coles, San Pedro Necta Huehuetenango**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio/unidad	Precio total	Observ.
Fertilizante 21-7-14 (mezcla física)	TM	0.57	Q 4,840.00	Q 2,758.8	Primera Fertilización
Fertilizante 20-0-20	TM	0.57	Q 4,840.00	Q 2,758.8	Segunda Fertilización
Transporte	TM	1.14	Q 220.00	Q 250.80	
Costo de aplicación	TM	1.14	Q 440.00	Q 501.60	1ª. Y 2ª aplicaciones
<b>TOTAL</b>				<b>Q 6,270.00</b>	

El cuadro 8, muestra los datos sobre la cantidad de insumos necesarios y costos para producir lombriabono combinado con pulpa de café y estiércol en una relación aproximada de 3:1 con una ha de café en producción. Si se toma como base, que una ha de este cultivo en la región produce un promedio de 1.59 TM de café pergamino, con una relación cereza-pergamino de 4.5:1, se dispone de 7.16 TM de cereza; si se le descuenta el 40% en peso correspondiente a la pulpa, se obtiene 2.87 TM de sustrato para iniciar el proceso con 4 kilogramos de lombrices. En condiciones de manejo normales, una lombriz consume un gramo de alimento por día, para 4 kilogramos de lombrices requiere 4 kilogramos de alimento/día.

Para las raciones de pulpa por trimestre, se dividieron las 2.87T/ha de pulpa disponible, dando una cantidad de 0.72 TM; con esa cantidad se inició el proceso. En las instalaciones donde cabía la posibilidad de agregar estiércol bovino y/o caballar, porque el productor lo poseía, se consideró una adición del mismo en un 20% inicial de la ración de pulpa; así, para el segundo

trimestre se agregó un 30%, y para el tercer y cuarto trimestres 35%. Los datos correspondientes al primer trimestre fueron de 0.72 TM de pulpa más 0.14TM de estiércol, para un total inicial de 0.86 TM de sustrato. Para el segundo trimestre, se usó 0.72TM de pulpa más el 30% en estiércol de lo correspondiente a pulpa, lo que significa una cantidad de 0.22 TM,

Para el caso del tercer y cuarto trimestre, se agregó el 35% de la cantidad de pulpa utilizada; los datos correspondieron a 0.25TM de estiércol, para dar un total en sustrato de 0.97 para cada uno de estos últimos trimestres. La cantidad total de sustrato utilizado fue de 2.87 T/ha/año de pulpa de café y 0.86T/ha/año de estiércol, con un total de 3.74 T/ha de sustrato.

Esa cantidad de sustrato produjo una cantidad de 1.87 T/ha/año de lombrihumus, puesto que se considera entre un 45% a un 55% de efectividad de producción neta de la actividad biológica de las lombrices en la experiencia. El costo de la pulpa de café se calculó en relación al precio que se le estima en la región de Q440.00 TM; y para el estiércol a un costo estimado de Q 220.00/ TM.

Respecto del manejo, se estimó una cantidad de 15 jornales/año en actividades como: riego, aplicación de sustrato, cosecha de abono y lombrices, limpieza, vigilancia ocasional y almacenamiento de lombriabono y exudados. El costo de la instalación se refiere a las estructuras formales, de las cuales se les calcula una vida útil de 20 años, por lo que el costo operativo de las instalaciones es de producir lombrihumus/año es de Q121.83.

Tomando en cuenta la información anterior, con un manejo correcto de la actividad, se estima que con esta cantidad de sustrato y material biológico, se produce una cantidad estimada de 1.44, a un costo total de Q 2,122.00.

Eso significa que si el costo de comercialización del lombrihumus es de Q1,100.0TM, la producción de lombrihumus con una cantidad de sustrato que produce una ha/año, no resulta rentable, en función al costo de producción de lombrihumus, que al dar una producción final de 1.44 T/ha/año de lombrihumus, no cubre los costos de esta actividad, sabiendo que solo se

obtiene Q 1,584.0; aunque claro, se debe considerar otros productos obtenidos como los exudados producidos y el material biológico (lombrices).

**Cuadro 8. Costo para producir lombricompost (T/ha/año), en Los Coles, San Pedro Necta Huehuetenango**

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario Q	Costo total Q	Lombrihumus Producido
Lombriz coqueta	Kilo	4	80.00	320.00	
	T M	2.87	440.00	1,262.8	
Estiércol vacuno y/o equino	TM	0.86	220	189.20	
Manejo	Jornal	10	35	350.00	
				<b>Q 2,122.00</b>	<b>1.44</b>

El cuadro 9, indica el costo para producir 1.87 T/ha/año de lombrihumus con pulpa de café y estiércol en una relación 3:1, requiriendo para su producción una cantidad de 2.87 T/ha/año de pulpa, combinada con 0.86 T/ha/año de estiércol vacuno y/ o equino; para dicha actividad, se requiere de 15 jornales para su manejo por periodo.

De acuerdo a datos de campo y bibliográficos, se estima una producción neta del 45% al 55% a partir del sustrato utilizado, para el caso, se estimó una producción del 50%; por lo mismo, de 3,73 T/ha/ año de sustrato, se obtuvo 1.87 T/ha/año de lombrihumus.

El costo total de producción fue de Q1977.00; si el costo de una TM de lombrihumus es de Q1,100.00, 1.87 TM de lombrihumus cuesta Q 2,057.00, dando una diferencia de Q80.00 a favor entre el precio de venta del lombrihumus, respecto al costo de producción del mismo.

CUADRO 9. Costo producción de lombrihumus(T/ha/año).

Descripción	Unidad medida	Cantidad	Costo Unitario (Q)	Costo Total (Q)	Ingreso (Q)	Diferencia (Q)
Estiércol (30%)	TM	0.86	220.00	189.20		
Pulpa (70%)	TM	2.57	440.00	1262.80		
Manejo	Jornal	15	35.00	525.00		
Producción lombrihumus	TM	1.87	1,100.00		2,057.00	
				Q1,977.00		80.00

El cuadro 10, refiere información acerca del costo que representa la fertilización mixta bajo 3 opciones: En el cuadro 7, donde se expone el costo de la fertilización química (Q 6,270 /ha), se aplican 0.57 T/ha/fertilización (4onzas/ planta). Para el caso de la primera opción (A), se redujo la cantidad de fertilizante químico, y se adiciona 0.68kgs/planta con lombrihumus; la cantidad

utilizada de fertilizante químico es de 0.43 T/ha/fertilización (3 onzas/ planta) combinado con 3.42 T/ha/fertilización de lombrihumus.

En la siguiente opción (B), siempre de la primera fertilización, se refiere a la aplicación de 0.57 TM de fertilizante químico en una aplicación de 4 onzas/planta, mas la aplicación de sólo 2.28 T/ha de lombrihumus en la primera aplicación (0.45 kg/planta). Con esta alternativa, se ahorra una cantidad de 2.28 T/Ha/fertilización, que representa un costo de Q1,100.00 TM, por lo que dejar de hacer esa aplicación significa Q 2,508.0 y su aplicación en la segunda fertilización, que es de Q 440.0TM, que da un total de Q 1,003.20 de ahorro de mano de obra, para un total de Q 3,511.20.

La otra alternativa para la segunda fertilización, es que se aplicarían 0.57TM (4onzas/mata) sin ninguna aplicación de lombrihumus, a 0.43 T/Ha, se le adiciona 0.14 T/ha (una onza más/planta); eso da incremento de Q 739.00, partiendo de que una TM de fórmula química tiene un costo promedio de Q 4,840.0, para 0.57 T/ha es de Q 2,758.80.

El costo de mano de obra para esta alternativa, bajaría considerablemente, dando un monto de solamente Q 250.80, sabiendo que el costo de aplicación en el área es de Q440.0 TM de fertilizante químico. El ahorro relacionado al transporte sería de Q 501.60, sabiendo que el costo de transporte es de Q220.0 TM; para 0.57 TM de fertilizante se paga Q 125.40. El costo total para esta opción de la segunda fertilización asciende a Q 3,135.00

Cuadro 10. Costo y dosificación fertilización mixta (TM/ha)

Fertilizaciones	Opción	Quím.	Lombrihumus	Costo aplicación (Q)	Costo Transporte (Q)	Costo total aplicación (Q)	Costo químico (Q)	Costo orgánico (Q)	Total (Q)
1ª.	A	0.43	3.42	440	220.0	1694.0	2,081.2	3,762.0	8,384.20
1ª.	B	0.57	2.28	440	220.0	1254.0	2,758.8	2,508.0	7,147.8
2ª.	-	0.57	000	440	220.0	250.8	2,758.8	0.00	3,135.0

En el cuadro 11, se muestra la diferencia por alternativa de aplicación. Es evidente que, si se aplica lombrihumus en la primera fertilización, usando 0.68kg/planta (1½ libra/ planta) se utiliza una cantidad de 3.85 T/ha/lombrihumus, combinado con 0.43 T/ha de fertilizante químico, más su aplicación y transporte, representa un costo de la primera fertilización (Opción 1ª.A) de Q 8,384.20.

Por otra parte, si se considera la opción 1ª.B, aplicando 0.57 T/ha de fertilizante químico (4onzas/planta) combinado con 2.28 T/ha de lombrihumus (1libra/planta) para la primera fertilización, el costo asciende a Q 7,147.80 que incluye el costo de aplicación y transporte. Comparando costos entre las 2 opciones de la primera fertilización, se observa una diferencia de Q1236.40 a favor de la opción 1ª. B .

Para efectos de de reducir costos, la segunda fertilización (Opción 2 C), será la de aplicar sólo fertilizante químico a razón de 0.57 T/ha (4 onzas/planta), que representa un costo para esta aplicación de Q 3,135.00; entonces, la diferencia de costos entre esta aplicación y la primera de la opción 1ª.B, es de Q 4,012.80, que significa dejar de aplicar 2.28 T/ha de lombrihumus, costo de aplicación y transporte; eso representa una disminución en costos del 56%.

Para establecer la conveniencia económica entre una opción y otra con fertilización mixta, se consideró la producción promedio de 1 Ha de café pergamino, que es de 1.59 T/ha. El precio promedio de venta de los últimos 3 periodos de cosecha se considera en Q740.00/qq/pergamino, que da un ingreso por comercialización de Q 25,000.00

Cuadro 11. Rentabilidad en la aplicación de lombricompost y fertilizante químico en T / ha de cultivo de café en producción en la comunidad de Los Coles, San Pedro Necta Huehuetenango.

Aplicaciones	Químico TM/Ha	Orgánico TM/Ha	Mixto TM/ha	Costo aplicación Q	Costo quím. Q	Costo orgánico Q	Costo químico + orgánico + aplicación Q	Producción café pergamino TM/ha	Precio café Perg Q
1ª. A	0.43	3.42	3.85	440	4,840.0	1,100	8,384.20	1.59	25,900.
1ª. B	0.57	2.28	2.85	440	4,840.0	1,100	7,147.8	1.59	25,900
2ª.C	0.57	000	0.57	440	4,840.0	000	3,135.0	1.59	25,900

En el cuadro 12, se observan los resultados de la experiencia de campo, en función a la capacidad de carga de las instalaciones construidas; es decir, las dimensiones de cada modulo, son de 1.60 M<sup>3</sup>, o sea, por 1 M<sup>3</sup> de espacio, se puede alojar 0.68 TM de sustrato que incluye pulpa mas estiércol. Por lo mismo, en un área de 1.60 TM, se colocaron camas de alimento a lo largo de tres meses con una cantidad inicial correspondiente a 1.09 TM, de la cual el 70% correspondió a pulpa de café (0.76 TM), y el 30% a estiércol vacuno y caballar (0.33 TM).

Considerando la capacidad de carga del módulo y el crecimiento poblacional del pie de cría (lombrices); a partir del segundo trimestre, se agregó otra cantidad igual a la del primer trimestre, más un porcentaje adicional del 40%, que dio una cantidad de 1.36TM, de las cuales, 0.95 TM fue



de pulpa y 0.41 de estiércol. Para el tercer trimestre, a la cantidad inicial se le calculó un adicional del 40%, dando una cantidad de 1.06 TM de pulpa, más 0.46TM de estiércol (para el caso en que los productores contasen con este insumo); para el cuarto trimestre se usó la combinación como la del tercer trimestre, es decir, 1.06TM de pulpa, más 0.46 TM de estiércol, hasta finalizar con una cantidad total de 5.49 TM, de la cual, 3.83 TM correspondió a pulpa de café y 1.66 TM a estiércol.

La razón de no incrementar el porcentaje de sustrato adicional más allá del 40%, fue porque se sobrepasaba la capacidad de carga de la instalación en más de 1.60 M3 de volumen. El trabajo de recolección se estableció por trimestres, puesto que es el tiempo necesario para que las lombrices puedan sintetizar completamente el sustrato que se les aplica periódicamente a cada 15 días en camas o fajas de 0.15 mts. Al transcurrir un trimestre, se realizó la primera cosecha de lombrihumus; se limpió la instalación y se volvió a realizar la siembra o cama para el siguiente trimestre.

El lombrihumus obtenido al final del año, fue de 2.64TM de lombrihumus; este dato se ajusta a la practica y de acuerdo a los resultados de campo de esta y otras experiencias; se aproxima al factor estimado de 0.5 siendo del 48%, correspondiente al producto neto obtenido en función al volumen de sustrato utilizado; es decir, si el volumen de sustrato utilizado de un año/módulo fue de 5.49 TM, por el factor 0.5, se obtiene una cantidad estimada de 2.76 TM de lombrihumus, pero fue de 0.48; a un costo de Q 1,100.00 TM, para 2.64 TM, se obtuvo un precio de venta de Q 2,904.0.

Los exudados obtenidos, fueron calculados de una manera promediada por instalación, llegando a establecer una producción de 36.28 gal/año/módulo, lo que incrementó brevemente al agregar más sustrato y aumentar la población de lombrices por lecho, en los dos últimos trimestres. Cada módulo cosechó estimadamente (No se llevó un registro minucioso de este líquido, puesto que el productor lo usó o vendió conforme lo obtenía), una cantidad de 3 gal/mes.

El costo de este fertilizante foliar se vende en la región a Q 18.93/gal; se obtuvo, un valor de venta de Q 686.78 /módulo.

Respecto a la producción de lombriz, se observó en varias instalaciones un crecimiento poblacional, más no como lo refieren las fuentes bibliográficas, debido a que inicialmente se observó letargo en las mismas por la adaptación al sustrato, principalmente en las instalaciones donde no se les incorporó estiércol. Sin embargo, conforme transcurrió el segundo trimestre, fue evidente el aumento poblacional en todo el lecho. La población al final del período, se calculó a simple vista por el área que ocupaban estos organismos al monitorear el lecho. Se calculó un incremento de las mismas en un 25% para el primer trimestre, y un 35% sobre la población existente para los siguientes trimestres.

De acuerdo a lo anterior, se estimó que luego de transcurrido el primer año, y en las instalaciones manejadas de la mejor manera, se obtuvo un incremento del 100 %, las cuales si se comercializan, tienen un costo entre Q70.0 a Q100.0 / kilogramo; y en lo que a la producción promedio refiere, se obtuvo un ingreso de Q 340.00/módulo.

Lo anterior, significa que, se debe contar con una cantidad de pulpa entre 4 y 5.5 TM/año, cuando se utiliza sola. Para eso entonces, se debe producir entre 2.18 TM a 3.04TM de café pergamino, en una extensión que va desde 1.37has a 1.91 has/período, en instalaciones con estas dimensiones. Para el caso en que se usó 1.66 TM de estiércol, se requiere de una producción de 2.18 TM de café pergamino en 1.37ha.

Cuadro 12. Producción promedio de lombrihumus y exudados por módulo (2.0mx1.0x 0.80 m) TM/año, en Los Coles San Pedro Necta, Huehuetenango.

Trimestres	Insumos			Producto			
	Pie de cría (Kg.)	Pulpa café	Estiercol	lombrihumus	Exudados (Galon)	Producción de lombriz (Kg)	Lombriz total acumulado (Kg)
Inicio	4.0	0.76	0.33	0.52	3.96	4.00	4.0
Segundo		0.95	0.41	0,65	7.93	1.00	5.0
Tercero		1.06	0.46	0,73	11.89	1.25	6.25
Cuarto		1.06	0.46	0,73	12.50	2.00	8.25
Total		3.83	1.66	2.64	36.28	8.25	4.25
Costo Q		440.0	220.0	1,100.00	Q 18.93	80.0	80.00

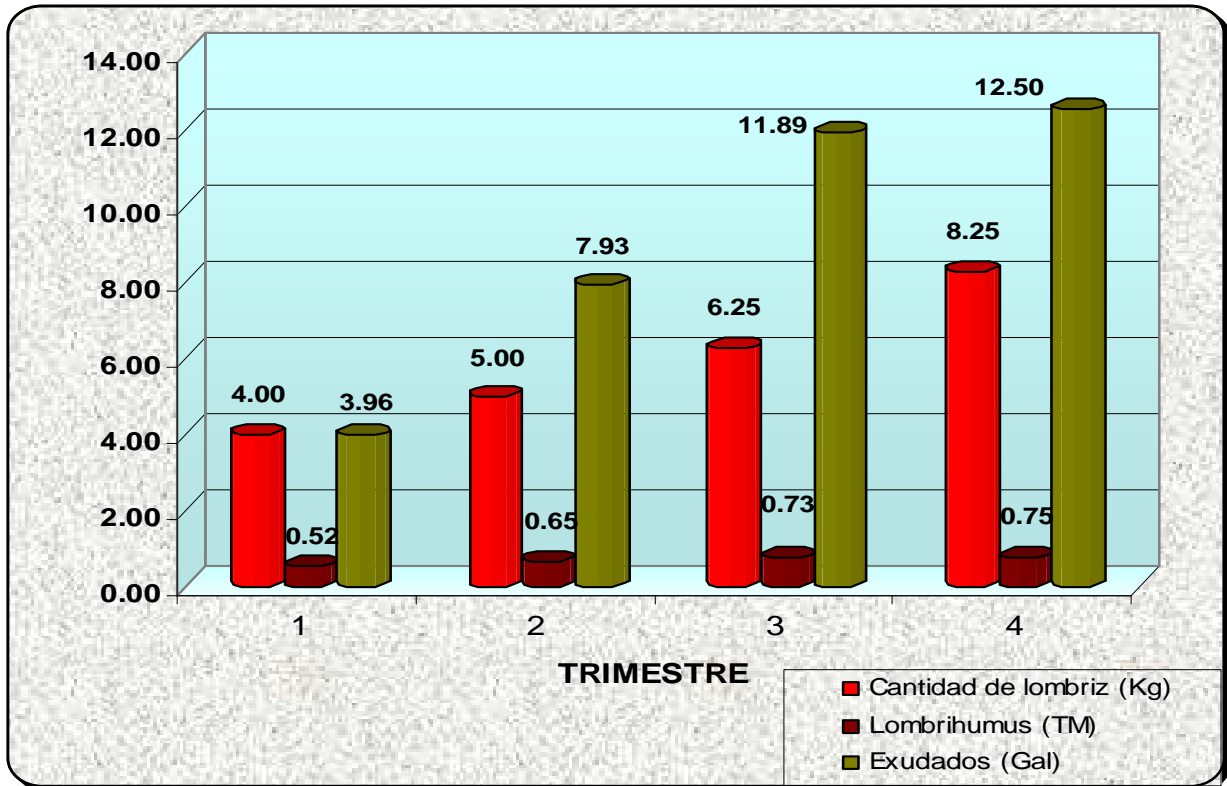
En el cuadro 13, se presenta información relacionada al beneficio económico integral de la actividad. El excedente de humus es de 0.53TM, como resultado de descontarle a 2.64 TM; el costo lo cubre una producción de 2.11TM de lombrihumus obtenidos de 5.49 TM de café en producción. Se obtiene además, una cantidad de 36.28 gal/año de exudados, producto que es muy apreciado por el productor y que utiliza para complementar la fertilización del cultivo de café y otros cultivos, tanto al suelo como foliarmente. En el lugar de la experiencia y sus alrededores, esos exudados tienen un costo promedio de Q 18.93 gal.

Tomando en cuenta el crecimiento poblacional de las lombrices, con una cantidad de sustrato como se muestra en el cuadro 7, se obtiene una cosecha de 4.25 kilogramos de lombrices; localmente se comercializa a un precio promedio de Q 80.0 Kilogramo de lombriz coqueta roja.

Cuadro 13 Ingreso obtenido de la comercialización, en la producción por módulo (2.0m x1.0m x 0.80 m), en Los Coles, San Pedro Necta.

Lombrihumus	Exudados (gal)	Lombriz (Kilogramo)	Ingreso Lombrihumus Q	Ingreso exudados Q	Ingreso lombriz Q	Total Q
0.53	37.85	4.25	583.00	686.78	340.0	1,890.25

En la figura 2, se muestran los valores promedio de los productos obtenidos en los módulos de lombricompost. El sustrato total utilizado en un año, se dividió en trimestres y fue incrementándose en función a que la población de lombrices fue también aumentando. Como resultado de la actividad productiva y de manejo de las instalaciones, se obtuvieron las cantidades de exudados que se recolectaron por cada trimestre. Se observa gráficamente, que a partir del segundo trimestre, va aumentando la población de lombrices y la producción de exudados, pero es a mitad del periodo donde se da un incremento significativo de lombrices y producción de exudados, puesto que se incrementa en un 42% la cantidad de sustrato con relación al primer trimestre.



**Figura 2. Producción promedio obtenida de lombrihumus (T),lombriz (Kg) y exudados (Gal) por módulo.**

Los cuadros 14 y 15, muestran la rentabilidad de la fertilización química y fertilización mixta, tomando como base la producción de café pergamino estimada que se obtiene por ha. En este cálculo solo se estiman los costos de fertilizante, aplicación y transporte.

De las actividades de manejo del cultivo de café, la actividad correspondiente a la fertilización y cosecha son en las que más se incurre en desembolso en compra de insumos y mano de obra. El costo promedio de producción de café pergamino convencional para el pequeño productor es de Q 10,670.00 /TM, por lo que para una ha es de Q 16,965.30.

Los datos del cuadro 14, relacionan el costo de aplicación del fertilizante químico con dos fertilizaciones de 4 onzas/planta (5,014 plantas/ha) es decir, 0.57 T/ha/fertilización, a un costo de Q 4,840.00 TM. El costo total de Q 6,270.00 Ha, incluye el costo de mano de obra de la aplicación

de las dos fertilizaciones corresponde a Q 501.60, a un costo de Q 440.00 TM, más el costo de transportar 1.14 TM de fertilizante a un costo de Q 220.00 TM.

El precio de venta promedio de los últimos tres periodos de cosecha del café pergamino a nivel local es de Q 16,280.00 TM. Tomando como base la producción general promedio de la región, que es de 1.59 T/ha, los ingresos por comercialización son de Q 25,900, lo que da una rentabilidad del 52.66 %.

El cuadro 15, muestra los datos de la fertilización mixta; se refiere a la aplicación de 4 onzas/planta (0.57 T/ha) más 0.453 kgs/planta (2,28 T/ha) para la primera aplicación únicamente, y luego, para la segunda aplicación, sólo 0.57 T/ha con fertilizante químico mezcla física.

La razón de optar por esta dosificación, es por el ahorro de fertilizante orgánico y mano de obra en la aplicación. Si se incorpora lombrihumus en la segunda fertilización también, se incrementa en 2.28 T/ha/lombrihumus, lo que representa un costo de Q 2,508.00 (Q 1,100.00TM), más el costo de aplicación de esa cantidad que corresponde a Q1,003.20 y finalmente, el transporte de 2.28 TM, que es de Q 501.60, lo que asciende a un total de Q 4,012.80.

Con base a lo anterior, el costo de la fertilización mixta que corresponde a la cantidad de Q 10,282.80 incluye el costo de la opción primera B (cuadro 10), a un costo de Q 7,147.8, más el costo de la segunda fertilización del mismo cuadro, que es de Q 3,135.00. Si el costo de producción convencional es de Q 10,670.00/ha, que dentro de otras actividades de manejo, incluye el costo de 2 fertilizaciones químicas, que corresponden a un costo de Q 6,270.00.

Con el objeto de determinar el costo de producción con el sistema de fertilización mixta planteado, a Q 10,670.00 se le adiciona el costo del lombrihumus, el costo de aplicación y transporte de esa cantidad, que da un costo de Q 4,012.80, el costo de producción con fertilización mixta, asciende a un total de Q 14,682.80/TM, por lo que el costo de producir una ha por este sistema, da un total de Q 23,345.65, cuya rentabilidad representa un valor del 10.9%

Con el análisis anterior, resulta obvio que el sistema de aplicación con fertilización mixta, no resulta rentable, desde el punto de vista económico, con relación al sistema de fertilización convencional, puesto que cada quintal de café pergamino producido, sufre un incremento de Q114.65, correspondiente a el lombrihumus aplicado; aunque claro, para las condiciones del suelo, planta y el ambiente en general, las condiciones de calidad, si mejoran

**Cuadro 14. Rentabilidad fertilización química/**

TOTAL INGRESO	Q 25,900.00
TOTAL EGRESO FERTILIZACIÓN	Q 6,270.00
COSTO PRODUCCION CAFÈ PERGAMINO	Q 16,965.30
INGRESO NETO	Q 8,934.70
<b>RENTABILIDAD (%)</b>	<b>52.66</b>

**Cuadro 15 Rentabilidad fertilización mixta**

TOTAL INGRESO	Q 25,900.00
TOTAL EGRESO FERTILIZACIÓN	Q 10,282.80
COSTO PRODUCCION CAFÈ PERGAMINO	Q 23,345.65
INGRESO NETO	Q 2,554.35
<b>RENTABILIDAD (%)</b>	<b>10.9</b>

**8.4. Lecciones aprendidas**

Las generalidades obtenidas de la evaluación de la experiencia, señalan que el sistema de trabajo propuesto ha demostrado ser una vía efectiva para mejorar la calidad del abono orgánico proveniente de los subproductos del beneficiado del cultivo de café, lo que supone un sistema de trabajo más responsable y consciente con los recursos naturales; pero, aún es el comienzo y se debe avanzar más en el proceso y cambio de actitud de varios productores del cultivo de café

Este proceso permitió reflexionar que, para comunidades rurales donde prevalece como actividad principal este cultivo, se conoció una nueva alternativa de transformación de la pulpa de café y aguas mieles, así, como otros sustratos combinados con ésta; donde los recursos agua, suelo, vegetación y otros medios de vida inherentes al entorno ambiental son más susceptibles y frágiles.

En definitiva, la aprobación general mostrada por los productores y sus familias, autoridades educativas y vecinos del lugar y alrededores, dieron como resultado un proceso de aprendizaje de una experiencia de desarrollo de amplio efecto positivo para todos aquellos que la



adquirieron y continúan trabajando para beneficio de todos, y en la disminución del impacto negativo del entorno ambiental de la comunidad.

## 8. CONCLUSIONES

- A. Los mejores resultados iniciales de la transferencia de la tecnología de uso de pulpa de café para abono orgánico, resultó ser más efectiva a través del trabajo organizado, hasta convertirse en una actitud individual del pequeño productor de café donde prevalece.
- B. El sistema de transformación de la pulpa de café y otros subproductos, resulta viable como complemento de la fertilización en el cultivo de café, puesto que cada productor obtuvo un promedio de 2.64TM de lombriabono en el transcurso de un año
- C. La sistematización de esta experiencia es un proceso que continua, pero los resultados de cambio en las labores del beneficiado húmedo, lograron que 11 productores transformen actualmente 107 TM de café cereza para la utilización de 43TM de pulpa y 6.42 TM de aguas mieles en sustrato eficientemente utilizado como compostaje para la transformación en 29 TM de lombrihumus y 399 galones de exudados. Eso significa que desde el año 2005 al período de cosecha 2007-2008. cantidades similares de estos subproductos no son arrojados a las fuentes de agua en vertientes.
- D. Para el área de la sistematización, el costo de producción de una tonelada métrica de lombrihumus fue de Q1,600.00 el cual al usarse combinado cubrió una extensión de 1.59 has/productor. Mientras que, el costo de una TM de fertilizante químico, es en promedio de Q 4,840.00 para una cobertura de 0.95 has/productor Utilizado fertilización mixta, se logra una cobertura efectiva de 1ha/productor con 5.41TM

- E. Resulta más rentable realizar una sola aplicación mixta (primera fertilización) con dosificación de 0.57 T/ha de fertilizante convencional más 2.28 T/ha de lombrihumus; posteriormente una segunda aplicación con fertilizante convencional a razón de 0.57 T/ha; debido a que los costos incrementan con dos aplicaciones mixtas, por producción de lombrihumus, transporte e incorporación de éste

## 9. RECOMENDACIONES

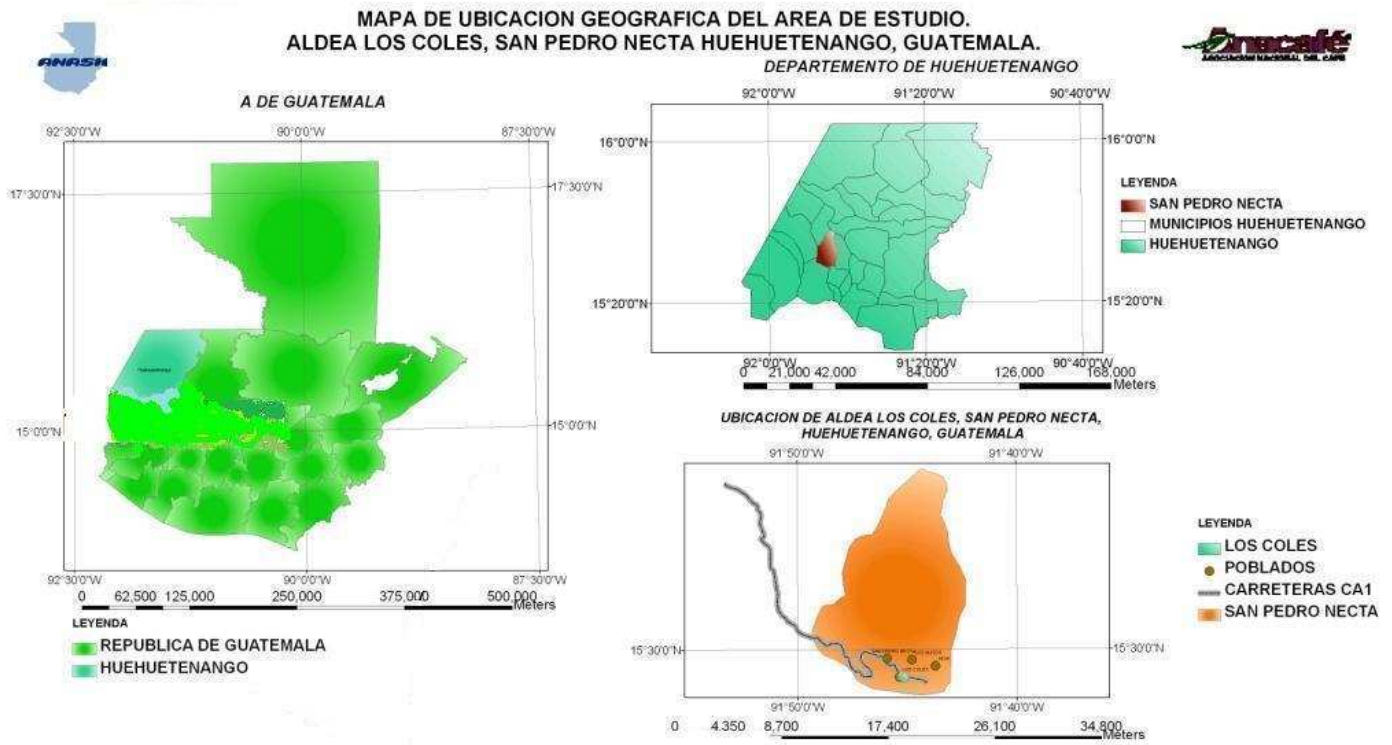
- A. Es necesario que productores y sus familias estén capacitados en el manejo de esta técnica; estar plenamente identificados con esta actividad para convencerse de las virtudes del lombrihumus obtenido y su aprovechamiento en el cultivo.
- B. Es necesario contar con más pulpa, u otro compostaje como: estiércol vacuno, o caballar; o bien, otro tipo de residuo orgánico para asegurarse que las lombrices contarán con el alimento necesario de un período de cosecha de café a otro.
- C. Se sugiere mantener un tipo de trabajo organizado, que permita monitorear la actividad y proceso durante al menos 3 años continuos, para establecer de manera más significativa los resultados de cambio en el manejo y su impacto ambiental.
- D. Se considera viable realizar una investigación más puntual sobre los efectos del lombrihumus proveniente de subproductos del café, como suplemento orgánico en el suelo de los cultivos de café en la comunidad de Los Coles; con el objetivo de evaluar el efecto significativo de nutrientes procedentes de esta fuente, dosificación efectiva en combinación orgánico-químico, y calidad de la misma; como resultado de su incorporación bajo esta técnica.
- E. Se recomienda la combinación de lombrihumus con fertilizante químico en el cultivo de café, para la primera fertilización con 0.5 kgs de lombrihumus y 0.09 kgs de fertilizante químico, en el área de la experiencia, debido a resultados favorables en productividad, considerando el bajo costo de producción del lombrihumus y mayor disponibilidad del mismo, que la utilización con sólo producto químico más pulpa bruta.

## 10. BIBLIOGRAFIA

1. ANACAFÉ (Asociación Nacional del Café, GT). 2006. Guía técnica de caficultura. Guatemala. 214 p.
2. \_\_\_\_\_. 2009. Abonos orgánicos en la caficultura: propiedades, preparación, manejo y usos, guía técnica. Guatemala, ANACAFE, Centro de Investigaciones del Café, CEDICAFÉ. 49 p
3. Brando, J. 2008. Manual de lombricultura, lombriz roja californiana (en línea). Venezuela. Consultado 5 mayo 2009. Disponible en: <http://www.artistas de la tierra.com/blogs-de-artistasmasleidos-pag 00.html>
4. Castillo, A *et al.* 1999. Caracterización química y física del lombricompuesto elaborado a partir de residuos orgánicos puros y combinados. Argentina, Universidad Nacional del Nordeste. 25 p.
5. Cruz S, J R De la. 1976. Clasificación de zonas de vida en Guatemala, basado en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
6. García, S. 2001. Mitigación del impacto ambiental que generan los residuos sólidos del beneficio del café a partir de la producción de abono orgánico (en línea). Cuba. Consultado 15 mayo 2009. Disponible en: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/ecosolar/articulos 05.htm>
7. Girón, TJ. 1996. Evaluación del uso de la pulpa de café pura y combinada en fertilización en café. Guatemala, ANACAFÉ, Departamento de Investigación. 6 p. (Cuadernos de investigación).
8. Infoagro.com. 2007. La lombricultura (en línea). España. Consultado 3 mayo 2009. Disponible en: <http://www.infoagro.com/abonos/lombricultura.asp>

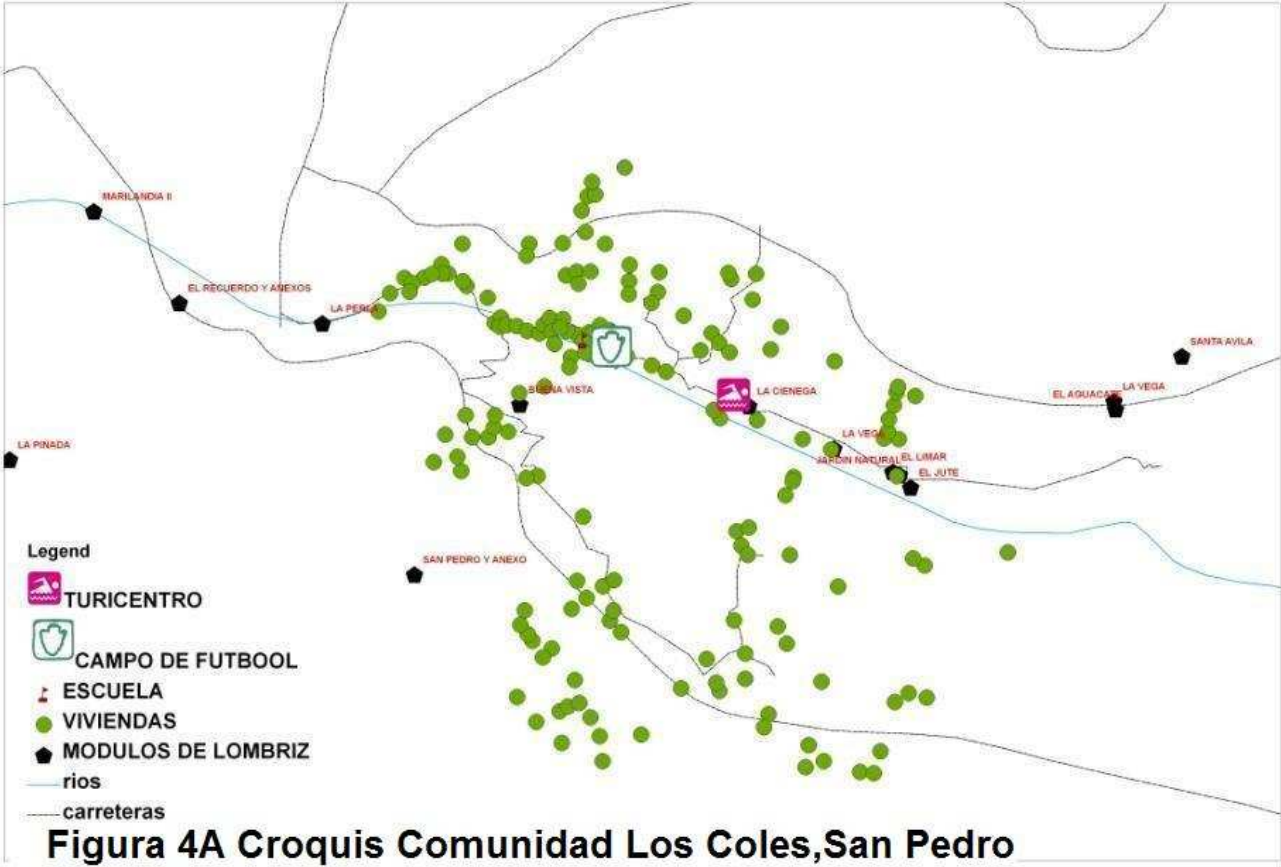
9. Jara, O. 1990. Para sistematizar experiencias ALFORJA. San José, Costa Rica, Morata. 33 p
10. Martínez, FA. 2003. La lombricultura una alternativa de producción de humus utilizando los desechos (en línea). Colombia. 15 p. Consultado 29 jul 2009. Disponible en <http://www.eidenar.univall.edu.co/martinez.html>
11. Mirabeli, E. 2008. Lombricompostaje (en línea). Colombia. 4 p. Consultado 5 mayo 2009. Disponible en: <http://www.lombricompostaje.com.ar/index.php>
12. Ocampo, A *et al.* 2002. Guía metodológica de sistematización. Chile, FIDAMERCA / PREVAL. 22 p.
13. Pérez Estrada, CA. 2007. Trabajo de graduación; desarrollado en los temas de lombricultura y agroecoturismo, realizado en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 69 p.
14. Portabella Lou, JR. 2008. Sistematización del manejo de las acetilinas para el control preemergente de malezas en el cultivo de caña de azúcar en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 29 p.
15. Schuldt, M. 2001. Lombricultura en Argentina y algunas proyecciones para América Latina (en línea). Argentina. Consultado 8 mayo 2009. Disponible en <http://www.engormix.com.lombricultura>. 116 htm
16. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de suelos de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
17. Sumner, M; West, L; Leal, J. 1993. Suelos de la agroindustria cafetalera de Guatemala: IIb. región norte y noreste. Estados Unidos, Universidad de Georgia, Departamento de Agronomía. 115 p.
18. Taiarol, D. 1998, Lombricultura (en línea). Argentina. 127 p. Consultado 5 mayo 2009. Disponible en: <http://www.monografias.com/lombricultura/lombricultura.shtml>

## 11. ANEXOS



**Figura 3 A Ubicación geográfica del área de estudio.**

### CROQUIS COMUNIDAD LOS COLES, SAN PEDRO NECTA, HUEHUETENANGO, GUATEMALA.



- Legend**
- TURICENTRO
  - CAMPO DE FUTBOOL
  - ESCUELA
  - VIVIENDAS
  - MODULOS DE LOMBRIZ
  - rios
  - carreteras

**Figura 4A Croquis Comunidad Los Coles, San Pedro Necta Huehuetenango.**

1,400 Meters





Fotografía Delmar Cruz, ANACAFÉ

Figura 5 A Lombriz coqueta roja en proceso de apareamiento



Fotografía: Delmar Cruz, ANACAFÉ


Figura 6 A Módulo de producción de lombricompost

**Cuadro 16 A      PRESUPUESTO DE MODULO DE PRODUCCIÓN  
DE LOMBRICOMPOST**

DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	APORTE RED CAFÉ / ANACAFE	APORTE BENEFICIARIOS
Arena de rio	Metro cubico	2	50.00	0.00	100.00
Parales de madera 3 x 3 pulg. x 2.5 m	Unidad	4	40.00	0.00	160.00
Reglas de madera de 3 x2 pulg. X 3.5 m	Unidad	2	40.00	0.00	80.00
Mano de obra no calificada	Unidad	1	100.00	0.00	100.00
Block de 15 x 20 x 40 cms	Unidad	54	5.00	270.00	0.00
Cemento	Saco	3	54.00	162.00	0.00
Hierro 3/8 (13 varillas por quintal)	Varilla	4	31.00	124.00	0.00
Hierro 1/4 (30 varillas por quintal)	Varilla	2	12.00	24.00	0.00
Alambre de amarre	Libra	5	6.00	30.00	0.00
Tubo PVC 2 pulg.	Metro	2	16.00	32.00	0.00
Lámina acanalada de 6 pies	Unidad	5	45.00	225.00	0.00
Clavo para lámina	Libra	1	8.00	8.00	0.00
Lombriz Coqueta Roja	kilogramo	4	85.00	340.00	0.00
Mano de obra no calificada	Unidad	1	1000.00	1000.00	0.00
<b>SUB TOTAL APOORTE BENEFICIARIOS</b>					<b>440.00</b>
<b>SUB TOTALES APOORTE PROYECTO</b>				<b>2215.00</b>	
<b>IMPREVISTOS</b>					<b>221.50</b>
<b>TOTAL APOORTE RED CAFÉ / ANACAFE</b>					<b>2436.50</b>

Cuadro 17 A. Resultado de análisis de laboratorio del lombricompost

Orden: 20862  
 Investigador: LUIS FELIPE PASCUAL VILLATORO  
 Finca: PROYECTO CAFÉ CAFFE en Jurisdicción de: HUEHUETENANGO  
 Entrega: Otro método de entrega.




**Análisis de Abono Orgánico**

No.	Identificación de la Muestra	%								ppm				
		*C/N	*C.O.	*M.O.	CaO	Ceniza	K <sub>2</sub> O	MgO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc
115435	ABONO LOMBRIZ SAN PEDRO NECTA	15.16	26.11	47.00	2.39	53.00	2.53	0.76	1.72	0.71	10.50	4,870.40	670.00	70.00
115436	ABONO LOMBRIZ LA LIBERTAD	11.47	26.67	48.00	2.91	52.00	2.40	0.90	2.32	0.69	15.00	3,955.20	480.60	91.20
115437	ABONO LOMBRIZ TODOS SANTOS C.	12.10	18.89	34.00	0.97	66.00	1.99	0.25	1.56	0.16	8.80	2,470.40	308.00	26.00

\*N =Nitrogeno  
 \*P<sub>2</sub> O<sub>5</sub> =Fósforo  
 \*K<sub>2</sub> O =Potasio  
 \*CaO =Calcio  
 \*MgO =Magnesio




*X. Humberto Jiménez*  
 Ing. Humberto Jiménez  
 Jefe Laboratorio de Suelos

Los resultados de este informe son validos únicamente para las muestras recibidas en el laboratorio y en su impresión original  
 El laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe


Cuadro 18 A. Resultado del análisis de laboratorio de exudados de lombriz coqueta roja.

Orden: 20862  
 Propietario: LUIS FELIPE PASCUAL VILLATORO  
 Finca: PROYECTO CAFÉ  
 Localización: HUEHUETENANGO

  
**ABONO ORGANICO LIQUIDO**

RESULTADOS DE LABORATORIO											
No. de Lab.	Identificación	ppm									
		N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	PH
115432	EXUDADOS SAN PEDRO NECTA	360.50	0.85	2170.00	67.50	104.00	0.36	9.50	1.14	0.11	8.80
115433	EXUDADOS LA LIBERTAD	567.00	6.05	6980.00	98.60	190.00	0.43	23.50	4.02	0.28	9.20
115434	EXUDADOS TODOS SANTOS C.	504.00	19.20	3240.00	128.10	114.00	0.63	58.80	9.03	0.13	8.20

Fecha de Ingreso: Jueves 19 de Febrero de 2009  
 Fecha de Entrega: Lunes 02 de Marzo de 2009

  
*[Handwritten Signature]*  
 Jefe Laboratorio de Suelos

Los resultados de este informe son validos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio y en su impresión ORIGINAL.  
 El Laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe.  
 La reproducción parcial o total de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.

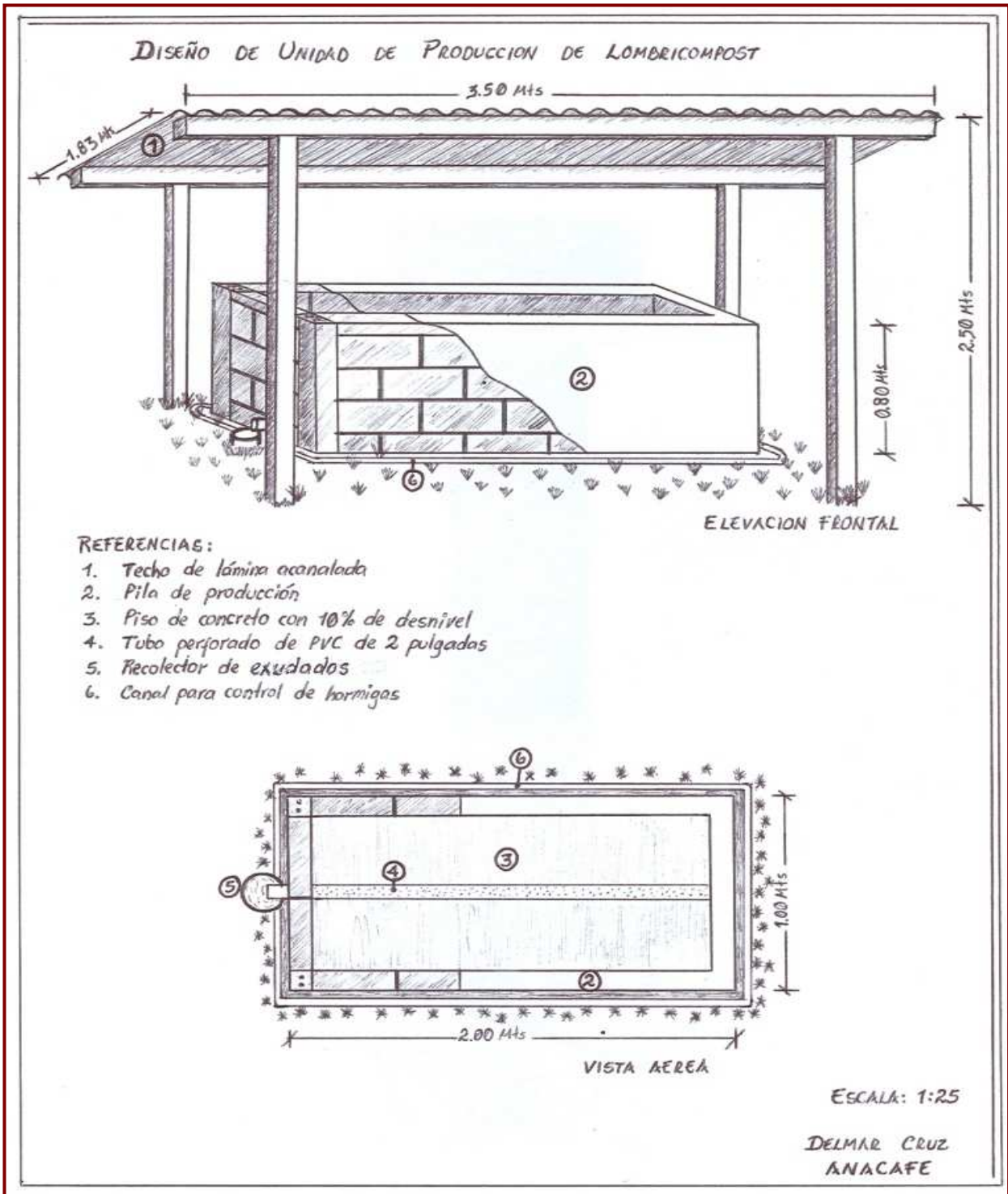


Figura 7 A. Diseño del módulo de lombricompost

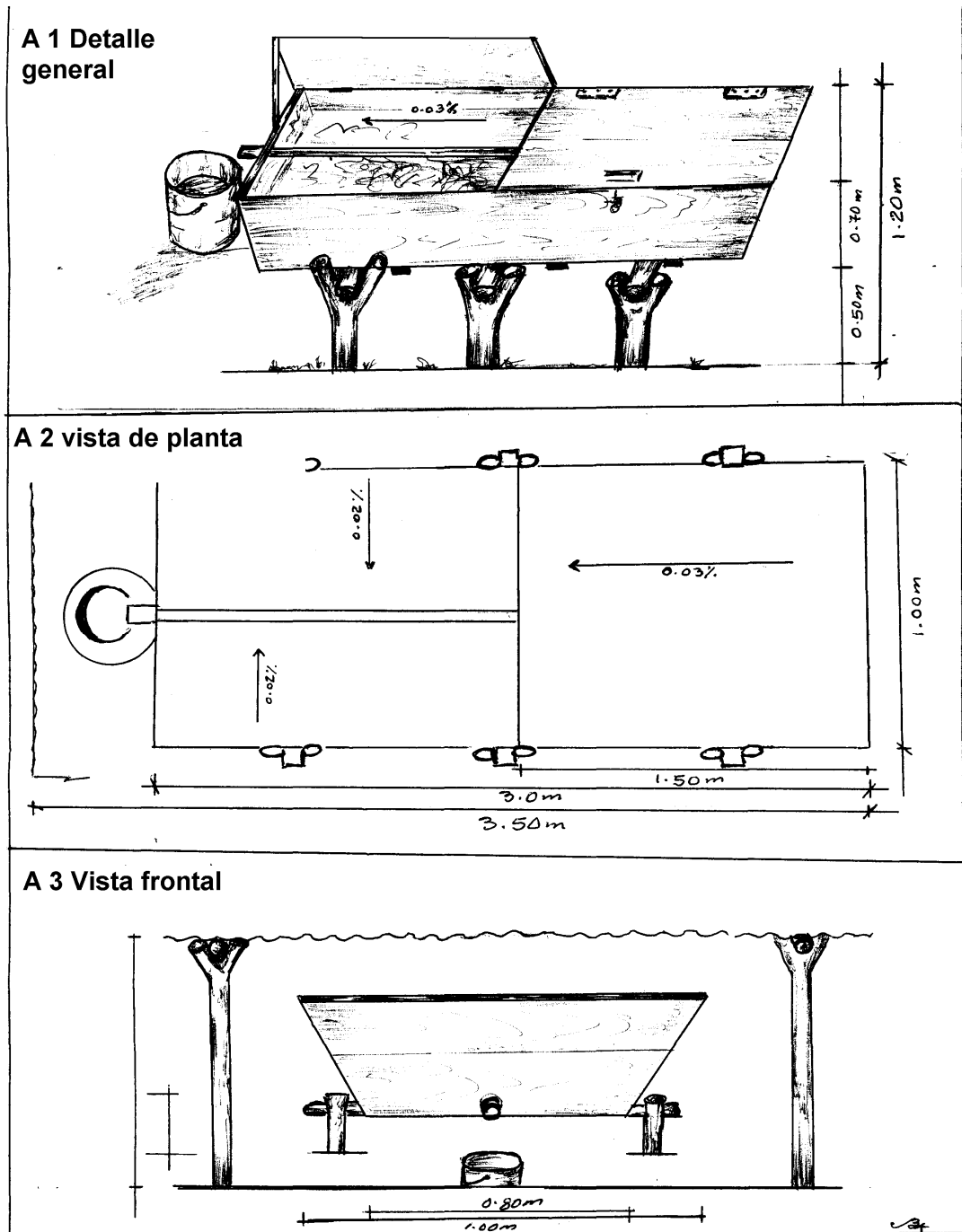


Figura 8 A. Lombricomposteras sencillas (opción A)

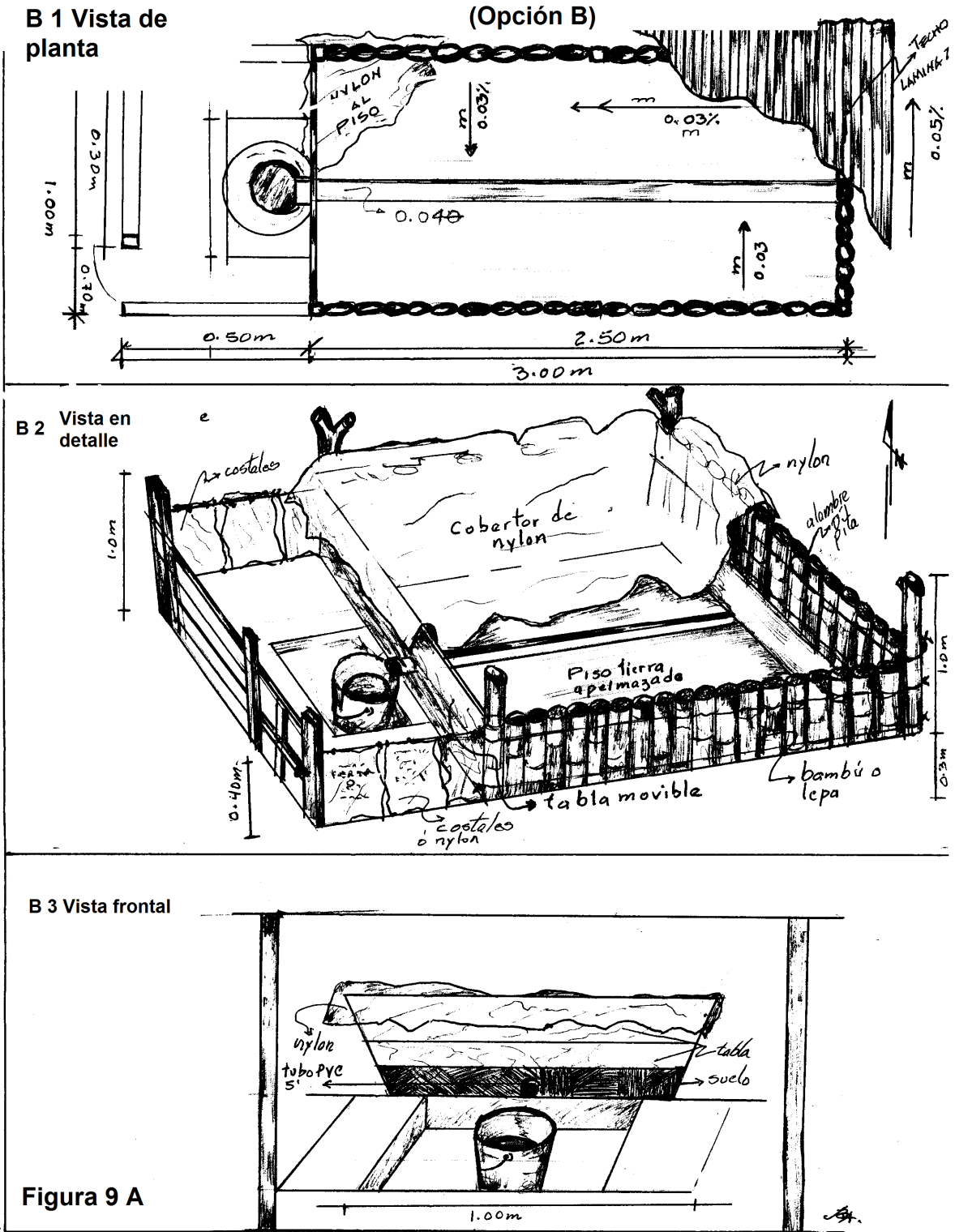


Figura 9 A

Figura 9 A. Lombricomposteras sencillas (opción B)