

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE –CUNOR-  
CARRERA TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**



**EVALUACION DE TRES SUSTRATOS, JACINTO ACUÁTICO  
(*Eichhornia crassipes*), PULPA DE CAFÉ (*Coffea arábica*) Y AX  
(*Polymnia maculata*).**

**JANA GOLDIE TIFFANY JUAREZ SALAZAR**

**COBÁN, ALTA VERAPAZ, OCTUBRE 2 015**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE  
CARRERA TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**INFORME DE PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA  
EVALUACION DE TRES SUSTRATOS, JACINTO ACUÁTICO  
(*Eichhornia crassipes*), PULPA DE CAFÉ (*Coffea arábica*) Y AX  
(*Polymnia maculata*).**

**PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE**

**POR**

**JANA GOLDIE TIFFANY JUAREZ SALAZAR  
CARNÉ: 200840385**

**COMO REQUISITO A OPTAR AL  
TÍTULO DE TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**COBÁN, ALTA VERAPAZ, OCTUBRE DE 2 015**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS  
RECTOR MAGNIFICO**

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

**CONSEJO DIRECTIVO**

<b>PRESIDENTE:</b>	Lic. Zoot. M.A. Fredy Giovani Macz Choc
<b>SECRETARIO:</b>	Lcda. T.S. Floricelda Chiquín Yoj
<b>REPRESENTANTE DE DOCENTES:</b>	Lic. Geol. Cesar Fernando Monterroso Rey
<b>REPRESENTANTE EGRESADO:</b>	Ing. Agr. Julio Oswaldo Méndez Morales
<b>REPRESENTANTES ESTUDIANTILES:</b>	Br. Fredy Enrique Gereda Milian MEPU. Cesar Oswaldo Bol Cú

**COORDINADOR ACADÉMICO**

Lic. Zoot. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales

**COORDINACIÓN DE LA CARRERA**

Ing. Agr. David Salomón Fuentes

**COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN**

<b>COORDINADOR</b>	Ing. Agr. Edgar Armando Ruiz Cruz
<b>SECRETARIO</b>	Ing. Agr. David Salomón Fuentes Guillermo
<b>VOCAL</b>	Ing. Agr. Gustavo Adolfo García Macz

**REVISOR DE REDACCIÓN Y ESTILO**

Ing. Agr. Gustavo Adolfo García Macz

**REVISOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Ing. Agr. David Salomón Fuentes Guillermo

**ASESOR**

Ing. Agr. Edgar Armando Ruiz Cruz



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

Cobán, A.V., 10 de enero de 2015.  
Ref.: 15-A-200/2015

Señores  
Miembros de la Comisión de  
Trabajos de Graduación de  
Práctica Profesional Supervisada  
Carrera de Agronomía  
CUNOR

Señores:

Por este medio informo a ustedes que en mi calidad de Asesor del Trabajo de Graduación del Informe de la Práctica Profesional Supervisada de la estudiante **JANA GOLDIE TIFFANY JUÁREZ SALAZAR** supervisé la fase final de campo y he revisado el Informe Final de su investigación titulado **“EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS, JACINTO ACUÁTICO (*Eichhornia crassipes*), PULPA DE CAFÉ (*Coffea arábica*) Y AX (*Polymnia maculata*).”**

Al respecto puedo indicar que a mi juicio, el informe reúne las calidades requeridas por la Carrera, por lo que recomiendo se le de el trámite respectivo para ser aprobado como Informe Final de PPS.

Atentamente,



*Id y enseñad a todos*

Ing. Agr. Edgar Armando Ruiz Cruz  
Asesor

c.c. archivo



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

Cobán, A.V., 19 de enero de 2015.  
Ref. 15-A-205/2015

Señores  
Miembros de la Comisión de  
Trabajos de Graduación de  
Práctica Profesional Supervisada  
Carrera Agronomía  
CUNOR

Estimados señores:

Por este medio remito el Trabajo de Graduación del Informe de Práctica Profesional Supervisada titulado **“EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS, JACINTO ACUÁTICO (*Eichhornia crassipes*), PULPA DE CAFÉ (*Coffea arabica*) Y AX (*Polymnia maculata*).”**

Dicho trabajo es presentado por la estudiante **JANA GOLDIE TIFFANY JUÁREZ SALAZAR** y cumple con las sugerencias y/o correcciones formuladas por la Comisión de PPS, por lo que se solicita continuar con el trámite respectivo.



*“Id y enseñad a todos”*

Ing. Agr. MAF, David Salomón Fuentes Guillermo  
Revisor de Informe Final Trabajos de Graduación a Nivel Técnico  
Carrera Agronomía -CUNOR-

c.c. archivo



**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

Cobán, A.V., 31 de agosto de 2015  
Ref. 15-A-209/2015

Señores  
Miembros de la Comisión de  
Trabajos de Graduación de  
Práctica Profesional Supervisada  
Carrera Agronomía  
CUNOR

Estimados señores:

Por este medio remito el Informe Final de Investigación de Práctica Profesional Supervisada titulada: **EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS, JACINTO ACUÁTICO (*Eichhornia crassipes*), PULPA DE CAFÉ (*Coffea arabica*) Y AX (*Polymnia maculata*).**

Dicho trabajo es presentado por la estudiante **JANA GOLDIE TIFFANY JUÁREZ SALAZAR** y de acuerdo a mi opinión cumple satisfactoriamente con las normas de redacción y estilo; por lo que se solicita continuar con el trámite respectivo.

Atentamente,



“Id y enseñad a todos”

Ing. Agr. M.Sc. Gustavo Adolfo García Macz  
Revisor de Redacción y Estilo  
Informes Finales Trabajos de Graduación a Nivel Técnico  
Carrera Agronomía -CUNOR-

c.c. archivo



**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

Ref. 15-A-213/2015  
Cobán, A.V., 16 de septiembre de 2015

Licenciado  
Fredy Giovanni Macz Choc  
Director del CUNOR

Señor Director:

Adjunto remito el Trabajo de Graduación del Informe de Práctica Profesional Supervisada titulado **“EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS, JACINTO ACUÁTICO (*Eichhornia crassipes*), PULPA DE CAFÉ (*Coffea arábica*) Y AX (*Polymnia maculata*).”**

Dicho trabajo es presentado por la estudiante **JANA GOLDIE TIFFANI JUÁREZ SALAZAR** y de acuerdo a la opinión de las diferentes comisiones responsables de su revisión y del suscrito, cumple con los requisitos para ser aceptado como tesis de pregrado; por lo que solicito se le de el trámite correspondiente a fin de que la estudiante **JUAREZ SALAZAR**, pueda someterse al examen para optar al título de Técnico en Producción Agrícola.

Atentamente,



“Id y enseñad a todos”

Ing. Agr. Edgar Armando Ruiz Cruz  
Coordinador Comisión de Trabajos de Graduación a Nivel Técnico  
Carrera de Agronomía –CUNOR-

c.c. archivo

## HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el informe final de Práctica Profesional Supervisada titulado “**Evaluación de tres sustratos, jacinto acuático (*Eichhornia crassipes*), pulpa de café (*Coffea arábica*) y ax (*Polymnia maculata*) para la producción de Lombricompost**”, como requisito previo a optar el título profesional de Técnico en Producción Agrícola.

  
Jana Goldie Tiffany Juárez Salazar  
Carné No. 200840385



## **RESPONSABILIDAD**

“La responsabilidad del contenido de los trabajos de graduación es: Del estudiante que opta al título, del asesor y del revisor; la Comisión de Redacción y Estilo de la carrera, es la responsable de la estructura y la forma”.

Aprobado en punto SEGUNDO, inciso 2.4, subinciso 2.4.1 del Acta No. 17-2012 de Sesión extraordinaria de Consejo Directivo de fecha 18 de julio del año 2012.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A DIOS:** Por sus maravillosas bendiciones, por acompañarme siempre y ser mi fortaleza en los momentos de debilidad
- A MIS PADRES:** Héctor René Juárez y Lubia Lorena Salazar, por sus esfuerzos, dedicación y entera confianza, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación, siendo mi apoyo en todo momento.
- A MIS HERMANOS:** Dayane, Fiama y Matt por su apoyo incondicional y cariño brindado.
- A MIS AMIGOS:** Leybi Macz, Gustavo Chen y Eddy Zuleta.
- A LA COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACION:** Por el apoyo brindado durante la realización de mi informe
- A MI ASESOR:** Ing. Agr. Edgar Armando Ruiz Cruz, por brindarme asistencia desde el inicio de la práctica.

## ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
JUSTIFICACIÓN	5
OBJETIVOS	7

## CAPÍTULO 1

1.1 ANTECEDENTES	9
1.1.1 Investigaciones realizadas con Jacinto acuático	9
1.1.2 Investigación realizada con pulpa de café	10
1.1.3 Información del Ax como sustrato para Lombricompost	11
1.2 REVISIÓN LITERARIA	11
1.2.1 Lombricultura	11
1.2.1.1 Lombrices de tierra	12
1.2.1.2 Lombriz coqueta roja	13
1.2.1.3 Potencial de la lombricultura	14
a) Ecología	14
b) Agricultura	14
c) Salud y nutrición humana	14
1.2.1.4 Efecto de la lombriz coqueta roja	15
a) Neutralización	15
b) Aporte de microorganismos	15
c) Excremento de la lombriz	15
1.2.1.5 Alimentación de la lombriz	15
1.2.1.6 Enemigos de las lombrices	16
1.2.2 Pulpa de café	16
1.2.2.1 Posibles empleos de la pulpa	18
1.2.3 Jacinto acuático	18
1.2.3.1 Taxonomía de la planta	18
1.2.3.2 Descripción de la planta	19
1.2.4 Ax ( <i>Polymnia maculata</i> )	20
1.2.4.1 Taxonomía de la planta	20
1.2.4.2 Descripción de la planta	20
1.3 Hipótesis	23

## **CAPÍTULO 2 MARCO REFERENCIAL**

2.1 Descripción del área de estudio	25
2.1.1 Ubicación geográfica	25
2.1.2 Características climáticas	25
2.1.3 Características ecológicas	25

## **CAPÍTULO 3 MARCO METODOLÓGICO**

3.1 Diseño experimental	27
3.1.1 Descripción del experimento	27
3.1.2 Descripción de los tratamientos	28
3.1.3 Análisis estadístico	29
3.1.4 Variable respuesta	29
3.1.5 Determinación del contenido de nutrientes	29
3.1.6 Nutrientes cuantificados	29
3.1.7 Tiempo de degradación de los sustratos	29
3.2 Materiales y equipo	30
3.3 Procedimiento	30
3.3.1 Preparación del área de investigación	30
3.3.2 Recolección de sustratos	30
3.3.3 Construcción de cajas y siembra de lombrices	30
3.3.4 Control de la pre-descomposición de los sustratos	31
3.3.5 Manejo del proyecto	31
3.3.6 Cosecha	32

## **CAPÍTULO 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

4.1 Presentación de cuadros de resultados y análisis de varianza	33
4.1.1 Prueba de Tukey	34
4.2 Análisis del contenido nutricional de los sustratos	40
CONCLUSIONES	45
RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	49
ANEXOS	51

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1. Composición del Jacinto acuático	9
CUADRO 2. Composición de la pulpa de café	17
CUADRO 3. Sustancias contenidas % en seco.	17
CUADRO 4. Descripción de los tratamientos utilizados en la investigación.	28
CUADRO 5. Resultados de la concentración de Manganeso expresados en ppm de los sustratos utilizados.	33
CUADRO 6. Análisis de varianza del contenido de Manganeso expresado en ppm de los sustratos utilizados	34
CUADRO 7. Prueba de medias de la concentración de Manganeso por medio de la metodología de Tukey	34
CUADRO 8. Resultados de la concentración de Zinc expresados en ppm de los sustratos utilizados.	35
CUADRO 9. Análisis de varianza del contenido de Zinc expresado en ppm de los sustratos utilizados	36
CUADRO 10. Resultados de la concentración de Hierro expresados en ppm de los sustratos utilizados.	36
CUADRO 11. Análisis de varianza del contenido de Hierro expresado en ppm de los sustratos utilizados	36
CUADRO 12. Resultados de la concentración de Calcio expresados en ppm de los sustratos utilizados	37
CUADRO 13. Análisis de varianza del contenido de Calcio expresado en ppm de los sustratos utilizados	37
CUADRO 14. Resultados de la concentración de Cobre expresados en ppm de los sustratos utilizados	37
CUADRO 15. Análisis de varianza del contenido de Cobre expresado en ppm de los sustratos utilizados	38
CUADRO 16. Resultados de la concentración de Magnesio expresados en ppm de los sustratos utilizados	38
CUADRO 17. Análisis de varianza del contenido de Magnesio expresado en ppm de los sustratos utilizados	38
CUADRO 18. Resultados de la concentración de Potasio expresados en ppm de los sustratos utilizados	39
CUADRO 19. Análisis de varianza del contenido de Potasio expresado en ppm de los sustratos utilizados	39
CUADRO 20. Contenido nutricional de cada sustrato expresado en ppm	40
CUADRO 21. Observaciones del comportamiento de la lombriz Coqueta roja durante la primera semana de siembra.	41
CUADRO 22. Fórmula para el análisis de varianza	51



## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la granja experimental del Centro Universitario del Norte, ubicada en el municipio de Cobán, durante un período de tres meses de fase de campo, en la cual se evaluaron tres sustratos para la producción de abonos orgánicos por medio de la lombriz coqueta roja (*Eisenia foétida*), siendo los sustratos ax, pulpa de café y jacinto acuático. Para el cual se utilizó un modelo estadístico completo azar con tres repeticiones, el objetivo fue determinar el valor nutricional de los diferentes abonos producidos a base de estos sustratos para comparar y establecer cuál tratamiento aportaba mayor contenido de nutrientes.

Al final de la investigación se realizó un análisis químico de los nutrientes en cada uno de los tratamientos con su respectiva repetición. El ANDEVA que se realizó de cada elemento, muestra que estadísticamente no hay diferencia significativa por lo que se puede determinar que los tratamientos son iguales, pero de acuerdo a los análisis químicos se determinó que el sustrato jacinto acuático tuvo mayor cantidad de los elementos Zn, Fe, Mg, Mn y menor cantidad de los elementos K y Ca por lo que hay diferencia numérica.

De tal manera se considera que el mejor sustrato es el jacinto acuático debido a que con esta planta se produjo un abono orgánico con mayor contenido de nutrientes a comparación de la pulpa de café y el ax.

Dentro de los datos calculados se pudo observar que la pulpa de café requiere 30 días de pre-descomposición para poder realizar la siembra de lombrices, siempre que se realice al sustrato volteos periódicos y que al momento de la siembra tenga un rango de temperatura de 24 - 21°C, el jacinto

requirió 1 día de pre-descomposición para la siembra, mientras el ax requirió deshidratación y más tiempo, debido a que produce excesiva humedad, lo que provoca la muerte de las lombrices.



## INTRODUCCIÓN

La lombricultura es la técnica de criar lombrices en cautiverio para la producción de abonos orgánicos que ayudan a mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo.

Debido a que en el campo laboral del pequeño agricultor, el suelo es uno de los recursos más importantes para la producción agrícola y que poco a poco se ha deteriorado por el intensivo e inadecuado uso, por lo que se ve la necesidad de realizar prácticas de conservación de suelos como la incorporación de abonos orgánicos.

Por lo que la lombricultura constituye un elemento muy importante en esta actividad debido a que las virtudes de la lombriz coqueta roja (*Eisenia foétida*) ayudan a darles un uso adecuado a los desechos orgánicos, disminuyendo de esta manera la contaminación y así eficientizar el nivel nutricional de los mismos al ser transformados en abonos lombricompostados.

En esta investigación se realizó el uso de la técnica de lombricultura como una alternativa factible para el manejo de dos contaminantes de los cuerpos de agua, pulpa de café (*Coffea arábica*), jacinto acuático (*Eichhornia crassipes*), y la implementación del ax (*Polymnia maculata*), planta que se encuentra en altas poblaciones silvestres en nuestra región.

Para la investigación fue necesario evaluar el nivel nutricional que proporciona cada una de los abonos producidos, con el fin de realizar una comparación entre ellos y establecer la calidad del abono producido a base de los mismos. Por lo que se llevó a cabo la realización de una análisis de suelo en

el cual se evaluó elementos mayores; Potasio (K), Magnesio (Mg), Calcio (Ca), y elementos menores.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el departamento de Alta Verapaz ha aumentado la producción de abonos orgánicos, con el objetivo de reducir la contaminación a base de estos desechos, una de las técnicas más utilizadas y accesibles es la producción de lombricompost, le proporciona grandes beneficios como; la conservación de las características físicas y química del suelo, disminución de la erosión, mantiene el nivel de materia orgánica, la humedad y proporciona nutrientes al suelo, de esta manera se crea un beneficio tanto para quien la produce, como para el medio ambiente.

En nuestra región se producen efectos contraproducentes hacia medio ambiente, como lo es la contaminación del suelo y agua por el uso de agroquímicos, como los herbicidas para facilitar la limpieza de los terrenos, una de las malezas más abundantes es el ax (*Polymnia maculata*) debido a su rápido crecimiento y gran adaptabilidad. Así mismo las aguas se ven afectadas por la eutrofización de algunas plantas como el jacinto acuático (*Eichhornia crassipes*) y por el depósito de la pulpa de café (*Coffea arábica*) que realizan las fincas cafetaleras.

Debido a los efectos que producen los contaminantes antes mencionados y a la adaptabilidad y diseminación del ax, fue indispensable crear una alternativa de uso que no solo permitió darle un manejo a los desechos para evitar la contaminación, sino también generó la producción de abono orgánico que ha tenido gran demanda por los agricultores. Con la técnica de la lombricultura se realizó la evaluación del nivel nutricional para proporcionar una información completa que no solo incluya el manejo de los sustratos y de la

lombriz coqueta roja, sino también la calidad nutricional del vermiabono producido.

## JUSTIFICACIÓN

La eutrofización del jacinto acuático (*Eichhornia cassipes*)<sup>1</sup>, es causada por la sobrepoblación, debido a que provoca el incremento de residuos orgánicos que se depositan en el fondo de los cuerpos de agua, consumiendo gran parte del oxígeno disponible teniendo como consecuencia la muerte de la flora y fauna acuática. Para la reducción de este efecto es posible extraerla y emplearla como alimento de la lombriz coqueta roja contrarrestando de esta manera su contaminación por medio de la producción de lombricompost.

La pulpa de café (*Coffea arábica*)<sup>2</sup> es otro contaminante del agua debido a que los caficultores no toman las medidas adecuadas para evitar que lleguen a estas fuentes, además la pulpa es empleada directamente al campo sin tener en cuenta que mediante la transformación de este desecho por medio de la lombricultura se obtiene un uso más eficiente de este residuo vegetal.

Debido a los daños causados por los desechos orgánicos antes mencionados, en esta investigación se recurrió a utilizar tres sustratos; pulpa de café (*Coffea arábica*), jacinto acuático (*Eichhornia cassipes*), y ax (*Polymnia maculata*), con el fin de realizar un uso eficiente de los mismo, ya que dos ellos (Pulpa de café, Jacinto acuático) son considerados contaminantes de los cuerpos de agua, y el tercer sustrato (ax) es considerado como una maleza

---

<sup>1</sup> Celia Rodríguez Pérez de Agreda. *Los peligros de eutrofización de los cuerpos de agua por el vertimiento de las aguas residuales*. 2003. [www.ingenieroambiental.com/4014/peligros](http://www.ingenieroambiental.com/4014/peligros). (19 de febrero de 2012).

<sup>2</sup> *Estudio sistema de tratamiento de las aguas mieles en salcedo Republica Dominicana*. <http://www.cafeycaffe.org/web/index.php?optiu=com> (19 de febrero de 2012).

de rápido crecimiento y gran adaptabilidad, debido a esta problemática se recurrió a la técnica de la lombricultura que no solo es una alternativa eficiente para el manejo de los desechos orgánicos que evita la contaminación sino también permite producir abonos orgánicos como subproductos.

Por tal motivo fue indispensable evaluar el nivel nutricional de los abonos producidos con el fin de generar información que permitió comparar cuál de estos abonos es más rico en proporcionar nutrientes al suelo y el cuidado que debe darse tanto a los sustratos como a la lombriz.

## OBJETIVOS

### General

Determinar el nivel nutricional de los abonos producidos, a través de la evaluación de Potasio (K), Magnesio (Mg), Calcio (Ca), y elementos menores, utilizando como base de alimento pulpa de café (*Coffea arábica*), jacinto acuático (*Eichhornia crassipes*) y ax (*Polymnia maculata*), mediante la técnica de lombricultura.

### Específicos

Determinar qué sustrato tiene mayor contenido de nutrientes K, Ca, Mg y elementos menores.

Determinar si es viable el empleo de los sustratos; pulpa de café, jacinto acuático y ax en la técnica de lombricultura.

Proporcionar información de sobre el manejo que se debe de realizar en la utilización de Jacinto acuático, Pulpa de café y Ax como base de alimento para la lombriz coqueta roja.





## CAPÍTULO 1

### 1.1. Antecedentes

#### 1.1.1 Investigaciones realizadas con Jacinto acuático (*Eichhornia crassipes*).

Según Paz Bautista<sup>3</sup> en la investigación desarrollada en San Miguel Petapa, Guatemala sobre la evaluación de un mismo nivel y tres proporciones de materiales orgánicos (gallinaza y lirio acuático) como fuente de nutrientes sobre el rendimiento de pepino (*Cucumis sativus L*), en la época lluviosa, hace referencias que la biomasa del lirio acuático tiene uso energético para la obtención de biogás y como alimento de ganado por su contenido proteico, así como también por su contenido de minerales se ha utilizado como compost.

**Cuadro No. 1**  
**Composición del Jacinto acuático**

Proteína cruda	17-22%
Fibra cruda	15-18%
Contenido de ceniza	16-18%

Fuente: Paz Bautista.

---

<sup>3</sup> José Eduardo, Paz Bautista. *Efecto de la gallinaza y lirio acuático en el rendimiento de pepino (Cucumis sativus L)*. San Miguel Petapa, Guatemala, usos de la biomasa del lirio acuático. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2113](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2113) (17 de octubre de 2012).

Según la evaluación de los diferentes tratamientos expresados en kilogramos por hectárea, el tratamiento que presento mayor rendimiento fue el que contenía una proporción 3:1 (gallinaza + lirio acuático, presentando un promedio de 21533.33 kilogramos por hectárea que equivales a 947 cajas de 22.72 kilogramos.

Esta información es relevante para la investigación, ya que establece que el jacinto acuático se ha utilizado como abono orgánico en cultivos, lo cual ayuda a proponerlo como alimento de la lombriz coqueta roja para efficientizar su uso y a la vez reducir la contaminación en los cuerpos de agua.

### **1.1.2 Investigación realizada con pulpa de café**

En la investigación realizada por Morales<sup>4</sup> sobre sustratos a base de pulpa de café, con tres poblaciones de la lombriz coqueta roja y un digestor enzimático en el rastrojo para la producción de humus, se realizaron pruebas con tres densidades de lombrices, un digestor comercial y un testigo, en los sustratos 75% pulpa más 25 % estiércol bovino, 75% pulpa y 25% gallinaza y 100% pulpa, la cual mostro que el sustrato 75% pulpa más 25% de estiércol bovino mostro mejores resultados en cuanto al crecimiento de altura de las plantas de tomate y mejor consistencia de pilón que el humus 100% pulpa.

La información obtenida en esta evaluación nos proporciona el manejo adecuado que se le debe de dar a la pulpa antes de

---

<sup>4</sup> Leopoldo Waldemar, Morales Medina. *Evaluación de tres sustratos a base de pulpa de café, tres poblaciones de lombriz coqueta roja (Eisenia foétida) y un digestor enzimático de rastrojos para la producción de humus San Cristóbal Verapaz*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Centro Universitario del Norte - Universidad de San Carlos de Guatemala. (Cobán, Alta Verapaz, Guatemala: Carrera de Agronomía, 2 001):

introducir la lombriz coqueta roja. Además nos proporciona una alternativa adecuada para evitar la contaminación de los cuerpos de agua y así mismo producir un abono orgánico que nos ayudara a mejorar las condiciones del suelo.

### **1.1.3 Información del Ax como sustrato para lombricompost**

En el Centro Universitario del Norte se cuenta con piletas para la producción de abono orgánico mediante la técnica de lombricompost, El encargado de la granja comenta: “Uno de los sustratos que utilizan como alimento para la lombriz es el ax, que incorpora junto a otros desechos, indica que corta la planta y la coloca sobre las lombrices sin realizar ningún picado”.<sup>5</sup>

Personas de las áreas rurales indican que han utilizado esta planta en acompañamiento con otros desechos para alimento de la lombriz.

Estas experiencias permiten una alternativa de uso eficiente ya que en nuestro medio se encuentran altas poblaciones de esta planta que es considerada como maleza”.

## **1.2. Revisión de Literatura.**

### **1.2.1. Lombricultura**

Los fertilizantes orgánicos como el humus de lombriz son opciones efectivas para combatir la erosión de los suelos, incrementar el rendimiento de las cosechas, evitar la contaminación

---

<sup>5</sup> Ramiro Caal encargado de la granja experimental, entrevistado por Jana Goldie Tiffany Juarez Salazar (Granja experimental de la carrera de agronomía CUNOR, 12 de Marzo 2 012), *Alimentación de la lombriz coqueta roja*. (archivo Word Mis documentos. Computadora personal de Jana Goldie Tiffany Juarez Salazar).

de los mantos freáticos y satisfacer la demanda de abonos inocuos para una agricultura sustentable.

La lombricultura, como se le conoce a la producción de lombrices de tierra en cautiverio, permite obtener un fertilizante de tipo orgánico o vermiabono con altos niveles de humificación y mineralización que permiten la recuperación de los suelos erosionados al retener los nutrientes como el calcio, magnesio o potasio.

Esta capacidad de retención ayuda a que la planta absorba de manera más rápida los nutrientes, evitando su pérdida por filtración al suelo, lo que a su vez impide la contaminación de los mantos freáticos por ser un producto 100 por ciento natural.

Los expertos señalan que, para que los estiércoles sean un abono inocuo, deben pasar por un proceso de descomposición o compostaje. La lombriz roja californiana, al pasar por su tracto digestivo la materia orgánica (estiércol compostado) efectúa una tercera transformación de la composta produciendo un abono de mayor valor nutritivo.<sup>6</sup>

#### **1.2.1.1. Lombrices de tierra**

Las lombrices son animales pequeños de forma alargadas que viven en la tierra esta tiene un papel muy importante en la agricultura que consiste en descomponer la materia orgánica y así producir estiércol rico en nutrientes para las plantas además abren canales en el suelo lo que permite mejorar la aireación y el drenaje,

---

<sup>6</sup>*Humus de lombriz beneficio económico y ecológico.* <http://organicsa.net/humus-de-lombriz-beneficio-ecologico-y-economico.html> (19 de febrero de 2 012).

siendo la coqueta roja una especie mejorada, esta puede incrementar las cosechas, abonar los suelos, mantener y aumentar la absorción de la humedad y controlar la erosión.

#### **1.2.1.2. Lombriz Coqueta Roja**

La lombriz coqueta roja (*Eisenia foétida*) es el resultado del cruce entre la lombriz de tierra (*Lombricus terrestris*) y la lombriz maloliente (*Helodrius foetidus*) que vive en el estiércol y abono orgánico.

La coqueta se llama roja por su color, segrega por su piel un líquido viscoso que le ayuda a deslizarse; es una sustancia que tiene enzimas que descomponen la materia orgánica de los materiales

Esta lombriz trabaja en los primeros 25 centímetros de la superficie del suelo en donde se encuentra la mayoría de raíces (60%) favoreciendo al suelo exactamente en donde lo necesita.

La coqueta roja deja su estiércol en los túneles que hace y no sobre el suelo como lo hace la lombriz criolla.

Esta lombriz posee 6 riñones, lo que permite comer y aprovechar casi todo, su cuerpo es sensible a la luz, especialmente a los rayos ultravioleta de la luz solar, los cuales la pueden matar inmediatamente. Es una hermafrodita imperfecta, porque no es capaz de autofecundarse, cuando se aparean ambas quedan

fecundadas, poniendo capullos llamados cocones de donde sale 2-20 crías.<sup>7</sup>

### **1.2.1.3. Potencial de la lombricultura**

La lombricultura tiene relación con diferentes factores que proveen al hombre beneficios para su subsistencia.

#### **a) Ecología**

La lombricultura es un reductor de los problemas ambientales debido a que tiene la capacidad de transformar los desechos orgánicos que provocan larvas y patógenos al hombre que no sólo producen mal olor sino también son dañinos para el hombre.

#### **b) Agricultura**

La lombricultura tiene importancia debido a que transforma los desechos orgánicos en abonos inocuos, permite al agricultor incorporarlos en sus cultivos no solo aportando nutrientes sino también permite aportar de materia orgánica al suelo para mejorar la estructura e incrementa la vida microbiana.

#### **c) Salud y nutrición humana.**

Contiene un alto valor nutricional de proteínas y aminoácidos, además son fuente de vitamina B que se utiliza para la producción de antibióticos.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup>Ann Baier. Et. Al. *Fertilización Orgánica*. (Guatemala: snt 1 994): 98-101.

<sup>8</sup> Martinez Cerdas. *Potencial de lombricultura México*. (Mexico: técnica Mexica): 146p.

#### **1.2.1.4. Efecto de la lombriz coqueta roja**

##### **a) Neutralización**

La lombriz tiene la capacidad de poder neutralizar los ácidos presentes en la materia ingerida, para producir humus con un pH alrededor de 7 adecuado para todos los cultivos.

##### **b) Aporte de microorganismos**

La lombriz en su excremento expulsa microorganismos que descomponen la materia orgánica, por lo que no solo se le aporta abono sino también vida al suelo.

##### **c) Excremento de lombriz**

La lombriz tiene la capacidad de mezclar materia orgánica e inorgánica para formar humus, sustancia rica en minerales, siendo este abono inocuo debido a que no quema las plantas aun cuando estas son muy delicadas.

#### **1.2.1.5. Alimentación de la lombriz**

Toda la comida que se le suministre a la lombriz debe de ser previamente descompuesta para evitar temperaturas que puedan matar a las lombrices. Para poder convertir los desechos orgánicos necesita de la ayuda de bacterias que realicen una pre-digestión, por lo que el alimento ideal para lombriz debe ser no solo

elevado en microorganismo sino también alto contenido de celulosa.

#### **1.2.1.6. Enemigos de las lombrices**

Existen animales asociados a la lombriz y que predan sobre ella; entre ellos está el ciempiés el cual ataca directamente a las cápsulas o cocones, que impiden de esta manera la reproducción de la lombriz. Las hormigas atacan directamente a la lombriz en cualquier edad, fraccionándola hasta causarle la muerte. Cuando no se da un manejo adecuado a los desechos se presentan ratas, las cuales son atraídas por los desechos e indirectamente se comen a las lombrices. Actualmente, un enemigo económicamente importante de la lombriz es la planaria, gusano plano con necesidades alimenticias similares a las de la lombriz; convive con ella, pero también se enrosca sobre su cuerpo y la estrangula. Entre otros enemigos naturales se mencionan a los pájaros, los ratones, los topos, los sapos, las serpientes y animales pequeños como los gorgojos. Por lo anterior, se recomienda proteger los lombricomposteros y revisarlos constantemente.<sup>9</sup>

#### **1.2.2. Pulpa de café.**

La pulpa de café que constituye el 41% del café en cereza es utilizada como abono orgánico con la finalidad de acondicionar el

---

<sup>9</sup> *Humus de lombriz beneficio económico y ecológico.* <http://organicsa.net/humus-de-lombriz-beneficio-ecologico-y-economico.html> (19 de febrero de 2012).



suelo mejorando su contenido de humus y estructura, estimulando en la vida microbiología del suelo.

En la pulpa de café las concentraciones de P, Ca, K, se encuentran en mayores cantidades que, al ser procesadas como abono orgánico, estos son liberados paulatinamente al igual de contener Mg, S, Fe, B. El desperdicio de la pulpa genera el 60% de la contaminación del agua en las zonas cafetaleras, debido a que los métodos comunes para desechar este material incluyen su descarga en los cursos de agua o su amontonamiento en terrenos agrícolas cercanos, con el consecuente daño al ambiente.

### **Cuadro 2. COMPOSICIÓN DE LA PULPA DE CAFÉ**

<b>Parte del fruto</b>	<b>Porcentaje constitución en el fruto</b>
Epicarpio	40
Mesocarpio del fruto	60

Fuente: programa cafeycaffe.

La composición es variable pero se puede resumir en:

### **Cuadro 3. SUSTANCIAS CONTENIDAS % EN SECO**

Cafeína 0.95%	polifenol 2.90	Azúcar Total 4.10%	Proteína bruta 13.13%	Lignina 19.30%
Grasa total 1.73%	Celulosa 18.30%	Sustancias orgánicas 55% degradables	Minerales 9.70	Potencial calorífico (KJ/Kg) 15.900

Fuente: programa cafeycaffe.

### 1.2.2.1. Posibles empleos de la pulpa

En la alimentación animal han sido realizadas pruebas de alimentación animal con pulpa de café y se ha establecido que puede ser incorporada hasta un 5% en la alimentación de pájaros, 16% en alimentación de cerdos y un 20% en vaca de leche y de engorda (Jarquín, R., 1987).

Cultivos de hongos (Guzmán G y colaboradores, 1987). Cría de lombrices (Iardé, G., 1987).

Almácigo de café.

Aplicación directa en cafetos de producción.

Componente del abono orgánico bocashi y para la elaboración de composteras.<sup>10</sup>

## 1.2.3 JACINTO ACUÁTICO (*Eichhornia crassipes*)

### 1.2.3.1 Taxonomía de la planta

Reino: Plantae

Phylum: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Liliales

Familia: Pontederiaceae

Género: *Eichhornia*

Epíteto específico: *Eichhornia crassipes*<sup>11</sup>.

---

<sup>10</sup> Estudio sistema de tratamiento de las aguas mieles en salcedo Republica Dominicana. <http://www.cafeycaffee.org/web/index.php?optiu=com> (19 de febrero de 2 012).

<sup>11</sup> *Eichhornia crassipes*. [http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservación-de-especies/eichhornia\\_crassipes\\_2013\\_tcm7-307062](http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservación-de-especies/eichhornia_crassipes_2013_tcm7-307062) (20 de marzo de 2 015).

### 1.2.3.2 Descripción de la planta

La *Eichrornia crassipes* llamada comúnmente Jacinto de agua es una planta vascular acuática flotante altamente adaptable a una amplia gama de condiciones ambientales y climáticas. Se considera que es nativa de los trópicos americanos, desde donde se extendió a otras regiones.

El Jacinto de agua es una planta muy eficiente fotosintéticamente, presenta una alta velocidad de crecimiento, en la actualidad se le considera la mala hierba acuática más extendida en los cuerpos de agua de todo el mundo, siendo una de las causas más comunes de eutrofización cultural de los cuerpos de agua es la descarga indirecta de residuales crudos o parcialmente tratados lo que trae como consecuencia un crecimiento acelerado de algas y plantas acuáticas.

Debido a su rápido crecimiento esta planta ha sido un grave problema en los cuerpos de agua, por lo que bloquea canales de riego, impide el tráfico fluvial, la pesca. En el rápido crecimiento del Jacinto de agua influye una serie de factores entre los que se encuentra: la eficiencia de la planta a utilizar la radiación solar, la composición y los factores ambientales como la temperatura<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup>Celia, Rodríguez Pérez de Agreda. *Los peligros de eutrofización de los cuerpos de agua por el vertimiento de las aguas residuales*. 2003. [www.ingenieroambiental.com/4014/peligros](http://www.ingenieroambiental.com/4014/peligros). (19 de febrero de 2 012).

#### 1.2.4. AX (*Polymnia maculata*)

##### 1.2.4.1 Taxonomía de la planta

Reino: Plantae

Phylum: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Compositae

Género: *Polymnia*

Epíteto específico: *Polymnia maculata Cav.*

##### 1.2.4.2. Descripción de la planta

Planta arbustiva que crece desde los 200 hasta los 3000 msnm., con pluviosidad desde los 1000 hasta los 2000 mm., se adapta a los suelos ácidos y pobres de nutrientes.

Hierba erecta, tosca, de 1-3 metros, a menudo muy lignificada, tallos con manchas purpuras, las hojas en su parte superior usualmente sésiles o sobre peciolo alado, raramente los peciolo no alado, las cabezuelas usualmente son numerosas, y forma grandes panículas corindiformes con hojas.

Las flores del radio de 15-20 lóbulos amarillos, de 1-2.5 cm de largo tridentadas, flores de disco numeroso, corolas amarillas, aquenios negros ovoides estriados de 4-5 mm de largo.

No se tiene información escrita sobre el uso del ax (*Polymnia maculata*) como fuente de alimento en la lombriz coqueta roja (*Eisenia foétida*).



### 1.3 HIPÓTESIS

La pulpa de café presentara mejor transformación de residuos orgánicos en humus por la lombriz coqueta roja (*Eisenia foétida*), a comparación de las otras dos ax (*Polymnia maculata*) y jacinto acuático (*Eichhornia crassipes*).





## CAPÍTULO 2 MARCO REFERENCIAL

### 2.1. Descripción general del área de estudio

#### 2.1.1 Ubicación geográfica

Esta investigación se llevó a cabo en la granja experimental del Centro Universitario del Norte CUNOR, que se ubica en la Finca Sachamach aproximadamente a 2 km de la ciudad de Cobán, sobre la ruta CA-14, localizada geográficamente a 15°28'05" latitud norte y 90°22'13" longitud oeste.

#### 2.1.2 Características Climáticas

Altitud	1 323 msnm
Temperatura media anual	19.7 °C
Temperatura máxima promedio	25.4 °C
Temperatura mínima promedio	13.8 °C
Días de lluvia promedio	216
Precipitación promedio anual	2,385 mm

#### 2.1.3 Características ecológicas

Según el sistema de Holdridge<sup>13</sup>, la zona de vida corresponde a la de Bosque Sub-tropical-frío muy húmedo. Según Thornthwaite, el clima es templado y con abundante vegetación.

---

<sup>13</sup> Jorge René, De la Cruz,. *Zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento*. (Guatemala: INAFOR., 1 982):



## **CAPÍTULO 3 MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1. Diseño experimental**

La investigación se realizó en base al diseño estadístico completamente al azar.

#### **3.1.1. Descripción del experimento**

Para la evaluación del experimento se utilizaron 9 cajones distribuidos de manera al azar teniendo 3 tratamientos con 3 repeticiones.

El modelo matemático utilizado para este diseño es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = variable de respuesta.

$\mu$  = efecto de las condiciones homogéneas.

$T_i$  = efecto de i-esimo tratamiento.

$E_{ij}$  = erros asociado de la interacción del i-esimo tratamiento de la j-esima repetición.

**CUADRO 4.**  
**DESCRIPCIÓN DE LOS**  
**TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN**  
**LA INVESTIGACIÓN.**

<b>No.</b>	<b>Sustrato</b>	<b>Agente transformador</b>
1	pulpa de café	200 lombrices
2	jacinto acuático	200 lombrices
3	Ax	200 lombrices

Fuente: Investigación de campo año 2 012.

### **3.1.2. Descripción de los tratamientos**

El tratamiento 1 estaba constituido por pulpa de café, con 30 días de pre-descomposición, en la que se utilizó un agente transformador de 200 lombrices.

La pulpa de café fue obtenido en una finca cafetalera del municipio de Carchá.

El tratamiento 2 estaba constituido por jacinto acuático con un día de pre-descomposición para la introducción de las lombrices, se necesitó de un agente transformador de 200 lombrices. Para la implementación de este sustrato fue necesario picarlo en pequeños trozos para eficientizar su consumo.

El tratamiento 3 tenía como sustrato la planta conocida con el nombre ax, el cual conto con un día de deshidratación, el agente trasformador consintió en utilizar 200 lombrices. Para este sustrato también fue necesario picar finamente las hojas utilizadas con el objetivo de eficientizar su consumo.

### **3.1.3. Análisis estadístico.**

Análisis de Varianza (ANDEVA).

### **3.1.4. Variable respuesta**

Contenido nutricional de los diferentes tratamientos como producto final.

### **3.1.5. Determinación del contenido de nutrientes**

Al final de la investigación se recolectó el abono de las cajas, en la que se colocó una muestra de cada tratamiento debidamente identificada en una bolsa plástica las cuales fueron trasladadas al laboratorio de suelos del Centro Universitario del Norte de la Carrera de Agronomía para realizar el análisis químico correspondiente.

### **3.1.6. Nutrientes cuantificados**

Potasio (K)

Calcio (Ca), Magnesio (Mg),

Cobre (Cu), Hierro (Fe) Manganeseo (Mn) y Zinc (Zn).

### **3.1.7. Tiempo de degradación de los sustratos.**

El tiempo se estableció en base al peso de los sustratos, por lo que se necesitó 200 lombrices para la producción del abono, en un periodo aproximado de seis meses.

### **3.2. Materiales y equipo**

1800 lombrices coqueta roja.

51 kg de desechos orgánicos (pulpa de café, jacinto acuático y ax).

Pileta de cemento dividida en 9 secciones de 0.65m de largo, 0.35 m de ancho y 0.25 de alto.

Balanza de reloj con capacidad de 20 lbs.

3 termómetros y 1 tamiz.

### **3.3 Procedimiento**

#### **3.3.1. Preparación del área de investigación.**

Antes de la implementación del experimento se realizó un lavado general de la pileta con agua y jabón, donde se limpió las paredes y el techo para que no existiera algún tipo de organismo que dañara a la lombriz.

#### **3.3.2. Recolección de sustratos**

La pulpa de café fue obtenida en el municipio de Carchá, el jacinto acuático en los alrededores del río Cahabón que pasa detrás del centro comercial plaza magdalena y el ax se recolectó en los alrededores de la granja experimental del Centro Universitario del Norte.

#### **3.3.3. Construcción de cajas y siembra de lombrices.**

Para llevar a cabo el experimento se dividió con madera la pileta en 9 secciones con las dimensiones de 0.35 x 0.65 x 0.25 m, cada división se forró con *nylon* de polietileno negro con 8 perforaciones en

el fondo, para facilitar de esta manera la aireación y el drenaje del humus producido, en cada tratamiento se colocó 5 kilogramos de los diferentes sustratos.

La pulpa de café tuvo una pre-descomposición de 30 días, en la cual semanalmente se registró la temperatura y se aplicó agua para su control, lo cual ayudo a eficientizar la transformación del sustrato a abono, en el caso de los tratamientos constituidos por los sustratos jacinto y ax requirió de un picado fino para luego incorporar las 200 lombrices en su estado adulto.

#### **3.3.4. Control de la pre-descomposición de los sustratos**

La pulpa de café tuvo 30 días de pre-descomposición, tiempo en el que se realizaban volteos diarios del sustrato para promover la aireación y la aceleración de la descomposición, se realizó lecturas de control de temperatura semanal, hasta alcanzar un rango óptimo de 20 a 21° C para la incorporación de la lombriz.

El jacinto acuático tuvo un día de pre-descomposición, mientras que el ax requirió de una deshidratación, que consistió en colocar las hojas sobre un patio de concreto durante una hora bajo sol, luego se requirió de una pre-descomposición de dos días para la incorporación de las lombrices.

#### **3.3.5. Manejo del proyecto**

El Lombrizario requirió de dos limpiezas por semana para disminuir la incidencia de las plagas, aun así se contó con la presencia de arañas (*Steatoda grossa*), mil pies (*Cylindroiulus sp*) y cochinillas de humedad (*Armadillidium opacum*).

La incidencia de estas plagas disminuyó la reproducción de lombrices, debido a que atacaron directamente los cocones, por lo que fue necesario realizar un control manual.

Para el registro de humedad fue necesario emplear la técnica de campo del puño cerrado<sup>14</sup> que consistía en colocar una pequeña cantidad de sustrato en la mano para ver si se formaba una estructura compacta al momento de cerrarla, al observar que no hubiera presencia de escurrimiento, se procedía a realizar un riego superficial.

Se realizó un riego semanal en el sustrato pulpa de café, aplicando un litro por repetición, mientras que en los sustratos ax y jacinto acuático se aplicaron 500ml en un intervalo aproximando de 15 días.

### **3.3.6. Cosecha**

Para la cosecha se utilizó el método de trampeo de lombrices, que consistió en dejar de alimentar la lombriz por 4 días, posteriormente se colocó alimento fresco en un extremo de la cama a manera de atraer a las lombrices, de esta forma las lombrices se movieron al material fresco en busca de alimento, permitiendo la recolección del abono producido.

---

<sup>14</sup> *Manual de compostaje del agricultor*. <http://www.fao.org/docrep/019/i3388s/i3388s>. (20 de marzo de 2015).



## CAPÍTULO 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 Presentación de cuadros de resultados y análisis de varianza

Mediante el análisis químico realizado en el laboratorio de suelos del Centro Universitario del Norte CUNOR se obtuvieron los siguientes datos del nivel nutricional de cada tratamiento con su respectiva repetición.

Tratamiento No. 1 = Ax

Tratamiento No 2 = Pulpa de café.

Tratamiento No.3 =Jacinto acuático.

### CUADRO 5. RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE MANGANESO EXPRESADOS EN PPM DE LOS SUSTRATOS UTILIZADOS

	Repeticiones			Yi	Yi
Tratamiento	I	II	III	Total	Media
<b>1</b>	0.3414	0.4469	0.3041	1.0924	0.3641
<b>2</b>	0.3243	0.2653	0.3227	0.9123	0.3041
<b>3</b>	1.322	0.571	1.0148	2.9078	0.9692
<b>Total</b>				4.9125	1.6374

Fuente: Laboratorio de suelos.

**CUADRO 6.**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE**  
**MANGANESO EXPRESADO EN PPM DE LOS SUSTRATOS**  
**UTILIZADOS**

<b>Fv</b>	<b>GI</b>	<b>Sc</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ftab</b>
<b>Tratamiento</b>	2	0.81	0.405	8.509	5.14
<b>Error</b>	6	0.3	0.05		
<b>Total</b>	8	1.11			

Fuente: Investigación de campo año 2 012.

**CUADRO 7.**  
**PRUEBA DE MEDIAS DE LA**  
**CONCENTRACIÓN DE MANGANESO**  
**POR MEDIO DE LA METODOLOGÍA**  
**DE TUKEY**

	<b>T3</b> 0.9692	<b>T1 0.3641</b>	<b>T2</b> 0.3041
<b>T2</b> 0.3041	0.6651	0.06 NS	0
<b>T1</b> 0.3641	0.6051	0	
<b>T3</b> 0.9692	0	Parámetro de comparación $w'=0.559$	

Fuente: Investigación de campo año 2 012.

#### 4.1.1 Prueba de Tukey

T1: ax

T2: pulpa de café

T3: Jacinto acuático

T1 T2 T3

Según la prueba de Tukey (cuadro 7) el par de medias subrayadas por la misma línea que corresponden a los tratamientos uno y dos, muestra que no hay diferencia significativa sobre ella, es decir que los tratamientos son iguales en valor nutricional, La media no subrayada por la misma línea que corresponde al T3, demuestra que si hay diferencia significativa, por lo que determina que el jacinto acuático con un alfa del 5 % resultó mejor tratamiento en cuanto al valor nutricional del Manganese correspondiéndole un valor de 0.9692 ppm, debido a que este sustrato supero el parámetro  $w = 0.559$ .

**CUADRO 8.  
RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN  
DE ZINC EXPRESADOS EN PPM DE LOS  
SUSTRATOS UTILIZADOS**

Repeticiones				Yi	Yi
Tratamiento	I	II	III	Total	Media
1	0.1208	0.2782	1.3579	1.7569	0.5856
2	0.2897	0.3663	0.0084	0.6564	0.2188
3	0.1502	1.3519	0.294	1.7961	0.5987
<b>Total</b>				4.2094	

Fuente: Laboratorio de suelos de Agronomía CUNOR.

**CUADRO 9.  
ANÁLISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE ZINC  
EXPRESADO EN PPM DE LOS SUSTRATOS UTILIZADOS**

<b>Fv</b>	<b>GI</b>	<b>Sc</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ftab</b>
<b>Tratamiento</b>	2	0.28	0.14	0.4566	5.14
<b>Error</b>	6	1.89	0.3066		
<b>Total</b>	8	2.12			

Fuente: Investigación de campo año 2 012.

**CUADRO 10.  
RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE HIERRO  
EXPRESADOS EN PPM DE LOS SUSTRATOS  
UTILIZADOS**

	<b>Repeticiones</b>			<b>Yi</b>	<b>Yi</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>Total</b>	<b>Media</b>
<b>1</b>	0.4989	0.4817	0.1548	1.1354	0.378
<b>2</b>	0.1262	0.5734	0.4932	1.1928	0.3976
<b>3</b>	0.3727	0.3441	0.5849	1.3017	0.4339
<b>Total</b>				3.6299	

Fuente: Investigación de campo 2 012.

**CUADRO 11.  
ANÁLISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE HIERRO  
EXPRESADO EN PPM DE LOS SUSTRATOS  
UTILIZADOS**

<b>Fv</b>	<b>GI</b>	<b>Sc</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ftab</b>
<b>Tratamiento</b>	2	0.0047	0.00235	0.0632	5.14
<b>Error</b>	6	0.2235	0.038		
<b>Total</b>	8	0.2282			

Fuente: Investigación de campo 2 012.

**CUADRO 12.  
RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE CALCIO  
EXPRESADOS EN PPM DE LOS SUSTRATOS  
UTILIZADOS**

Tratamiento	Repeticiones			Yi	Yi
	I	II	III	Total	Media
1	19.4935	20.8409	17.0747	57.4091	19.136
2	18.8784	20.1802	20.5315	59.5901	19.863
3	16.8965	7.6411	20.4534	44.991	14.997
<b>Total</b>				161.99	53.996

Fuente: Laboratorio de suelos de Agronomía CUNOR.

**CUADRO 13.  
ANÁLISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE  
CALCIO EXPRESADO EN PPM DE LOS SUSTRATOS  
UTILIZADOS**

Fv	GI	Sc	CM	Fc	Ftab
Tratamiento	2	41.35	13.783	0.8588	5.14
Error	6	96.29	16.048		
<b>Total</b>	8	137.64			

Fuente: Investigación de campo 2 012.

**CUADRO 14.  
RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE COBRE  
EXPRESADOS EN PPM DE LOS SUSTRATOS  
UTILIZADOS**

Tratamiento	I	II	III	Total	Media
1	1.6485	1.6462	1.6577	4.9524	1.6508
2	1.6531	1.6559	1.655	4.964	1.6578
3	1.6618	1.66	1.6531	4.9749	1.6583
<b>Total</b>				14.891	<b>μ =4.9669</b>

Fuente: Laboratorio de suelos de Agronomía CUNOR.

**CUADRO 15.**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DEL**  
**COBRE EXPRESADO EN PPM DE LOS SUSTRATOS**  
**UTILIZADOS**

<b>Fv</b>	<b>GI</b>	<b>Sc</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ftab</b>
<b>Tratamiento</b>	2	0.00106	0.00053	0.1099	5.14
<b>Error</b>	6	0.02894	0.00482		
<b>Total</b>	8	0.03			

Fuente: Investigación de campo 2 012.

**CUADRO 16.**  
**RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE MAGNESIO**  
**EXPRESADOS EN PPM DE LOS SUSTRATOS**  
**UTILIZADOS**

<b>Repeticiones</b>				<b>Yi</b>	<b>Yi</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>Total</b>	<b>Media</b>
<b>1</b>	5.0045	5.0074	5.546	15.5579	5.186
<b>2</b>	4.9599	5.2631	5.6599	15.8829	5.294
<b>3</b>	6.3412	5.9007	5.092	17.3339	5.778
<b>Total</b>				48.7747	16.2579

Fuente: Laboratorio de suelos de Agronomía CUNOR.

**CUADRO 17.**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DEL**  
**MAGNESIO EXPRESADO EN PPM DE LOS SUSTRATOS**  
**UTILIZADOS**

<b>Fv</b>	<b>GI</b>	<b>Sc</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ftab</b>
<b>Tratamiento</b>	2	0.00106	0.00053	0.1099	5.14
<b>Error</b>	6	0.02894	0.00482		
<b>Total</b>	8	0.03			

Fuente: Investigación de campo 2 012.

**CUADRO 18.  
RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DEL  
CONTENIDO DE POTASIO EXPRESADOS EN  
PPM DE LOS SUSTRATOS UTILIZADOS**

Tratamiento	Repeticiones			Yi	Yi
	I	II	III	Total	Media
1	12.002	12.015	12.012	36.029	19.136
2	12.089	12.0835	12.0761	36.248	19.863
3	12.096	12.0835	12.1237	36.303	14.997
<b>Total</b>				161.99	53.996

Fuente: Laboratorio de suelos de Agronomía CUNOR.

**CUADRO 19.  
ANÁLISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DEL  
POTASIO EXPRESADO EN PPM DE LOS SUSTRATOS  
UTILIZADOS**

Fv	Gl	Sc	CM	Fc	Ftab
Tratamiento	2	0.00106	0.00053	0.1099	5.14
Error	6	0.02894	0.00482		
<b>Total</b>	8	0.03			

Fuente: Investigación de campo 2 012.

Se puede observar en los cuadros presentados de análisis de varianza que los tratamientos no tienen diferencia significativa, por lo que se considera que los tratamientos 1 (ax), 2 (pulpa de café) y 3 (jacinto acuático) son iguales en valor nutritivo a excepción del contenido de Manganeso que mostró diferencia significativa, por lo cual se procedió a realizar la comparación de medias, en la que se determinó que el tratamiento 3 que corresponde a jacinto acuático contiene mayor concentración de este elemento.

## 4.2 ANÁLISIS DEL CONTENIDO NUTRICIONAL DE LOS SUSTRATOS

**CUADRO 20.  
CONTENIDO NUTRICIONAL DE CADA SUSTRATO  
EXPRESADO EN PPM**

Trat.	Magnesio	Potasio	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc	calcio
1	5.186	19.136	1.6508	0.378	0.3641	0.5856	19.136
2	5.294	19.863	1.6778	0.3976	0.3041	0.2188	18.136
3	5.778	14.997	1.6583	0.4339	0.9692	0.5987	14.997

Fuente: Laboratorio de suelos de Agronomía CUNOR 2012.

El cuadro 20 representa los resultados promedios del análisis de los elementos de los abonos orgánicos producidos, esto nos sirve para comparar entre cada sustrato su valor nutricional.

### a) Macronutrientes

En base a los datos obtenidos por medio del ANDEVA se pudo establecer que no hubo diferencia estadística significativa en cuanto al contenido de K entre los sustratos que fueron transformados en abonos, de tal manera que al observar la tabla 20 del análisis químico se puede establecer que el sustrato con mayor cantidad de este elemento fue la pulpa de café, seguido del ax y conteniendo una menor concentración de este elemento el jacinto acuático.

### b) Elementos secundarios

En el análisis de varianza (cuadro 17 y 13) para los elementos de magnesio y calcio muestra que magnesio no tuvo estadísticamente diferencia significativa.



Pero al observar el cuadro 20 del análisis realizado se puede establecer que el sustrato ax (*Polynmia maculata*) resultó superior a los sustratos pulpa de café (*Coffea arábica*) y jacinto acuático (*Eichhornia crassipes*) en cuanto a la concentración del elemento Ca.

### c) Micronutrientes

El análisis de varianza para micronutrientes no muestra diferencia significativa del contenido de los elementos Zn, Fe y Cu por lo que estadísticamente los tratamientos son iguales a excepción del elemento Mn que mostró diferencia significativa, según la prueba de Tukey (cuadro 7) el abono producido con mayor concentración de este elemento fue jacinto acuático.

El tratamiento tres que corresponde al jacinto acuático presentó mayor contenido de Magnesio, Hierro, Manganeso, Cobre y Zinc, mostrando menor contenido de Potasio y Calcio a comparación del sustrato pulpa de café que contiene un alto contenido de Potasio y Hierro y bajo contenido Magnesio, Hierro, Manganeso Zinc, Cobre y Calcio, el ax mostró menor nivel nutricional con excepción del Calcio.

### CUADRO 21. OBSERVACIONES DEL COMPORTAMIENTO DE LA LOMBRIZ COQUETA ROJA DURANTE LA PRIMERA SEMANA DE SIEMBRA

Sustrato	Observaciones
Pulpa de café ( <i>Coffea arábica</i> )	Desde el primer día las lombrices se dispersaron en el sustrato

Ax ( <i>Polymnia maculata</i> )	El exceso de humedad provocó la muerte de lombrices. El ax deshidratado y con dos días de pre descomposición resultó palatable para el núcleo de lombrices que se dispersaron a los dos días.
Jacinto acuático ( <i>Eichhornia crassipes</i> )	1-3 días de la siembra el núcleo se encontraba concentrado, 4-6 días dispersión de la lombriz paulatinamente, séptimo día en adelante la lombriz se dispersó completamente en el sustrato.

Fuente: Investigación de campo 2 012.

Al inicio del experimento se tuvo un período de pre-descomposición para cada sustrato; pulpa de café de 30 días, jacinto acuático un día y ax deshidratación de una hora y dos días de pre descomposición.

El ax con un día de pre descomposición generó excesivo contenido de humedad debido a que principalmente a nivel molecular posee un oligosacárido llamado inulina que tiene la propiedad de generar geles que retienen una gran cantidad de agua, lo que repercutió en el desarrollo de la lombriz provocando inflamación de las cavidades celofáticas dando como resultado el estallido del esófago y con ello la muerte de las lombrices.

Por lo anterior se recurrió a deshidratar el ax dejándolo bajo el sol por una hora y darle más tiempo de pre-descomposición para incorporar nuevamente las lombrices y así seguir con la evaluación del experimento.

El jacinto acuático con un día de pre-descomposición no mostró resultados desfavorables en cuanto a la aceptación de las lombrices debido a que contiene bajo contenido de taninos, mostrando un incremento menor de la población posiblemente por tener un bajo contenido de celulosa y un contenido moderable de proteínas que no son tan palatable para la lombriz, por lo tal razón el núcleo de lombrices en los primeros días de siembra se mantuvo concentrado.

De Soto establece: “*La materia orgánica suministrada no debe tener niveles de proteínas superiores al 19% porque puede producir una intoxicación proteínica*”<sup>15</sup>, por lo otro lado Paz Bautista considera “la biomasa producida por el lirio acuático contiene 17-21 % de proteína.<sup>16</sup>”, para deducir que el nivel de proteína pudo influir en cuanto a la concentración del núcleo de lombrices, y que poco a poco la lombriz la fue asimilando logrando que esta fuera ingerida y transformada a abono orgánico.

La pulpa de café posiblemente por su contenido de celulosa favoreció los procesos de oxigenación y evitó la compactación permitiendo de esta manera la reproducción de las lombrices y a la vez por el contenido de moléculas orgánicas que se encuentran en su construcción le resultó más palatable.

---

<sup>15</sup>De Soto. Flora. *Medicinal de San Bartolo Tutotepec*. <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/biblioteCadigital/bitstReam/231104/274/1/Flora%20Medicinal.pdf> usodeplantasmedicinales (17 de octubre de 2 012).

<sup>16</sup>Paz Bautista, José Eduardo. *Efecto de la gallinaza y lirio acuático en el rendimiento de pepino (Cucumis sativus L)*. San Miguel Petapa, Guatemala, usos de la biomasa del lirio acuático. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2113.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2113.pdf) (17 de octubre de 2 012).

“Según Loreba Lossel desde el momento que la celulosa es el componente primario de los tejidos celulares de la planta resulta adecuado para la alimentación de la coqueta roja<sup>17</sup>”.

---

<sup>17</sup> JB, Lorera Lossel. *Lombricultura*. (España: Consejería de Agricultura, ganadería y pesca 1 998):

## CONCLUSIONES

Con base a los datos obtenidos en el análisis químico del suelo, se pudo determinar que el tratamiento tres que corresponde al jacinto acuático (*Eichhornia crassipes*) aporta mayor cantidad de nutrientes en comparación de los otros sustratos, esto no significa que el sustrato ax (*Polymnia maculata*) y el sustrato pulpa de café (*Coffea arábica*) no sean eficientes sino que proporcionan menor concentración de ciertos elementos.

Se rechaza la hipótesis debido a que la pulpa de café no presentó mayor contenido de nutrientes (K, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn, y Fe), según el análisis de varianza no hay diferencia significativa por lo que los tratamientos son iguales estadísticamente en cuanto al nivel nutricional, pero el análisis químico de laboratorio muestra que existe diferencia numérica por lo que el sustrato que presentó mejores resultados fue el jacinto acuático.

De acuerdo a la prueba de Tukey cuadro 7, con un alfa del 5 % se determinó que el mejor tratamiento en cuanto al contenido de Manganeso (cuadro 5), con una media de 0.9692 ppm corresponde al Jacinto acuático.

El ax presentó mayor concentración de calcio, a diferencia de los demás tratamientos. Según el análisis de varianza estadísticamente no hay diferencia significativa, pero se puede observar en el análisis de laboratorio cuadro 20 que existe numérica entre los tratamientos. La pulpa de café mostró mejor eficiencia de transformación de los residuos orgánicos en humus producido debido a su contenido de celulosa y alto porcentaje de sustancias degradables en comparación con los otros sustratos.

En cuanto a la degradación de los sustratos el ax mostro menor tiempo de transformación a abono orgánico, siguiéndole la pulpa de café, mientras que el jacinto acuático mostro un proceso más lento de transformación.

La lombricultura resulto una técnica factible para la transformación de los residuos orgánicos evaluados en la investigación, proporcionando de esta manera una alternativa para disminuir la contaminación de los cuerpos de agua y así mismo aprovechar los recursos como el ax que es considerado como maleza.

## RECOMENDACIONES

Por la accesibilidad de la planta conocida como ax es recomendable utilizarla para alimento de la lombriz coqueta roja ya que proporciona como abono un buen contenido nutricional.

Utilizar pulpa madura de 28 o 30 días de pre-descomposición para evitar la muerte de las lombrices por los gases que genera este sustrato, al provocar altas temperaturas.

Al sustrato de pulpa de café aplicar aspersiones de agua cuando el sustrato pierda humedad para que la lombriz pueda movilizarse de mejor manera y degradar el alimento con mayor facilidad.

Realizar investigaciones para evaluar la incorporación de los tres sustratos ax, jacinto acuático y pulpa de café, para determinar el valor nutritivo y la adaptabilidad de la lombriz coqueta.

En el caso del ax también se puede colocar paja para que la lombriz tenga un medio de protección, debido a que este sustrato al generar geles retienen gran cantidad de humedad.

Para la utilización del jacinto acuático como alimento de la lombriz coqueta roja no incluir las raíces de la planta, además se debe de dejar un día de pre-descomposición para poder realizar la siembra del núcleo de lombrices, debido a que el primer día este sustrato genera un poco de calor que puede provocar la muerte de las lombrices.





## BIBLIOGRAFÍA

Baier Ann, Xet Ana María. Et. Al. *Fertilización Orgánica*. Guatemala: snt., 1 994.

Caal, Ramiro. Encargado de la granja experimental, entrevistado por [Jana Goldie Tiffany Juarez Salazar]. [Granja experimental de la carrera de agronomía CUNOR, 12 de Marzo 2 012]. *Alimentación de la lombriz coqueta roja*. [Archivo Word. Mis documentos. Computadora personal de Jana Goldie Tiffany Juarez Salazar].

Corletto Green, Cesar Leonel. *Evaluación de cuatro sustratos en la producción de lombriz California (Eisenia foétida)*. Tesis Licenciatura en Zootecnia. Centro Universitario del Norte- Universidad de San Carlos de Guatemala. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala: Carrera de Zootecnia, 1 998.

Cruz, Jorge René. *Zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento*. Guatemala: INAFOR., 1 982.

De Soto. Flora. *Medicinal de San Bartolo Tutotepec*. <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/biblioteCadigital/bitstReam/231104/274/1/Flora%20Medicinal.pdf> deuso deplantasmedicinales (17 de octubre de 2 012).

*Eichhornia crassipes* [http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservación-de-especies/eichhornia\\_crassipes\\_2013\\_tcm7-307062](http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservación-de-especies/eichhornia_crassipes_2013_tcm7-307062). (20 de marzo de 2 015).

*Estudio sistema de tratamiento de las aguas mieles en salcedo Republica Dominicana*. <http://www.cafeycaffe.org/web/index.php?optiu=com> (19 de febrero de 2 012).

*Humus de lombriz beneficio económico y ecológico*. <http://organicsa.net/humus-de-lombriz-beneficio-ecologico-y-economico.html> (19 de febrero de 2 012).

Lorera Lossel, JB. *Lombricultura*. España: Consejería de Agricultura, ganadería y pesca 1 998.

*Manual de compostaje del agricultor* <http://www.fao.org/docrep/019/i3388s/i3388s>.

Morales Medina, Leopoldo Waldemar. *Evaluación de tres sustratos a base de pulpa de café, tres poblaciones de lombriz coqueta roja (Eisenia foétida) y un digestor enzimático de rastrojos para la producción de humus San Cristóbal Verapaz*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Centro Universitario del Norte- Universidad de San Carlos de Guatemala. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala: Carrera de Agronomía, 2 001.

Paz Bautista, José Eduardo. *Efecto de la gallinaza y lirio acuático en el rendimiento de pepino (Cucumis sativus L). San Miguel Petapa, Guatemala, usos de la biomasa del lirio acuático*. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2113.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2113.pdf) (17 de octubre de 2 012).

Rodríguez Pérez de Agreda, Celia. *Los peligros de eutrofización de los cuerpos de agua por el vertimiento de las aguas residuales*. 2003. <http://www.ingenieroambiental.com/4014/peligros.pdf> (19 de febrero de 2 012).



---

Adán García Véliz  
Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa  
BIBLIOTECARIO

**ANEXOS**



## ANEXOS

### Diseño experimental completamente al azar con 3 repeticiones

Cuadro 9 tomado para ejemplificar el cálculo de los datos obtenidos en el análisis de varianza.

**Tabla 9.**  
**Resultados de la concentración de Hierro expresados en ppm de los sustratos utilizados.**

Tratamiento	Repeticiones			Yi	Yi
	I	II	III	Total	Media
1	0.4989	0.4817	0.1548	1.1354	0.378
2	0.1262	0.5734	0.4932	1.1928	0.3976
3	0.3727	0.3441	0.5849	1.3017	0.4339
<b>Total</b>				3.6299	

Fuente: Investigación de Campo 2 012.

**Tabla 21.**  
**Fórmulas para el análisis de varianza**

FV	GL	SC	CM	FC	FTAB
T	t-1	$\sum y_i.^2/r$ Fcor	S <sub>trat</sub> /I <sub>trat</sub>	C <sub>mtrat</sub> /C <sub>ME</sub>	F <sub>tab</sub>
					G <sub>Itrat</sub> /G <sub>IE</sub> $\alpha$
Error	t(r-1)	S <sub>ctot</sub> - S <sub>ctrat</sub>	SCE/GLE		
Total	tr-1	$\sum y_{ij}^2 - Fcor$	-----		

Fuente: Investigación de Campo 2 012.

- SC tratamientos:  $\sum Y_i.^2/r - Y_{..}^2/t*r$   
 $= (1.1354^2 + 1.1928^2 + 1.3017^2)/3 - 3.6299^2/(3*3) = 0.0047$
  
- SC totales =  $\sum Y_{ij}^2 - Y_{..}^2/t*r$   
 $= (0.4989^2 + 0.4817^2 + 0.1548^2 + 0.1262^2 + \dots + 0.5849^2) - 3.6299^2/(3*3) = 0.2282$
  
- ScError = SCTotales – SCtratamientos  
 $= 0.2282 - 0.0047 = 0.2235$
  
- CM = Sctrat/ ltrat  
 $0.0047/2 = 0.00235$   
 $0.2235/6 = 0.0380$
  
- Fc = Cmtrat/CME  
 $0.00235/0.0380 = 0.0632$



# CUNOR

CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

Universidad de San Carlos de Guatemala



15149

El Director del Centro Universitario del Norte de la Universidad de San Carlos, luego de conocer el dictamen de la Comisión de Trabajos de Graduación de la carrera de:

## Técnico en Producción Agrícola

Al trabajo titulado:

**Evaluación de tres sustratos, Jacinto Acuático (*Eichhornia crassipes*), Pulpa de Café (*Coffea arábica*) y Ax (*Polymnia maculata*)**

Presentado por el (la) estudiante:

**Jana Goldie Tiffany Juarez Salazar**

Autoriza el

# IMPRIMASE

*"Id y enseñad a todos"*

  
Lic. Zoot. M.A. ~~Fredy Giovanni Macz~~ Choc  
DIRECTOR

Cobán, Alta Verapaz octubre del 2015

