

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN



**INFORME FINAL DEL EJERCICIO PROFESIONAL
SUPERVISADO, REALIZADO EN BIOTOPO UNIVERSITARIO
PARA LA CONSERVACIÓN DEL QUETZAL MARIO DARY
RIVERA Y EN EL CASERÍO CUMBRE DEL CARPINTERO,
PURULHÁ, BAJA VERAPAZ**

ARLENY EDELMIRA LÓPEZ ALONZO

COBÁN, ALTA VERAPAZ, OCTUBRE DE 2018

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**INFORME FINAL DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO,
REALIZADO EN BIOTOPO UNIVERSITARIO PARA LA
CONSERVACIÓN DEL QUETZAL MARIO DARY RIVERA Y EN EL
CASERÍO CUMBRE DEL CARPINTERO, PURULHÁ, BAJA
VERAPAZ**

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

POR

**ARLENY EDELMIRA LÓPEZ ALONZO
CARNÉ 201345370**

**COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA
EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

COBÁN, ALTA VERAPAZ, OCTUBRE 2018

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR MAGNÍFICO

Ing. *MSc* Murphy Olympo Paiz Recinos

CONSEJO DIRECTIVO

PRESIDENTE: Lic. Zoot. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales

SECRETARIA: Lcda. T.S. Floricelda Chiquin Yoj

REPRESENTANTE DE DOCENTES: Ing. Geól. César Fernando Monterroso Rey

REPRESENTANTE DE EGRESADOS: Lic. Abg. Not. Edwin Alcides Barrios Sosa

REPRESENTANTES DE ESTUDIANTES: PEM Disraely Dárin Manfredy Jom Hernández
Br. Karla Vanessa Barrera Rivera

COORDINADOR ACADÉMICO

Ing. Ind. Francisco David Ruíz Herrera

COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Agr. Julio Oswaldo Méndez Morales

COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

COORDINADOR: Ing. Agr. M.A. Marcos Rafael Flores Delgado

SECRETARIA: Ing. Qco. Karen Elizabeth Vásquez Villeda

VOCAL: Ing. Agr. Julio Oswaldo Méndez Morales

REVISORA DE REDACCIÓN Y ESTILO

Lcda. T.S. Nadia Mariana Muñoz Castro

REVISOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Ing. Nery Alejandro Chocooj Barrientos

ASESOR

Ing. Julio Oswaldo Méndez Morales

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



CENTRO UNIVERSITARIO
DEL NORTE (CUNOR)
CARRERA IGAL

Código Postal 16001 - Cobán, Alta Verapaz
PBX: 79 566600 Ext. 224
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.
Guatemala, C. A.
e. e.: igal_cunor@hotmail.com

Ref. No. 15-IGAL-090-2018

Cobán, 27 de agosto 2018

Señores Miembros
Comisión de Trabajos de Graduación
Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local
Centro Universitario del Norte -CUNOR-
Cobán Alta Verapaz

Respetables señores:

Atentamente hago de su conocimiento, que he revisado el Trabajo de graduación titulado: *INFORME FINAL DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO, REALIZADO EN BIOTOPO UNIVERSITARIO PARA LA CONSERVACIÓN DEL QUETZAL MARIO DARY RIVERA Y EN EL CASERÍO CUMBRE DEL CARPINTERO PURULHÁ, BAJA VERAPAZ.* Elaborado por la estudiante Arleny Edelmira López Alonzo, carné número 201345370.

Tomando en cuenta que se cumplió con revisión; respetuosamente solicito darle el trámite correspondiente, para los efectos consiguientes.

Atentamente.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Julio Oswaldo Méndez Morales
Asesor principal



c. c. Archivo.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



**CENTRO UNIVERSITARIO
DEL NORTE (CUNOR)
CARRERA IGAL**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
PBX: 79 566600 Ext. 224
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.
Guatemala, C. A.
c. e.: igal_cunor@hotmail.com

Ref. No. 15-IGAL-104-2018

Cobán, 07 de septiembre 2018

Señores Miembros
Comisión de Trabajos de Graduación
Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local
Centro Universitario del Norte –CUNOR-
Cobán Alta Verapaz

Respetables señores:

Atentamente hago de su conocimiento, que he revisado el Informe Final de graduación titulado: *INFORME FINAL DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO, REALIZADO EN BIOTOPO UNIVERSITARIO PARA LA CONSERVACIÓN DEL QUETZAL MARIO DARY RIVERA Y EN EL CASERÍO CUMBRE DEL CARPINTERO PURULHÁ, BAJA VERAPAZ.* Elaborado por la estudiante Arleny Edelmira López Alonzo, carné número 201345370.

Tomando en cuenta que se cumplió con revisión; respetuosamente solicito darle el trámite correspondiente, para los efectos consiguientes.

Atentamente.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Nery Alejandro Chocooj Barrientos
Docente Revisor



c. c. Archivo.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



**CENTRO UNIVERSITARIO
DEL NORTE (CUNOR)
CARRERA IGAL**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
PBX: 79 566600 Ext. 224
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.
Guatemala, C. A.
e. c.: igal_cunor@hotmail.com

Ref. No. 15-IGAL-126-2018

Cobán, 23 de octubre 2018

Señores Miembros
Comisión de Trabajos de Graduación
Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local
Centro Universitario del Norte –CUNOR-
Cobán Alta Verapaz

Respetables señores:

Atentamente hago de su conocimiento, que he finalizado la revisión en cuanto a redacción y estilo del trabajo de graduación titulado: *INFORME FINAL DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO, REALIZADO BIOTOPO UNIVERSITARIO PARA LA CONSERVACIÓN DEL QUETZAL MARIO DARI RIVERA Y EN CASERÍO CUMBRE DEL CARPINTERO, PURULHÁ, BAJA VERAPAZ*, elaborado por la estudiante Arleny Edelmira López Alonzo carné número 201345370.

El trabajo en mención cumple con los requisitos establecidos por el Centro Universitario del Norte de la Universidad de San Carlos de Guatemala; por tanto, se remite a esa instancia para que continúe con el trámite correspondiente.

Atentamente.

"Id y Enseñad a Todos"


Licda. T. S. Nadia Mariana Muñoz Castro
Revisora de Redacción y Estilo

c. c. Archivo.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



CENTRO UNIVERSITARIO
DEL NORTE (CUNOR)
CARRERA IGAL

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
PBX: 79 566600 Ext. 224
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.
Guatemala, C. A.
e. e.: igal_cunor@hotmail.com

Ref. No. 15-IGAL-129-2018

Cobán, 24 de octubre 2018

Licenciado
Lic. Zoot. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales
Director del CUNOR
Cobán Alta Verapaz

Licenciado Eskenasy:

Luego de conocer los dictámenes favorables del asesor, revisor de trabajos de graduación y de la revisora de redacción y estilo; esta Comisión da el visto bueno al trabajo de graduación titulado: *INFORME FINAL DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO, REALIZADO EN BIOTOPO UNIVERSITARIO PARA LA CONSERVACIÓN DEL QUETZAL MARIO DARY RIVERA Y EN EL CASERÍO CUMBRE DEL CARPINTERO, PURULHÁ, BAJA VERAPAZ* elaborado por la estudiante Arleny Edelmira López Alonzo, carné número 200931146, previo a optar al título de Ingeniero en Gestión Ambiental Local.

Atentamente.

"D y Enseñad a Todos"

Ing. Agr. M. A. Marcos Rafael Flores Delgado
Coordinador Comisión de Trabajos de Graduación



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 trabajo de graduación titulado: Informe final del ejercicio profesional supervisado, realizado en Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal Mario Dary Rivera y en el caserío Cumbre del Carpintero, Purulhá, Baja Verapaz, como requisito previo a optar al título profesional de Ingeniera en Gestión Ambiental Local.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'A. Edelmira López Alonzo', is centered on the page.

Arleny Edelmira López Alonzo

Carné 201345370

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 cada 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.

ACTO QUE DEDICO

A

DIOS

Por su infinito amor y bendiciones, por acompañarme para poder sobrellevar cada etapa a lo largo de mi vida. La honra y la gloria sea para él.

A MIS PADRES

Mami y Papi por su amor y apoyo incondicional a lo largo de mi vida por la lucha constante de verme cumplir todos mis sueños.

A MI HERMANA

Alejandra porque con tu ejemplo me has inspirado a querer salir adelante a pesar de cualquier obstáculo.

A MI HERMANO

Everardo, por estar conmigo siempre que te he necesitado no importando las peleas que pudiéramos tener, que mi triunfo te motive a seguir luchando por todo lo que te has propuesto a lo largo de tu vida.

A MIS AMIGOS

Por su apoyo en las diferentes etapas de mi vida, por hacer que la vida sea más alegre y divertida.

A MI FAMILIA

Por su cariño a lo largo de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A

DIOS

Por guiarme y darme las capacidades necesarias para poder culminar con éxito una de las etapas más importantes de mi vida.

MIS PADRES

Gracias mami y papi por su esfuerzo, dedicación y apoyo porque sin ustedes nada de esto sería posible.

HERMANOS

Gracias por su amor y su ayuda en cada momento de mi vida.

A LAS FAMILIAS

Daetz Cordero y esposos Daetz Chocooj: Ale, Ronal, Doña Miriam, Don Carlos y mis muy queridos hermanitos porque su apoyo y cariño en estos 8 años ha sido de gran significado para mi vida.

A MIS AMIGOS Y AMIGAS

Por los consejos, apoyo y cariño que he recibido de cada uno de ustedes estos años, porque su amistad me ha llenado de alegría.

AL INGENIERO

Víctor Manuel Lobos por brindarme su apoyo y enseñanza para el desarrollo de mi formación profesional y el enriquecimiento de este documento.

AL CASERÍO

Cumbre del Carpintero, Purulhá Baja Verapaz
por abrirme las puertas de su comunidad, sus hogares y sus corazones al permitirme realizar con éxito las actividades en conjunto planteadas, porque su hospitalidad hacia mi persona me lleno de alegría.

CATEDRÁTICOS DE IGAL

Gracias por brindarme el conocimiento necesario para culminar mi carrera profesional.

USAC

A la gloriosa y tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala por ser mi casa de estudios.

Y

A usted que me acompaña en uno de los momentos más importantes de mi vida, infinitas gracias.

ÍNDICE GENERAL

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS	vii
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3

CAPÍTULO 1 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA

1.1	Localización geográfica	6
1.2	Condiciones climáticas	7
1.3	Condiciones edáficas	7
1.4	Vías de acceso	8
1.5	Recursos	8
	1.1.1 Hídricos	8
	1.1.2 Flora	8
	1.1.3 Fauna	9
	1.1.4 Bosque	9
1.6	Situación socioeconómica	10
	1.6.1 Demografía	10
	1.6.2 Vivienda	10
	1.6.3 Niveles de pobreza	11
	1.6.4 Educación	11
	1.6.5 Salud	12
	1.6.6 Economía	12
1.7	Organización comunitaria	13
1.8	Problemas y fortalezas encontrados	14

CAPÍTULO 2 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

2.1	Análisis bacteriológico del agua utilizada para consumo	15
	2.1.1 Objetivo	16
	2.1.2 Metodología	16
	2.1.3 Resultados	17

2.2	Talleres a padres de familia sobre la aplicación de prácticas adecuadas	18
	2.2.1 Objetivo	19
	2.2.2 Metodología	19
	2.2.3 Resultados	21
2.3	Mejoramiento de las condiciones del área del nacimiento de agua del Caserío Cumbre del Carpintero	22
	2.3.1 Objetivo	22
	2.3.2 Metodología	23
	2.3.3 Resultados	24
2.4	Talleres de concientización sobre la conservación de fuentes hídricas	25
	2.4.1 Objetivo	25
	2.4.2 Metodología	26
	2.4.3 Resultados	29
2.5	Talleres de educación ambiental con los estudiantes de primaria de la Escuela Oficial Rural Mixta Cumbre del Carpintero	30
	2.5.1 Objetivo	30
	2.5.2 Metodología	30
	2.5.3 Resultados	33
2.6	Intervención multidisciplinaria	34
	2.6.1 Proyecto multidisciplinario	34
	2.6.2 Proyecto de convivencia: Huertos familiares	36
2.7	Apoyo institucional	37
	2.7.1 Programa de educación ambiental en escuelas primarias de la zona de amortiguamiento del biotopo del Quetzal	37
	2.7.2 Talleres para miembros del COCODE de la aldea Unión Barrios, Salamá, Baja Verapaz	40

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1	Análisis bacteriológico del agua utilizada para consumo	43
3.2	Talleres a padres de familia sobre la aplicación de prácticas adecuadas para el tratamiento de agua utilizada para consumo y uso doméstico	45
3.3	Mejoramiento de las condiciones del área del nacimiento de agua del caserío Cumbre del Carpintero	46
3.4	Talleres de concientización sobre la conservación de fuentes hídricas	47
3.5	Talleres de educación ambiental con los estudiantes de Primaria de la Escuela Oficial Rural Mixta Cumbre del Carpintero	48
3.6	Intervención multidisciplinaria	49

3.7	Apoyo institucional	50
-----	---------------------	----

CAPÍTULO 4 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1	Aspecto específicos	53
	4.1.1 Resumen	53
	4.1.2 Planteamiento del problema	54
	4.1.3 Justificación	56
	4.1.4 Marco teórico	57
	4.1.5 Objetivos	62
	4.1.6 Hipótesis	62
	4.1.7 Metodología	63
	4.1.8 Análisis y discusión de resultados	75
4.2	Estrategia	88
	4.2.1 Presupuesto	88
	4.2.1 Recursos	88
4.3	Conclusiones de la investigación	88
4.4	Recomendaciones de la investigación	89
	CONCLUSIONES	91
	RECOMENDACIONES	93
	BIBLIOGRAFÍA	95
	ANEXOS	97

ÍNDICE DE MAPAS

1	Ubicación geográfica caserío Cumbre del Carpintero	6
2	Polígono del área de estudio caserío Cumbre del Carpintero, Purulhá B. V.	64
3	Ubicación de parcelas dentro del Caserío Cumbre del Carpintero	65
4	Ubicación de 5 parcelas de muestreo caserío Cumbre del Carpintero	66

ÍNDICE DE CUADROS

1	Identificación de algunas especies florales en el caserío Cumbre del Carpintero	8
2	Identificación de fauna más sobresaliente en el caserío Cumbre del Carpintero	9
3	Identificación de especies arbóreas más sobresalientes del caserío Cumbre del Carpintero	10
4	Análisis bacteriológico	18
5	Asistencia de los participantes a los talleres de métodos de desinfección	22

6	Resultados obtenidos de los talleres de conservación de fuentes hídricas, caserío Cumbre del Carpintero	30
7	Asistencia de los estudiantes a cada taller	33
8	Distribución de escuelas por semana para la asistencia a Talleres	38
9	Niveles de cloración en base a monitoreo del tanque de distribución, aldea Unión Barrios	41
10	Alumnos participantes en talleres de escuelas primarias	51
11	Ecuaciones de biomasa	70
12	Especies identificadas en la parcela 1 de muestreo en caserío Cumbre del Carpintero	72
13	Especies identificadas en la parcela 2 de muestreo en caserío Cumbre del Carpintero	73
14	Especies identificadas en la parcela 3 de muestreo en caserío Cumbre del Carpintero	74
15	Especies identificadas en la parcela 4 de muestreo en caserío Cumbre del Carpintero	74
16	Especies identificadas en la parcela 5 de muestreo en caserío Cumbre del Carpintero	75
17	Datos hojarasca, suelo y maleza de las 5 sub parcelas	76
18	Biomasa total seca de la maleza y hojarasca	77
19	Densidad de carbono	78
20	Promedios por parcela de la aplicación de ecuación de Biomasa	79
21	Densidad de carbono árboles	79
22	Carbono por especies encontradas	80
23	Sustitución densidad de carbono en el suelo	84
24	Resultados finales de contenido de carbono por parcela	85

ÍNDICE DE IMÁGENES

1	Distribución de sub parcelas dentro de las parcelas de muestreo de 1 000 metros cuadrados	67
2	Ejemplo de medición de peso	68

ÍNDICE DE GRÁFICAS

1	Jerarquización de problemas encontrados	14
2	Carbono por especies forestales	81
3	Profundidad de suelo por parcelas	82
4	Relación de variables planteadas, curva regresión	87

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

1	Mejoramiento del tanque de captación del nacimiento de agua, caserío Cumbre del Carpintero	47
---	---	----

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

BUCQ	Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal.
CAP	Centro de Atención Permanente, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
Cm	Centímetros.
CARE	Internacional, América Latina y el Caribe.
COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo.
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas
DAP	Diámetro a la Altura del Pecho.
DBH	Diámetro Base Altura
EORM	Escuela Oficial Rural Mixta.
EPSUM	Ejercicio Profesional Supervisado Multidisciplinario.
G	Gramos.
GTM	Guatemala Transversal de Mercator.
Ha	Hectárea.
INAB	Instituto Nacional de Bosques.
Kg	Kilogramo.
PHAST	Transformación Participativa para la Higiene y el Saneamiento.
Mts	Metros.
Tn	Toneladas.

RESUMEN

Como parte del proceso de aprendizaje se realizó el ejercicio profesional supervisado en la sede de Biotopo Universitario para la conservación del Quetzal “Mario Dary Rivera” ubicado en el municipio de Purulhá, Baja Verapaz.

Se trabajó específicamente en el caserío Cumbre del Carpintero iniciando con el diagnóstico ambiental comunitario en donde se implementaron herramientas participativas como entrevistas, encuestas, mapas de recursos naturales, diálogos semi estructurados, lluvia de ideas y observación, para conocer la situación actual del caserío e identificar las debilidades y fortalezas del mismo.

Al jerarquizar los problemas se generaron actividades como: análisis bacteriológico de las principales fuentes de agua acompañado de talleres sobre prácticas adecuadas para el tratamiento de agua para consumo, ligado al mejoramiento de las condiciones del tanque de captación del nacimiento de agua, talleres enfocados a padres de familia y a estudiantes del nivel primario sobre temas de conservación de recursos naturales en el caserío los cuales iban acompañados de actividades en donde se involucraba a todos los pobladores.

A través del involucramiento comunitario se llevó a cabo la investigación inferencial concerniente a la estimación del contenido del carbono en la masa forestal del caserío Cumbre del Carpintero, donde se determinó los niveles de carbono que el bosque es capaz de almacenar.

A partir de las actividades realizadas se pudo incentivar y motivar a los comunitarios en darle seguimiento al mejoramiento ambiental de su comunidad lo cual se vio reflejado en la disposición para llevar a cabo las actividades relacionadas a la cuantificación de carbono.

Por medio de la medición de parámetros establecidos para la cuantificación, se determinaron 91.80 toneladas de carbono existentes en la masa forestal del caserío Cumbre del Carpintero, esta información sirvió de complemento para la concientización de los habitantes de dicho lugar a cerca de la importancia de la protección y conservación del recurso forestal y la riqueza ambiental que provee, para el aprovechamiento sostenible del recurso por medio de la adopción de programas de incentivos gestionadas por parte de los miembros del COCODE hacia organismos de la cooperación internacional, instituciones privadas o públicas.

INTRODUCCIÓN

En el ejercicio profesional supervisado de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local realizado en la sede Biotopo Universitario para la conservación del Quetzal “Mario Dary Rivera” ubicado en el municipio de Purulhá, Baja Verapaz; por medio de actividades formuladas a partir de la fase diagnóstica se brindó un servicio de extensión comunitaria para la generación de propuestas de solución a través de acciones congruentes hacia el desarrollo equitativo comunitario en el área de intervención priorizada correspondiente al caserío Cumbre del Carpintero.

Por medio del involucramiento comunitario se recolectó información que permitió la generación de un diagnóstico ambiental comunitario, dando a conocer la realidad socio ambiental del área de intervención. Entre las principales debilidades encontradas destaca la falta de acceso al recurso hídrico, la contaminación hacia fuentes hídricas y la falta de concientización sobre el manejo de recursos naturales, así mismo se pudieron identificar las fortalezas como el acceso a la educación primaria, familias integradas y la buena organización comunitaria que permitió el desarrollo de actividades planteadas en el plan de trabajo.

Las actividades más significativas realizadas con los pobladores se tuvo la reforestación de áreas de recarga hídrica, el mejoramiento del área de uno de los principales nacimientos de agua del caserío Cumbre del Carpintero y el desarrollo de talleres con temas relacionados a la conservación de recursos naturales existentes en la zona. Con el fin de brindar apoyo hacia la sede de práctica, se

trabajó con las comunidades de la zona de amortiguamiento del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal, en donde se realizaron actividades con adultos y niños para generar conciencia y alternativas para la conservación de los recursos naturales existentes en la zona.

Como complemento de la fase de campo establecida por el ejercicio profesional supervisado se integra la investigación inferencial titulada: Estimación del contenido de carbono almacenado en la masa forestal del caserío Cumbre Del Carpintero, Purulhá, Baja Verapaz; que forma parte de la zona de amortiguamiento del Biotopo Del Quetzal.

La metodología empleada en la estimación del contenido de carbono corresponde a la desarrollada por la Universidad del Valle de Guatemala en conjunto con Internacional, América Latina y el Caribe CARE, Guatemala que permite el involucramiento de vecinos para la identificación de especies y que pueda ser adaptada a las condiciones de la zona de intervención. El área de estudio correspondía a un bosque latifoliado, donde la especie arbórea sobresaliente a partir del inventario realizado en las parcelas de estudio corresponde a (*Cyathea arbórea*) chut' que es la más se encontrada en la zona.

La información de la cuantificación de carbono se suma hacia las actividades de mejoramiento ambiental llevadas a cabo dentro del caserío en donde se involucró a padres de familia y niños para que existiera un mayor compromiso con el seguimiento de las mismas, para la preservación y protección de recursos naturales de su comunidad en donde las únicas limitaciones fueron la falta de autorización de parte de propietarios que no residen en el lugar para realizar mediciones dentro de sus terrenos en lo relacionado a la investigación inferencial.

OBJETIVOS

General

Establecer actividades que promuevan la conservación del medio ambiente en el caserío Cumbre del Carpintero, Purulhá, Baja Verapaz.

Específicos

Determinar los niveles de contaminación del agua utilizada para consumo humano en el caserío Cumbre del Carpintero por medio de análisis bacteriológico.

Concientizar a los vecinos sobre la importancia de la conservación de fuentes hídricas y demás recursos naturales existentes en la comunidad.

Generar información por medio de la investigación inferencial relacionada a la estimación del contenido de carbono de la masa forestal del caserío para el aprovechamiento del recurso bosque por parte de los habitantes del mismo.

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA

El Biotopo del Quetzal Mario Dary Rivera forma parte de una de las siete áreas protegidas que tiene a su cargo la Universidad de San Carlos de Guatemala por medio del centro de estudios conservacionistas.

Creado el 2 de junio de 1976 cuando el Concejo municipal de Salamá, Baja Verapaz, otorgó en usufructo dicha área protegida a favor de la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la USAC.

Los asentamientos humanos alrededor del Biotopo del Quetzal han representado una amenaza para la conservación de los recursos naturales y así mismo el aumento de la población ha provocado una mayor presión sobre los mismos.

Las siguientes comunidades del biotopo del Quetzal forman la zona de amortiguamiento:

- a. Cuchilla del Nogal.
- b. Cumbre del Carpintero.
- c. Rincón del Quetzal.
- d. Río Colorado.
- e. Unión Barrios.

1.2 Condiciones climáticas

A partir de la zona de vida bosque muy húmedo subtropical frío en donde el régimen de lluvias es de mayor duración. La biotemperatura oscila entre los 16°C a los 23° C. El régimen de lluvias es de mayor duración, lo que influencia en la vegetación existente en el área. La precipitación anual varía de 2 045 a 2 514 mm.

1.3 Condiciones edáficas

Según la clasificación de *Simmons* del año 2010 el área de estudio cuenta con una topografía quebrada, una pendiente del 30%, esta comunidad se encuentra ubicada en la región natural de las tierras calizas altas del norte, según la clasificación realizada por el Instituto Nacional de Bosques INAB.

Simmons indica que son los suelos de los cerros de la caliza (II), bajo la serie de suelos Tamahú (Tm). Esto indica que los suelos del caserío Cumbre del Carpintero están constituidos por partículas que van de mediana a fina y por lo general las texturas que se encuentran son de tipo franco – arcilloso.

“Se encuentra situada a la orilla de la Sierra de las Minas dentro del Corredor Biológico, es por ello que las geoformas existentes hacen que el relieve sea muy accidentado. Todo esto hace que los terrenos sean muy inclinados y tengan altos porcentajes de pendiente, la erosión hídrica es un factor muy degradante para los suelos”¹.

¹ Simmons, C.H.; Tarano J.M.; Pinto J.H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Por Pedro Tirado Sulsona, Guatemala. José pineda Ibarra. 1000 p.

1.4 Vías de acceso

Se puede acceder a la comunidad por una entrada principal localizada a orilla de la carretera en el kilómetro 164 de la ruta CA-14 hacia Cobán, Alta Verapaz.

1.5 Recursos

1.5.1 Hídricos

En la actualidad existen dos fuentes de agua dentro de la comunidad y otras que son intermitentes las cuales son utilizadas solo en épocas de invierno.

Una de las fuentes de abastecimiento de agua proviene de un nacimiento de la parte alta de la comunidad en donde el caudal es constante a diferencia del nacimiento ubicado en la parte baja, que tiende a desaparecer en la temporada de verano.

1.5.2 Flora

CUADRO 1 IDENTIFICACIÓN DE ALGUNAS ESPECIES FLORALES EN EL CASERÍO CUMBRE DEL CARPINTERO

ESPECIES
Chatías (<i>Catharanthus roseus</i>)
Margaritas (<i>Bellis perennis</i>)
Gladiolas (<i>Gladiolus illyricus</i>)
Hortensia (<i>Hydrangea</i>)
Albahaca (<i>Ocimum basilicum</i>)
Epazote (<i>Dysphania ambrosioides</i>)

Fuente: Jardín Virtual. http://www.mazulagia.com/jardinvirtual/jardinvirtual_ncom.htm. Año 2017.

1.5.3 Fauna

CUADRO 2 IDENTIFICACIÓN DE FAUNA MAS SOBRESALIENTE EN EL CASERÍO CUMBRE DEL CARPINTERO

ESPECIES
Aves
Palomas (<i>Columba livia</i>)
Chachas (<i>Ortalis vetula</i>)
Gallinas (<i>Gallus gallus domesticus</i>)
Clarineros (<i>Quiscalus mexicanus</i>)
Gorriones (<i>Passer domesticus</i>)
Artrópodos
Arañas (<i>Araneae sp.</i>)
Mariposas (<i>Lepidoptera sp.</i>)
Grillos (<i>Gryllidae sp.</i>)
Reptiles
Culebras (<i>Colubridae sp.</i>)
Mamíferos
Tacuazín (<i>Didelphis marsupialis</i>)
Comadreja (<i>Mustela nivalis</i>)
Lince (<i>Lynx sp.</i>)
Armadillos (<i>Dasypodidae</i>)
Ardillas (<i>Sciurus vulgaris</i>)

Fuente: Botánica http://www.botanicalonline.com/animales/nombres_animales.htm. Año 2017.

1.5.4 Bosque

Por las condiciones climáticas existentes en el área se pueden encontrar especies arbóreas y arbustivas que se han desarrollado adecuadamente con el pasar de los años. En la comunidad se encuentran diferentes especies entre las que se pueden mencionar:

CUADRO 3 IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS SOBRESALIENTES DEL CASERÍO CUMBRE DEL CARPINTERO

ESPECIES
Ciprés (<i>Cupressus sp.</i>)
Liquidámbar (<i>Liquidambar styraciflua</i>)
Guarumo (<i>Cecropia peltata</i>)
Encino (<i>Quercus sp.</i>)
Cuje de montaña (<i>Inga spuria</i>)
Palo blanco (<i>rosedendrom donell smitthii</i>)

Fuente: Árboles nombre científico. <http://fichas.infojardin.com/arboles/nombrecientifico.htm>. Año 2017.

1.6 Situación socioeconómica

1.6.1 Demografía

A partir del censo realizado por miembros del COCODE del caserío en el año 2016 se determinó una población de 162 personas, conformada por 37 familias, las cuales constan de 33 hombres, 30 mujeres y 99 niños.

1.6.2 Vivienda

Todos los habitantes tienen casa propia. El 85% de las viviendas están construidas por paredes de madera, techo de lámina, piso de tierra y el 15% construidos de concreto, estas viviendas se consideran informales, debido a que no cuentan con los servicios básicos necesarios, ni con los ambientes adecuados dentro de la misma. A pesar de que existen casas que están hechas de *block* con piso de torta de cemento no conforman la categoría de viviendas formales debido a la falta de servicios básicos de los cuales la comunidad en general carece.

1.6.3 Niveles de pobreza

El municipio de Purulhá se encuentra dentro de los 125 municipios con pobreza extrema a nivel nacional y el segundo a nivel departamental.

La media de integrantes por familia dentro de la comunidad es de 5 lo que significa que son familias numerosas en donde los ingresos no logran cubrir el total de las necesidades básicas, al tener una fuente de ingreso irregular, porque trabajan jornales de siembra o de cosecha y no es un empleo fijo por parte de los padres de familia.

1.6.4 Educación

Actualmente el caserío cuenta con una escuela en donde se imparten clases a los grados de primaria y pre primaria que son cubiertos por dos docentes y en ocasiones por practicantes del nivel medio.

El total de niños inscritos en la escuela primaria, corresponde a 37 estudiantes, debido a que existe un alto índice de deserción escolar que se ve reflejado mayormente en los niños mayores de 10 años, en donde se le da prioridad para que los niños puedan acompañar al padre de familia en actividades relacionadas con la agricultura y de esta manera obtener otro ingreso económico en la familia.

La escuela cuenta únicamente con dos aulas lo que implica que la docencia sea impartida a nivel multigrado, también con una cocina hecha de carrizo y techo de paja que es utilizada para la preparación de refacciones para los niños. Es importante mencionar que las familias han tenido pocas oportunidades para estudiar, un 70% de la población es analfabeta y el 30% ha cursado el nivel primario.

1.6.5 Salud

El caserío no cuenta con un centro de convergencia por lo que los comunitarios deben movilizarse hacia el puesto de salud más cercano que está ubicado en la aldea de la Unión Barrios del municipio de Salamá, de lo contrario asisten a consultas médicas que brinda el personal de salud del Centro de Atención Permanente del municipio de Purulhá y en ocasiones brindan servicios de vacunación directamente en la comunidad.

Las enfermedades más comunes que padecen los pobladores del caserío Cumbre del Carpintero corresponden a: enfermedades respiratorias agudas, debido a las bajas temperaturas que predominan en casi todo el año y enfermedades gastrointestinales provocadas por las malas condiciones sanitarias en las que viven.

En los últimos años se han observado índices de desnutrición debido a las condiciones de precariedad en las que viven, según el informe de salud proporcionado por el Centro de Atención Permanente de Purulhá, Baja Verapaz año 2009.

1.6.6 Economía

La mayor parte de pobladores se dedican a actividades productivas aportando su mano de obra no calificada con un bajo salario, en actividades como: agricultura, carpintería, servicios de albañilería, comerciantes de productos agrícolas y de floristería todos fuera de la comunidad, por la falta de recursos económicos no existe fuente de ingreso dentro del caserío que permita poder suplir las necesidades del hogar.

Debido al bajo nivel de escolaridad en la población las oportunidades de optar por un trabajo digno y debidamente remunerado son muy escasas y se estima que el ingreso al día es de Q. 60.00 con un total de Q. 1 200.00 mensuales.

1.7 Organización comunitaria

La organización comunitaria dentro del caserío Cumbre del Carpintero está compuesta por un COCODE, Consejo Comunitario de Desarrollo que lleva en funciones más de siete años, se le atribuye la gestión de la realización de las gradas para el acceso a la comunidad, así como la construcción de la escuela primaria, actualmente están en gestiones junto con la administración municipal para la construcción de un tanque de captación y distribución de agua, que será direccionado hacia la comunidad desde una de las fuentes de agua del Biotopo del Quetzal, pero la autorización le corresponde a la Universidad de San Carlos de Guatemala por tener a su cargo la administración del área protegida del quetzal.

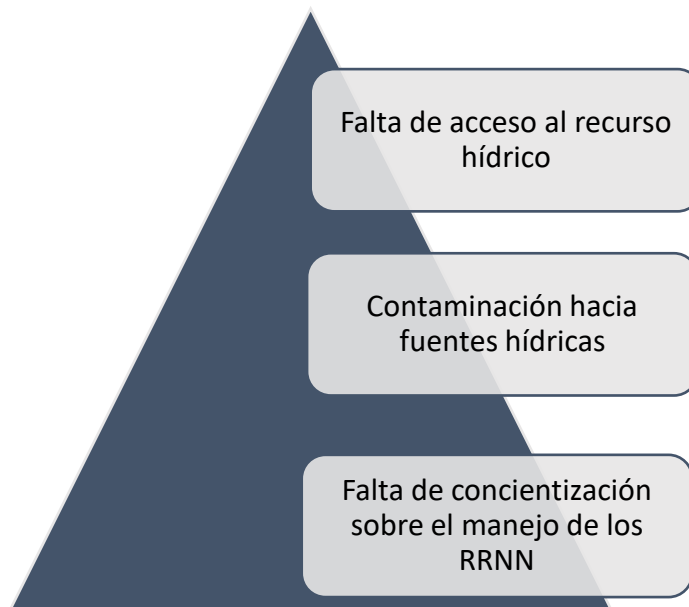
El COCODE está conformado por las siguientes comisiones:

- a. Comisión de saneamiento y gestión ambiental.
- b. Comisión de salud.
- c. Comisión de finanzas.
- d. Comisión de agua.
- e. Comisión participación ciudadana.
- f. Comisión reducción de desastres.
- g. Comisión de seguridad alimentaria y nutricional.
- h. Comisión prevención de violencia y delito.
- i. Comisión familia y mujer.
- j. Comisión niñez y adolescencia.

1.8 Problemas y fortalezas encontrados

Los problemas encontrados dentro del área de intervención correspondiente al caserío Cumbre del Carpintero se muestran en el orden priorizado de mayor a menor incidencia en los pobladores.

GRÁFICA 1 JERARQUIZACIÓN DE PROBLEMAS ENCONTRADOS



Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

Entre las fortalezas encontradas en materia ambiental, el caserío cuenta con una riqueza del recurso bosque que a pesar de estar rodeado por fincas que se dedican al cultivo de granos básicos y tomate, se han preservado las especies arbóreas nativas de la zona, cuentan con nacimientos de agua, pero por ubicarse en área de propiedad privada no son de uso público lo que dificulta el abastecimiento del vital líquido entre los pobladores por eso es considerado como el principal problema encontrado debido a que es un recurso limitado especialmente en época de verano.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

A través del acercamiento que se tuvo con los vecinos del caserío Cumbre del Carpintero se realizó una jerarquización de los problemas encontrados en la fase diagnóstica.

Las actividades se realizaron dentro del caserío Cumbre del Carpintero y otras realizadas a solicitud de la sede en centros poblados aledaños al biotopo del Quetzal con la finalidad de propiciar vínculos entre la sede y sus áreas circunvecinas al área de influencia.

2.1 Análisis bacteriológico del agua que es utilizada para consumo humano

El agua para consumo humano es aquella que por sus características químicas, físicas y biológicas no altera de ningún modo la salud del consumidor, al estar libre de bacterias según la Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR 2011 y su catálogo de normas técnicas guatemaltecas se toma en consideración los parámetros para establecer niveles que definen la calidad a partir de la norma COGUANOR NTG 29 001 Agua para consumo humano, agua potable.

El agua que se analizó es la utilizada por la población para consumo y diferentes usos domésticos; extraída de los dos nacimientos principales con los que cuenta el caserío.

2.1.1 Objetivo

Determinar si existe contaminación bacteriológica en el agua utilizada para consumo por las familias.

2.1.2 Metodología

Pasos para la obtención de muestras y el análisis realizado por el Centro de Atención Permanente:

- a. Se envió una solicitud dirigida a la directora del CAP para la autorización del análisis y dotación de insumos para la toma de muestras.
- b. Al contar con la autorización de la directora del CAP se tuvo un acercamiento con el inspector de saneamiento ambiental el cual hizo entrega de las bolsas respectivas.
- c. Con anterioridad se seleccionaron los puntos para la toma de muestras en este caso puntos representativos que determinarán el análisis.
- d. Los puntos de muestreo fueron:
 - 1) Una muestra en cada una de las fuentes de agua.
 - 2) Chorro público comunitario.
- e. Para la toma de muestra que fue obtenida directamente del grifo se siguió el procedimiento adecuado para evitar alteraciones en los resultados. La forma de limpieza consistió en calentarlo por un par de minutos con un hisopo y alcohol como manera de esterilización para proceder al llenado de la bolsa de muestra.

- f. Para tomar la muestra del nacimiento se contó con la ayuda de una jeringa, que permitió la extracción de muestras de agua que fue depositada en la bolsa de muestra hasta llenarse. Se realizó el mismo procedimiento en la toma de muestras de los dos nacimientos.
- g. Las muestras fueron depositadas en una hielera evitando el contacto directo con la luz solar, luego fueron llevadas hacia el CAP para su análisis.

2.1.3 Resultados

Se tuvieron dos reuniones con padres de familia, una explicándoles el motivo de la toma de muestras y la otra en donde se compartieron los resultados obtenidos mediante el análisis efectuado por Saneamiento Ambiental del Centro de Atención Permanente CAP, del municipio de Purulhá a padres de familia.

Como complemento se desarrolló el tema de contaminación hídrica dando a conocer que la contaminación hacia fuentes de agua que es provocada por el ser humano afecta la salud de todos aquellos que hacen uso de ésta. Los resultados proporcionados por el CAP del municipio de Purulhá, Baja Verapaz se muestran en el siguiente cuadro:

CUADRO 4 ANÁLISIS BACTEREOLÓGICO

Punto de muestreo	Volumen ml	Coliformes totales	Coliformes fecales
Ch. Público Comunal	100	50++	50++
Nac. P/Baja	100	3	3
Nac. P/Alta	100	3	3

Fuente: CAP. Purulhá, B.V. Inspector de Saneamiento. Año 2017.

Se adjunta en los anexos los resultados proporcionados por el distrito municipal de salud no. 4 proporcionado por el área de saneamiento ambiental en donde se trabajó el análisis bacteriológico.

2.2 Talleres a padres de familia sobre la aplicación de prácticas adecuadas para el tratamiento de agua utilizada para consumo y uso doméstico

Las enfermedades que surgen a partir del consumo de agua contaminada traen repercusiones en la salud de las personas que la consumen, es por esto que las medidas que se emplean para su tratamiento proporcionan beneficios importantes para la salud. Por ser un área donde la desnutrición infantil tiene relevancia según el censo nutricional realizado por el distrito de salud de Purulhá, la adopción de medidas de salubridad adecuadas puede brindar mejores condiciones de desarrollo del niño. Las enfermedades transmitidas por el consumo de agua contaminada son una de las principales causas de morbilidad y mortalidad a nivel mundial.

Este tema toma importancia al conocer que el 26% de las madres de familias que habitan la comunidad consumen el agua directamente del nacimiento y el otro 74% adopta métodos convencionales de desinfección

como la cloración, filtración y ebullición, pero no se tiene definidos los parámetros que deben cumplirse en cada procedimiento para asegurar la calidad de agua que se consume.

2.2.1 Objetivo

Promocionar la aplicación de prácticas adecuadas para el tratamiento de agua para consumo en el caserío Cumbre del Carpintero.

2.2.2 Metodología

La capacitación se dividió en dos fases en las que se abarcaron los siguientes temas:

a. Primer taller: Purificación por el método de cloración y ebullición

El taller consistió en la concientización sobre la adopción de un tratamiento adecuado para el agua, que las familias utilizaban para consumo mostrando por medio de imágenes los pros y contras de implementar un tratamiento dentro del hogar y cómo este beneficiaba la salud de su familia especialmente de los niños que son los más afectados por enfermedades gastrointestinales según expresaron las madres de familia.

Contó con el desarrollo del tema: purificación por el método de cloración, en donde se dió a conocer toda la metodología, cantidad de cloro a agregar según la capacidad de recipiente que se utilice y las ventajas y desventajas de la utilización de este método. Para que los padres de familia no

olvidaran la dosis adecuada se le entregó una ficha visual a cada uno.

Se realizó una demostración con una tinaja que fue prestada por una de las madres de familia en donde se utilizó el método de cloración para realizar refresco para ejemplificar los pasos que deben seguir.

- **Materiales utilizados**

Fichas generadoras de ideas.

Cloro.

Recipiente de 1 litro.

Cámara fotográfica.

En el mismo taller fue desarrollado el tema de: purificación por el método de ebullición donde se explicó a los padres de familia que a partir de la aplicación de este método se pueden eliminar gran parte de microorganismos que pueden ser nocivos para la salud.

Por medio de imágenes se les mostró el procedimiento adecuado se le entregó una ficha visual (ya que la mayoría de padres de familia no saben leer) para que no olvidaran los pasos a seguir.

b. Segundo taller: sobre desinfección solar del agua, SODIS

En donde se recalcó la importancia de evitar incurrir en gastos innecesarios y poder hacer uso de materiales que están al alcance.

Previo al desarrollo del tema se realizó una actividad dinámica con los padres de familia en donde se buscaba crear un ambiente de armonía entre los asistentes.

La explicación siempre se realizó por medio visual, con el apoyo de láminas generadoras de ideas dirigidas a los padres de familia.

Este método se expuso para que los padres de familia conocieran los tres tipos de métodos de purificación de agua, aunque se les recomendó optar por los anteriores, ya que para poder utilizar SODIS es necesario la exposición de botellas a la luz solar y en el caserío la mayor parte del tiempo presenta condiciones climáticas no aptas para el desarrollo de dicho método.

- **Materiales**

Botellas plásticas de 1 a 2 litros limpias y sin etiquetas.

Bolsas de basura negras.

2.2.3 Resultados

Se impartieron 3 talleres teórico prácticos dirigidos a padres de familia. Con la participación de 27 padres de familia.

Se realizaron 2 monitoreos a familias que participaron en los talleres.

La asistencia a cada taller se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO 5
ASISTENCIA DE LOS PARTICIPANTES A LOS
TALLERES DE MÉTODOS DE DESINFECCIÓN

No. de taller	Número de padres de familia que asistieron a cada taller.		Monitoreo para comprobar si se ponía en práctica lo aprendido en cada taller.	
	Mujeres	Hombres	Metodología Correcta	Metodología Incorrecta
1°	10	6	12	4
2°	9	2	9	2

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

2.3 Mejoramiento de las condiciones del tanque de captación del nacimiento de agua del caserío Cumbre del Carpintero

Existe un conjunto de factores que determinan la calidad de agua que es utilizada para consumo, en este caso son las piletas diseñadas para que el agua que proviene del nacimiento pueda ser almacenada.

Dentro del caserío existen 2 piletas ubicadas en los dos nacimientos comunales con los que cuenta la comunidad, pero debido a la falta de mantenimiento se encontraba agrietada y con un agujero en la parte baja lo que provocaba el desperdicio del vital líquido.

2.3.1 Objetivo

Mejorar las condiciones del área del nacimiento que es utilizada para la captación y recolección de agua dentro del caserío Cumbre del Carpintero.

2.3.2 Metodología

Se realizó una convocatoria para la participación de las familias que se abastecen por medio del nacimiento de la parte alta de la comunidad, se les dió a conocer el fin de la actividad en donde se tomó en cuenta la opinión de los vecinos para poder llegar a una decisión final.

Se tuvieron varias reuniones para establecer los materiales que se utilizarían para dicha actividad.

Al llegar a un consenso se estableció que se construiría una barrera de piedra que los padres de familia recolectaron, esto con la finalidad de minimizar costos en la construcción, cuando se contó con las piedras necesarias los padres de familia establecieron una cuota para la construcción de la barrera y mejoramiento de la pileta ya que presentaba muchas grietas en donde había filtración y desperdicio de agua. La tesorera del consejo comunitario fue la encargada de juntar el dinero.

Se realizaron diferentes cotizaciones de materiales para ubicar el lugar en donde los costos fueran menores. Al tener los diferentes materiales para la construcción se procedió a trabajar con ayuda de padres de familia, los cuales trabajaron dos domingos por ser el único día que están fuera de su trabajo.

El área se limpió y tapó con ayuda de lámina y un tipo de manta que lo cubría con anterioridad, para evitar que materia orgánica cayera hacia la pileta.

Se ubicó de mejor forma la tubería que traslada el agua captada hacia el chorro comunal de donde se abastecen las familias, así mismo se dejó un tipo tapón de la pileta que facilitará la salida de agua al momento de su limpieza. Esto como sugerencia realizada por un profesional en construcción.

a. Recursos

1) Humanos

- 10 padres de familia.
- 1 estudiante de EPS.
- 1 perito en construcción.

2) Físicos

- Cemento.
- Arena.
- Hierro.
- Clavos.
- Alambre.
- Pala.
- Cubetas.
- Tablones.
- Lamina.

2.3.3 Resultados

Se realizaron 2 reuniones con familias, relacionadas a la importancia del mejoramiento del tanque de agua.

Con el apoyo de las familias se mejoraron las condiciones del tanque de captación del nacimiento de agua.

Se construyó un tipo de barrera para impedir el paso de cualquier material que pueda perjudicar el estado natural del recurso hídrico y afectar la salud.

a) Reinstalación de tubería dentro del tanque.

b) Cambio de grifos.

2.4 Talleres de concientización sobre la conservación de fuentes hídricas

La concientización sobre la conservación de fuentes hídricas es de gran importancia, más que todo en zonas donde se abastecen por medio de nacimientos de agua, como el caso del caserío Cumbre del Carpintero, en donde no cuentan con servicio de agua entubada por lo que deben abastecerse del vital líquido.

Las familias se abastecen a través de los dos nacimientos que se ubican en el lugar, los cuales deben ser preservados de la mejor manera posible para evitar que desaparezcan a causa de los múltiples efectos de la contaminación.

Es por esto que se decidió realizar talleres de concientización enfocadas hacia padres de familia, acompañados de actividades prácticas de conservación

2.4.1 Objetivo

Concientizar a la población sobre el cuidado e importancia de la conservación de fuentes hídricas dentro del caserío Cumbre del Carpintero.

2.4.2 Metodología

a. Primer taller: Concientización sobre cuidado e importancia de las fuentes hídricas del caserío

El taller se realizó por medio de papelógrafos y material audiovisual, por medio de rompecabezas, se agruparon a los participantes en el taller y a cada grupo se le entregaban las piezas de rompecabezas los cuales iban relacionados a la conservación de fuentes hídricas, donde se pudiera conocer la opinión de los participantes al unir las piezas del rompecabezas.

Al terminar con la actividad de armar rompecabezas se complementó exponiendo cómo las diferentes actividades generadas por el hombre han provocado el deterioro de las fuentes de agua y se recalcó la importancia de conservar las fuentes de agua existentes en la zona.

Como complemento al primer taller se realizó la actividad de “Jornada de Reforestación” donde en el mismo taller se designaron las actividades que debían realizarse previo a la siembra de árboles, así como los espacios a reforestar dentro de la comunidad siempre y cuando se vieran beneficiadas las fuentes hídricas. Las áreas reforestadas fueron las partes aledañas a los nacimientos correspondiente a aproximadamente 2 500 metros cuadrados. Se estableció un día entre semana para realizar la abertura de agujeros los cuales iban a posicionarse a 3 metros de distancia con una profundidad de 35 cm.

Los árboles utilizados para la jornada de reforestación fueron gestionados en el vivero de San Miguel Chicaj logrando la donación de 600 plantas de las especies: Ciprés (*Cupressus sp*) y

Cuje (*Inga spuria*) que se adaptan a las condiciones del caserío para su adecuado desarrollo. Con el apoyo de la municipalidad se pudieron movilizar desde el vivero hacia el caserío.

La jornada de reforestación se realizó con el apoyo de maestros de la escuela primaria y contó con la participación de madres y padres de familia con sus respectivos hijos.

b. Segundo taller: Desechos sólidos en la comunidad

El segundo taller estuvo enfocado en desechos sólidos domiciliarios, para dar inicio se realizó la actividad de la lectura de la historia: *Eseng* mejora sus condiciones de salud y se gana el respeto de los demás para que a través de la misma se pudiera reflexionar sobre el tema de desechos sólidos.

El taller continuó con el desarrollo de ciclo de vida de los desechos previo a esto se realizaron preguntas para determinar el nivel de conocimiento sobre el tiempo de descomposición que tienen los desechos que son más comunes en la comunidad.

Se les dió a conocer como las consecuencias de la mala disposición de desechos sólidos pueden provocar alteraciones en la salud para lo cual se desarrolló el tema: tipos de problemas que pueden ocasionar los desechos y cómo afectan las fuentes de agua por medio de ejemplos y de imágenes.

A los participantes al taller se les propuso la opción de adoptar la separación de desechos en su hogar, en donde se les mostró el procedimiento adecuado, para lo cual fue necesario

recolectar desechos orgánicos e inorgánicos y con la ayuda de todos los asistentes se iban separando según su composición.

Con los desechos inorgánicos se les mostró como por medio de la utilización de botellas plásticas y envoltorios de comida chatarra se pueden realizar eco ladrillos que pueden ser canjeados por útiles escolares en la biblioteca municipal de Purulhá con la cual se tuvo un acercamiento previo y donde se conoció la manera adecuada de realizar eco ladrillos que son utilizados para la construcción de viviendas en el municipio de San Juan Chamelco, Alta Verapaz.

En el mismo taller se mostraron los pasos para la realización de composteras dentro de los hogares y se determinó un día para la realización de las mismas.

Se realizaron 5 composteras caseras con madres de familia que estuvieron de acuerdo con participar en la actividad en donde se adecuaron cajas tomateras para la realización de las mismas y se ubicaron los materiales correspondientes a: residuos orgánicos, residuos de jardinería, residuos leñosos y urea. Se realizaron varias capas de los materiales hasta llenar por completo la caja, que previamente fue recubierta con *nylon* de color blanco.

c. Recursos

1) Recursos humanos

Estudiante de EPS.

Madres participantes en la realización de composteras caseras.

2) Recursos físicos

Especies forestales: Ciprés (*Cupressus sp*) y Cuje (*Inga spuria*).

Desechos orgánicos.

Saca tierra.

Cinta métrica.

Estacas.

Cámara fotográfica.

Imágenes.

Papelografos.

Lista de asistencia.

Cajas tomateras.

Nylon.

Clavos.

Martillo.

2.4.3 Resultados

Se realizaron 2 talleres de conservación de fuentes hídricas.

Se ejecutó una jornada de reforestación en caserío Cumbre del Carpintero.

Protección a 2 nacimientos de agua.

Elaboración con madres de familia de 5 composteras caseras.

CUADRO 6
RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS TALLERES
DE CONSERVACIÓN DE FUENTES HÍDRICAS
CASERÍO CUMBRE DEL CARPINTERO

	Asistencia	Actividad de reforestación	
Taller 1	20 participantes	350 árboles en los alrededores de los nacimientos	250 fueron repartidos para ser sembrados por familias dentro de la comunidad, comprometiéndose a darles mantenimiento.
		Realización de composteras caseras	
Taller 2	13 participantes	5 composteras caseras con madres de familia.	

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

2.5 Talleres de educación ambiental con los estudiantes de primaria de la Escuela Oficial Rural Mixta Cumbre del Carpintero

2.5.1 Objetivo

Concientizar a los estudiantes de primaria sobre la importancia del cuidado del medio ambiente dentro de las actividades diarias realizadas en el caserío.

2.5.2 Metodología

En los talleres de educación ambiental participaron niños de grados de segundo a sexto primaria, la EORM Cumbre del Carpintero cuenta únicamente con 37 estudiantes en donde 18 son de primaria y 19 de pre primaria, al contar la escuela únicamente con dos aulas y dos maestros. Se trabajó con los estudiantes de primaria donde fue necesario realizar actividades de lectura y escritura para una mejor comprensión.

Los talleres se realizaron en el mes de marzo a octubre cada 15 días, los días viernes. En los primeros talleres se utilizaba equipo audiovisual en donde por medio de videos e imágenes se trataba de explicar los temas, pero debido a la falta de energía eléctrica dentro del establecimiento y la lejanía de donde se obtenía la electricidad al inicio de los talleres fue imposible continuar con esta modalidad y se optó por recurrir a métodos alternativos como: papelógrafos, tarjetas visuales e imágenes para el desarrollo de los diferentes talleres.

Al maestro se le hizo entrega de una agenda, con el fin de darle a conocer en qué consistía cada taller y las actividades que lo componían. Para el desarrollo de los diferentes talleres se optó por actividades prácticas en donde se tomaba en cuenta la participación de los estudiantes, por medio de juegos relacionados a cada tema para su comprensión y aprendizaje. Se realizaba una evaluación al final de cada taller para determinar el nivel de comprensión de los estudiantes.

Los temas impartidos en los talleres fueron los siguientes:

- El agua.
- Reducir, reutilizar y reciclar (3 r's).
- Recursos naturales.
- Desechos sólidos.
- Eliminación y generación de desechos sólidos.
- Agua segura.
- Los árboles.
- La reforestación.
- Seres vivos.
- Animales en peligro de extinción en Guatemala.
- Ecosistema.
- Corredor biológico del bosque nuboso.

a. Recursos

1) Humanos

1 Estudiante de EPS.

1 Maestro de primaria.

13 estudiantes de primaria.

2) Físicos

Cañonera.

Computadora.

Imágenes.

Marcadores.

Crayones.

Hojas recicladas.

Tijeras.

Goma.

Papelógrafos.

Sellador.

Rompecabezas.

Cartulinas.

Frascos.

Semillas.

Algodón.

Hojas de papel periódico.

Papel manila.

2.5.3 Resultados

Se realizaron 12 talleres con los estudiantes de primaria.

En donde la cantidad de participación variaba debido a que los días viernes la mayoría de niños mayores acompañaban a sus padres a trabajar.

Participación en la campaña de reforestación.

CUADRO 7
ASISTENCIA DE LOS ESTUDIANTES A CADA TALLER

Talleres	Alumnos asistentes
El agua	10
Reducir, reutilizar y reciclar (3 r's)	8
Recursos naturales	13
Desechos sólidos	10
Eliminación y generación de desechos sólidos (dividido en dos partes)	12
Agua segura	10
Los árboles	13
La reforestación	13
Seres vivos	10
Animales en peligro de extinción en Guatemala	13
Ecosistema	13
Corredor biológico del bosque nuboso	13

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

Es importante mencionar que la docencia es impartida a nivel multigrado, en donde hay 24 estudiantes de nivel pre primario y 13 de primaria, el bajo nivel de asistencia al nivel primario se debe a que los niños mayores trabajan para aportar económicamente en el hogar.

2.6 Intervención multidisciplinaria

2.6.1 Proyecto multidisciplinario

Las comunidades de la zona de amortiguamiento, presentan diversidad de enfermedades en donde frecuentemente se puede observar desnutrición aguda en la población más vulnerable, en niños menores de 5 años debido a diferentes factores como: la falta de ingresos económicos para suplir las necesidades básicas de las familias, carencia de servicios básicos, la escasez de alimentos en el hogar y el desconocimiento de una educación nutricional adecuada a la etapa de desarrollo integral de los niños.

Por medio del proyecto de implementación de hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) se esperaba apoyar a la buena alimentación y nutrición de 3 comunidades que forman parte de la zona de amortiguamiento del BUCQ para fortalecer la producción de hongo ostra e inducir a la población a realizar estas prácticas agrícolas, mejorar y a su vez enriquecer la producción y comercialización de un nuevo alimento.

Otro factor favorable, es su fácil cultivo por su acelerado tiempo de crecimiento en un lapso aproximado de dos meses y su facilidad de cuidado.

a. Objetivos

Contribuir al mejoramiento del proceso productivo de hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*), en las comunidades de Cuchilla del Nogal, Río Colorado y Unión Barrios.

Incentivar a personas de esta comunidad a optar por cultivos poco convencionales como los cultivos de hortalizas y sus técnicas.

Crear opciones de mercadeo y comercialización de productos de interés poco convencionales en la zona del biotopo.

b. Metodología

Se realizaron reuniones en donde se indicaron los pasos y materiales que serían utilizados en la actividad por medio de reuniones con las comunidades participantes.

Las comunidades participantes fueron: Cuchilla del Nogal, Unión Barrios y Rio Colorado, en donde los estudiantes y maestros fueron los interesados en llevar a cabo el proyecto.

El equipo multidisciplinario proporcionó la semilla de hongo ostra, dando una libra de semillas por familia. Las familias recolectaron los materiales correspondientes a olote y ubicaron un área limpia, fuera del alcance de niños o animales que podía perjudicar el desarrollo del cultivo.

El olote y la semilla se ubicó por capas dentro de bolsas plásticas y se les agrego maicena. Las bolsas tenían que ser preparadas en las condiciones más higiénicas posibles para evitar la contaminación del cultivo. El área asignada para el cultivo debía permanecer húmeda por lo que había que realizar un constante riego. Al paso de 21 días la bolsa fue retirada para dar paso a la siguiente fase de desarrollo del hongo.

c. Resultados

Capacitaciones continuas a los 35 pobladores participantes sobre la importancia y valor nutritivo del cultivo.

Se crearon 3 instalaciones de cultivo de hongos en comunidades de Unión Barrios, Cuchilla del Nogal y Río Colorado.

Se realizaron 3 talleres para el manejo de estos hongos y su comercialización, con la participación de 20 familias.

Se cosecharon 20 bandejas por grupo (3 grupos) de hongo ostra, el cual tuvo aceptación en dos comunidades donde tienen mayor acceso a los materiales requeridos para el desarrollo del cultivo.

2.6.2 Proyecto de convivencia: Huertos familiares

Con la finalidad de apoyar el mejoramiento en la alimentación de los menores de edad se realizó el proyecto de convivencia que consistió en la creación de huertos familiares para poder diversificar la dieta de los habitantes de las comunidades en donde se tuvo intervención.

a. Objetivo

Contribuir a mejorar las condiciones de vida para contrarrestar la inseguridad alimentaria en las comunidades de Cuchilla del Nogal, Cumbre del Carpintero, Rincón del Quetzal y Río Colorado del municipio de Purulhá Baja Verapaz.

b. Resultados

Se realizaron 30 tablones en comunidades; distribuidos de la siguiente manera: Cuchilla de Nogal 5 tablones, Rincón del Quetzal 5 tablones, Cumbre del Carpintero 15 tablones y Río Colorado 5 tablones.

Se realizaron 2 capacitaciones abordando temas de manejo de huertos.

Las hortalizas cultivadas fueron rábano, acelga, chile pimiento, espinaca, repollo y zuchinni que fueron destinadas para autoconsumo de las madres de familia y estudiantes involucrados.

2.7 Apoyo institucional

2.7.1 Programa de educación ambiental en escuelas primarias de la zona de amortiguamiento del Biotopo del Quetzal

Con la finalidad de darle seguimiento a los diferentes programas sobre educación ambiental que se han trabajado por parte de la sede, se enfocó en temas ambientales y actividades con los estudiantes de los grados de cuarto a sexto primaria de las escuelas de: Cuchilla del Nogal, Río Colorado, Unión Barrios y Rincón del Quetzal.

a. Objetivo

Sensibilizar a los estudiantes sobre las actividades del ser humano, las repercusiones que estas tienen al medio ambiente y la degradación que está sufriendo el planeta tierra.

b. Metodología

Los temas abarcados durante el programa de educación ambiental fueron los siguientes:

- Contaminación ambiental.
- Recursos naturales.
- El agua y la contaminación.
- 3r's.
- Desechos sólidos.
- Eliminación y generación de desechos sólidos.
- Agua segura.
- Animales en peligro de extinción.

Los temas eran impartidos una vez por semana cada 15 días y cada día le correspondía a una escuela primaria diferente.

CUADRO 8 DISTRIBUCIÓN DE ESCUELAS POR SEMANA PARA LA ASISTENCIA A TALLERES

Día	Escuela
Lunes	EORM Rio Colorado
Martes	EORM Unión Barrios
Miércoles	EORM Cuchilla del Nogal
Jueves	EORM Rincón del Quetzal

Fuente: Trabajo de Campo. Año 2017.

Para contar con el espacio dentro del salón de clases con los estudiantes, se realizó previo un acercamiento ante los directores y profesores de grados y en donde como es de costumbre año con año se tiene una apertura a los estudiantes

epesistas con sede en biotopo del Quetzal. Los temas eran impartidos utilizando equipo audiovisual, en donde por medio de videos e imágenes se buscaba una mejor comprensión de los temas. Al finalizar se realizaba una actividad de evaluación que mostraba el nivel de comprensión que se había tenido de parte de los estudiantes.

En cada tema se buscaba el involucramiento de los estudiantes con actividades de participación en donde pudieran expresar su punto de vista y de esa manera evaluar el nivel de conocimiento.

b. Resultados

Se realizaron 9 talleres realizados en las escuelas primarias de la zona de amortiguamiento del BUCQ.

Formación de 3 comités en pro del mejoramiento ambiental de los establecimientos Unión Barrios, Cuchilla del Nogal y Río Colorado.

Campaña de reciclaje dentro del establecimiento por medio de la elaboración de basureros reciclados para la separación de desechos.

Campañas de reforestación.

2.7.2 Talleres para miembros del COCODE de la aldea Unión Barrios, Salamá, Baja Verapaz

a. Objetivo

Fomentar en los integrantes del órgano coordinador de la aldea Unión Barrios la protección y conservación de recursos naturales.

b. Metodología

Los temas tratados durante los talleres fueron:

- 1) Protección de bosques y cuencas hídricas.
- 2) Contaminación hídrica.
- 3) Alternativas para el mejoramiento de la calidad de agua.

Se llevaron a cabo únicamente tres talleres en donde se realizaron actividades como el análisis bacteriológico del sistema de abastecimiento de agua de la aldea en donde se contó con el apoyo del presidente del COCODE mostrándole los pasos que se deben realizar para la toma de muestras.

Se tomaron 3 muestras:

- 1) Fuente de abastecimiento.
- 2) Tanque de distribución.
- 3) Grifo domiciliar.

Los resultados obtenidos se compartieron con los miembros del COCODE de la aldea en donde en conjunto con los participantes se plantearon alternativas, al determinar que los niveles de cloración no eran los adecuados.

c. Resultados

- Talleres a miembros del COCODE.
- 1 análisis bacteriológico al sistema de abastecimiento.
- Monitoreo para determinar los niveles de cloración.

CUADRO 9 NIVELES DE CLORACIÓN EN BASE AL MONITOREO DEL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN ALDEA UNIÓN BARRIOS

Muestra	PH	COLORO
Tanque de distribución	6.8	0.5
Chorro domiciliar	7.2	0.5

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

Los niveles de cloro se encontraron por debajo del nivel ideal que corresponde al rango de 1.0 – 1.5 por lo que la dosis no era la adecuada. Y en relación al pH la muestra obtenida del chorro domiciliar se encontraba dentro del rango ideal 7.2 – 7.6 a diferencia del tanque de abastecimiento que se encontraba debajo del nivel ideal.

Es importante mencionar que no fueron tomadas muestras para la determinación de ph y cloro no fueron evaluadas en la fuente de abastecimiento debido a la falta de acompañamiento para realizar el recorrido.

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se analizan y discuten los resultados obtenidos en las actividades generadas durante el ejercicio profesional supervisado en el caserío Cumbre del Carpintero:

3.1 Análisis bacteriológico del agua que es utilizada para consumo humano

La finalidad de realizar un análisis bacteriológico es determinar si el agua utilizada para consumo de los vecinos del caserío presenta alteraciones en los parámetros establecidos por la Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR, debido a que se abastecen únicamente de nacimientos que existen dentro de la comunidad los cuales por encontrarse en lugares cercanos a las viviendas pueden presentar alteraciones en su composición.

Uno de los principales problemas que padecen en la comunidad son enfermedades de la piel y problemas gastrointestinales lo que trae como consecuencia alteraciones en el desarrollo de la población más vulnerable, siendo estos los niños menores de 5 años según entrevistas realizadas a madres durante el mes de abril del año 2017 como parte de la recopilación de información. Realizadas las gestiones ante el CAP del municipio de Purulhá que contaba con los reactivos adecuados para poder llevar a cabo el análisis se conocieron los resultados, mostrando más de 50++ colonias de coliformes fecales de la muestra del chorro público comunitario.

Mostraron índices de contaminación por heces fecales y cuenta con el potencial de causar enfermedades según la norma técnica guatemalteca COGUANOR NTG 29001 Agua para consumo humano: indica que en 100 ml de agua muestreada no pueden ser detectables microorganismos de coliformes fecales y totales al encontrarse se determinó que existe contaminación.

Al llegar a un consenso con los vecinos se determinó que las causas que originan la alta presentación de coliformes fecales dentro de la muestra extraída del chorro comunitario se podría deber a la falta de mantenimiento de la tubería y que esta se encuentra expuesta superficialmente. Se recomendó realizar un cambio de tubería expuesta a tubería subterránea para lo cual se solicitó apoyo a la municipalidad de Purulhá para cambio de las mismas, sin embargo, a pesar de las visitas a la alcaldía acompañada del vicepresidente del COCODE, no fue posible obtener dicho apoyo.

A diferencia de los resultados de las muestras extraídas de los nacimientos que presentan más de 3++ colonias de coliformes fecales, menores a los resultados anteriores, que al tomar medidas necesarias para su protección y conservación pueden reducirse considerablemente los resultados y se optó por mejorar las condiciones del tanque de captación de uno de los nacimientos de agua, específicamente el de la parte alta.

Al darles a conocer en conjunto los resultados y las consecuencias de consumir agua contaminada los vecinos se manifestaron preocupados y en la necesidad de recurrir a métodos de tratamiento que muchos de ellos desconocían o no conocían la metodología adecuada.

Al mismo tiempo se trató el tema de contaminación hídrica, con la finalidad de comenzar a generar conciencia sobre la protección de fuentes hídricas dentro del caserío dándoles a conocer que los seres humanos

somos los más perjudicados al no contar con el recurso hídrico, al ser indispensable en la vida de todo ser vivo y que sin este recurso es imposible la vida dentro de cualquier entorno.

3.2 Talleres a padres de familia sobre la aplicación de prácticas adecuadas para el tratamiento de agua utilizada para consumo humano y uso doméstico

Al tener conocimiento de las condiciones bacteriológicas del agua utilizada para consumo dentro del caserío Cumbre del Carpintero que no cuenta con un sistema de agua entubada domiciliar por lo que tienen que abastecerse de nacimientos ubicados dentro del mismo, se vio la necesidad de capacitar a padres de familia en la aplicación de prácticas adecuadas para la desinfección de agua.

Otra razón por la cual se decidió realizar este tipo de capacitaciones fue que los padres de familia estaban interesados en conocer la metodología correcta para evitar enfermedades gastrointestinales en los niños.

Los talleres fueron desarrollados en dos fases para poder abarcar los temas de una mejor manera. Se optó por utilizar láminas generadoras de ideas se trataba de que los asistentes pudieran expresar lo que veían y comprendieran de mejor forma lo que se les pretendía dar a conocer.

A los asistentes se les proporcionaron unas fichas con las dosis y los tiempos necesarios para la desinfección, dependiendo del método a utilizar. Las fichas fueron realizadas con base a la Guía paso a paso, PHAST. Después de las capacitaciones se realizaron dos visitas domiciliarias para verificar si estaban llevando a cabo lo visto en los talleres.

En los talleres no se convocaron únicamente a madres de familia, sino que era importante que los padres de familia también conocieran y se involucran en este tema debido a que el bienestar de la familia es responsabilidad de ambos y juntos podían complementar lo aprendido al momento de ponerlo en práctica. Se contó con la participación de 19 mujeres y 8 hombres.

3.3 Mejoramiento de las condiciones del tanque de captación del nacimiento de agua del caserío Cumbre del Carpintero

Como parte del seguimiento al mejoramiento del agua para consumo dentro del caserío Cumbre del Carpintero se trabajó con el mejoramiento del área del tanque de captación del nacimiento de agua de la parte alta del caserío.

Con el área de la pileta ubicada en la parte baja de la comunidad no se pudo realizar un mejoramiento debido a que los padres de familia no estuvieron de acuerdo porque el área en la que se encuentra dicho nacimiento no es terreno comunitario y según explicaban han tenido muchos inconvenientes con el dueño.

Esta actividad se llevó acabo al conocer que el nacimiento de agua presenta alteraciones en los parámetros y se procedió a realizar las mejoras necesarias al tanque del nacimiento de agua ubicado en la parte alta con la asesoría de la estudiante de Ingeniería en Gestión Ambiental, un perito en construcción y la colaboración de mano de obra por parte de los padres de familia. Las mejoras consistieron en el repello y sellado del tanque para evitar la salida y desperdicio del agua, se ubicó de mejor manera la tubería interna que es conducida hacia el chorro comunal, alrededor del tanque construyó una barrera para evitar el ingreso de materia orgánica y desechos sólidos que los niños depositaban en el mismo.

FOTOGRAFÍA 1 MEJORAMIENTO DEL TANQUE DE CAPTACIÓN DEL NACIMIENTO DE AGUA, CASERÍO CUMBRE DEL CARPINTERO



Tomada por: Arleny López. Año 2017.

3.4 Talleres de concientización sobre la conservación de fuentes hídricas

Es importante recalcar la conservación de fuentes hídricas debido a que es el principal proveedor de agua para seres vivos y animales.

Muchas veces dentro de las comunidades no se tiene conciencia sobre el cuidado de los recursos con los que cuentan, en este caso específicamente recurso hídrico, en donde las actividades del hombre como la deforestación, avance de la frontera agrícola, uso inadecuado de los desechos sólidos entre otros han perjudicado fuentes hídricas provocando su contaminación y disminución severa. Año con año existe escasez de agua, algo que puede notarse dentro del caserío en época de verano y deben recurrir a obtener el vital líquido en comunidades cercanas debido a que el nacimiento de la parte baja de la comunidad desaparece.

Es por esto que se vió la importancia de realizar talleres y actividades en pro de la conservación de fuentes hídricas del caserío. La jornada de reforestación se realizó en los alrededores de los nacimientos principales con la participación de adultos, jóvenes y niños en donde cada uno aportó su granito de arena y donde los niños fueron los más entusiasmados por darle seguimiento al cuidado de los árboles plantados, para lo cual se contó con el apoyo del director de la escuela primaria que formó un comité de niños encargado del monitoreo de los árboles plantados en los alrededores del nacimiento con la finalidad de conservarlos. El mantenimiento se realizó cada veinte días, los días viernes y se acordó seguir el siguiente año.

Como parte de los talleres se consideró importante abordar el tema de desechos sólidos domiciliarios y su repercusión hacia fuentes hídricas. Se optó con un grupo de madres de familia que se interesaron en realizar composteras caseras en donde se genera abono orgánico que puede ser utilizado en cultivos y en donde sus componentes no contaminan el suelo con químicos.

A las 5 madres de familia que se involucraron en el proyecto se les mostró la metodología paso a paso con la finalidad que puedan compartir la técnica con los demás miembros de la comunidad y crear una mejor conciencia ambiental sobre la disposición final de desechos orgánicos.

3.5 Talleres de educación ambiental con los estudiantes de primaria de la Escuela Oficial Rural Mixta Cumbre del Carpintero

La educación es un pilar fundamental dentro del desarrollo de los infantes en donde se pretende impartir conocimiento que será necesario para trascender en diferentes ámbitos en donde la educación tradicional debería ir acompañada por educación ambiental donde relaciona al hombre con su entorno y se busca un cambio, una toma de conciencia para adquirir una actitud sostenible hacia el uso de los recursos naturales.

Fue necesario abordar la temática del cuidado ambiental con los niños del caserío que son capaces de absorber el conocimiento impartido y en este caso su relación con el medio ambiente con el fin de aportar un granito de arena en revertir los malos hábitos que causan hasta la fecha cambios precipitados en el planeta.

Se realizaron 12 talleres con los estudiantes en donde se buscaba su involucramiento para la mejor comprensión, de igual manera se realizaban actividades que llamaran su atención como: armar rompecabezas, colorear, crucigramas, sopa de letras entre otras.

Al finalizar cada taller se realizaba una evaluación escrita a los estudiantes para poder analizar los resultados y determinar el nivel de comprensión con el fin de retroalimentar.

3.6 Intervención multidisciplinaria

Durante la intervención multidisciplinaria se buscaba mejorar las condiciones alimentarias de las comunidades, sobretodo de la población más vulnerables que sufren las consecuencias de las prácticas alimentarias inadecuadas y esto provoca alteraciones en su desarrollo.

El proyecto principal consistió en el cultivo de hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) en comunidades que permitieron realizar la actividad, proporcionando el material para trabajar el cultivo (olote), el área adaptada a las condiciones requeridas para el adecuado desarrollo del cultivo por un periodo de 3 meses, la semilla fue proporcionada por parte de los epesistas. La finalidad de realizar este tipo de cultivo es el valor nutricional que aporta hacia los consumidores y el interés de parte de los participantes en realizarlo.

En la EORM Río Colorado se acondicionaron las instalaciones para la creación de un área apta para el desarrollo del hongo Ostra (*Pleurotus ostreatus*) y de la misma manera los estudiantes proporcionaron los materiales, así como establecieron a los alumnos para el cuidado y riego que era necesario.

El desarrollo del proyecto de convivencia se logró gracias a la colaboración de la sede proporcionando semillas de diferentes hortalizas como: rábano, acelga, chile pimiento, espinaca, repollo y *zuchinni* seleccionadas por el aporte nutricional que aportaban.

De igual forma en los proyectos no solo se involucró a madres de familia que eran las más interesadas en ambas actividades, sino que existió involucramiento de niños y maestros.

3.7 Apoyo institucional

Con la finalidad de darle seguimiento a los programas educacionales que han trabajado año con año se enfocaron áreas según las disciplinas que conformaban el equipo multidisciplinario, por lo que se enfocó directamente con temas y actividades ambientales con los estudiantes de los grados de cuarto a sexto primaria.

Sin embargo, las actividades más significativas realizadas con los estudiantes correspondieron a la de reciclaje dentro del establecimiento, para darle un mejor manejo a los desechos sólidos, para lo cual se elaboraron 12 basureros reciclados con botellas plásticas que recolectaron por tamaños los estudiantes, los cuales fueron debidamente identificados en: desechos orgánicos e inorgánicos.

Al finalizar los talleres ambientales con el apoyo de maestros y COCODE se realizaron jornadas de reforestación con estudiantes de Unión Barrios y Cuchilla del Nogal sembrando 200 plantas comprendidas entre especies de Ciprés (*Cupressus sp.*) y Cuje (*Inga spuria*) en donde por medio de la formación de comités ambientales con los estudiantes de quinto primaria se pretende darle mantenimiento y cuidado.

CUADRO 10 ALUMNOS PARTICIPANTES EN TALLERES DE ESCUELAS PRIMARIAS

Establecimiento	Total de alumnos cuarto, quinto y sexto primaria
EORM Unión Barrios	99
EORM Cuchilla del Nogal	36
EORM Rincón del Quetzal	30
EORM Río Colorado	35

Fuente: Investigación de Campo. Año 2017.

Además, para generar un cambio dentro de una comunidad es importante el involucramiento y la participación de las autoridades, para que por medio de estas se pueda impulsar la participación y el cambio de una localidad, por la modalidad de los talleres se buscaba crear conciencia sobre el cuidado y protección de los recursos naturales dentro de la comunidad en cuestión.

Igualmente, con el apoyo de CAP de Purulhá se pudo realizar el análisis bacteriológico de las tres muestras tomadas en la aldea Unión Barrios que cuenta con un sistema de agua abasteciendo a 250 familias que hacen uso de este servicio.

Para brindarle un tratamiento al agua utilizada por la población se implementó por acción propia del órgano coordinador un sistema de cloración por medio de pastillas que debían mostrarse en los resultados bacteriológicos, lo cual no fue así por lo que se determinó que existía un problema con los niveles de agua que estaban dejando pasar por la caja de cloración.

Por lo que al tener esta información se procedió a obtener muestras de la caja de cloración del tanque de distribución, para determinar si los niveles de cloro eran los permisibles a través de un dispositivo llamado comparímetro junto a su reactivo mostro niveles bajos los cuales estaban siendo distribuidos hacia la población. Se determinó que las pastillas no eran suficientes para cubrir la capacidad con la que cuenta el tanque de distribución.

CAPÍTULO 4 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Estimación del contenido de carbono almacenado en la masa forestal del caserío Cumbre del Carpintero que forma parte de la zona de amortiguamiento del Biotopo del Quetzal.

4.1 Aspectos específicos

4.1.1 Resumen

La investigación se basó en la estimación del contenido de carbono almacenado en la masa forestal del caserío Cumbre del Carpintero, que posee riqueza en recursos naturales especialmente de recurso bosque que alberga diversidad de especies de flora y fauna.

El trabajo de campo se realizó bajo la metodología establecida por la Universidad del Valle de Guatemala en el año 2010, en donde se establecen cada uno de los pasos a seguir para la cuantificación de carbono.

Los componentes que fueron evaluados correspondieron a hojarasca, maleza y árboles medidos dentro de 15 sub parcelas que se generaron dentro de 5 parcelas establecidas dentro de las 7.95 hectáreas. Cada uno de los parámetros obtenidos fueron sustituidos en las ecuaciones establecidas por la metodología utilizada.

Uno de los pasos más sobresalientes dentro de la metodología, porque involucraba la participación de vecinos correspondió a la identificación de especies forestales para el establecimiento de una base de datos, que permitió estimar que se trabaja en un bosque latifoliado en donde los valores encontrados fueron heterogéneos al tratarse de un bosque natural.

Para el análisis de datos se trabajó un análisis de regresión lineal que permitió determinar la relación entre variables planteadas para la investigación.

A partir de la metodología titulada la estimación del contenido de carbono en bosque y sistemas agroforestales en Guatemala de la Universidad del Valle, se obtuvieron datos para determinar la cantidad de toneladas de carbono almacenadas en la masa forestal del caserío Cumbre del Carpintero Purulhá, Baja Verapaz; así como la identificación de especies forestales y medición de componentes como maleza, hojarasca y suelo.

4.1.2 Planteamiento del problema

Guatemala es un país que posee una riqueza en flora y fauna esto es importante para el desarrollo del país siempre y cuando exista un manejo sostenible.

Sin embargo, debido al desmedido crecimiento poblacional y altos índices de pobreza que existen actualmente, se ejerce una presión sobre los recursos naturales utilizados para la subsistencia e infra subsistencia, lo que provoca un aumento de problemas socio ambientales que cada vez afectan más a toda la población especialmente a la más vulnerable.

Uno de los principales problemas que en los últimos años se ha visto en aumento, son las alteraciones climáticas provocadas por el calentamiento global que desencadena eventos naturales cada vez más agresivos como los fenómenos del Niño caracterizado por torrenciales lluvias, mientras que el de la Niña, se caracteriza por sequias y grandes olas de calor.

Según Erick Alfaro en su documento presentado en el curso regional sobre los desastres naturales en el año 2000 relata los impactos y las causas de dichos fenómenos, los cuales se deben al desequilibrio ambiental producto del incremento de gases de efecto invernadero generados por diversas actividades como: incendios forestales, actividad industrial, entre otros.

La acelerada deforestación anula uno de los principales aliados contra los gases de efecto invernadero, al ser los bosques un importante reservorio de carbono que disminuye el porcentaje de dióxido de carbono que se acumula en la atmosfera.

Un bosque al ser eliminado completamente para darle otro uso libera el carbono que ha almacenado durante su proceso de desarrollo y la liberación aumenta cuando el bosque talado corresponde a árboles de mayor tamaño ya que tienen mayor capacidad de almacenaje.

El caserío Cumbre del Carpintero no es ajeno a estos problemas pudiéndose observar la presión que existe actualmente sobre los recursos naturales del área y de los alrededores, en donde el Biotopo del Quetzal se ve vulnerable al encontrarse circunvecino al caserío.

La investigación buscaba estimar el contenido de carbono almacenado en el bosque del caserío Cumbre del Carpintero para lo cual fue utilizada una metodología ya establecida y puesta en práctica en bosques del altiplano occidental de Guatemala.

4.1.3 Justificación

Los bosques son el principal reservorio de carbono que es almacenado en su tronco, ramas y raíces en donde su papel para contrarrestar las alteraciones climáticas es fundamental para lo cual es necesario la conservación de zonas forestales y el aumento de las mismas.

Con la estimación del contenido de carbono que es almacenado en el bosque del caserío Cumbre del Carpintero se busca promover la protección, conservación y generación de alternativas económicas que pueden ser gestionadas a instituciones privadas o públicas relacionadas a la temática ambiental en cualquiera de sus componentes.

Es importante mencionar los aportes que un bosque provee a los habitantes de una zona, en este caso a los vecinos del caserío influyen en la calidad y cantidad de agua, refugio de biodiversidad, captación de carbono, mejoramiento del paisaje, entre otros bienes que proveen de manera gratuita e inciden en el mejoramiento de la calidad de vida de los vecinos siempre y cuando se realice un uso sostenible del mismo.

4.1.4 Marco Teórico

a. Antecedentes

Investigaciones realizadas sobre la estimación de carbono en la región aun no existen, solamente a nivel nacional como lo es:

La estimación de carbono en bosques comunales y municipales de cinco municipios en los departamentos de San Marcos y Huehuetenango realizado por Doctor Edwin Castellanos, Master Carlos Bonilla y la Ingeniera Alma Quilo en colaboración de CARE Guatemala.

En donde los resultados obtenidos en 25 bosques medidos reportan un total de 308 357 toneladas de carbono almacenado. Los bosques muestran una densidad de contenido de carbono de 129.10 toneladas.

b. Dióxido de carbono

“El dióxido de carbono (CO₂) es un gas incoloro, denso y poco reactivo. Su ciclo en la naturaleza está vinculado al del oxígeno. El balance del dióxido de carbono es sumamente complejo por las interacciones que existen entre la reserva atmosférica de este gas, las plantas que lo consumen en el proceso de fotosíntesis y el transferido desde la tropósfera a los océanos. El aumento del contenido de dióxido de carbono que se verifica actualmente es un componente del cambio climático global, y posiblemente el mejor documentado.”²

² *Dióxido de Carbono*. <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/DioxiCar.htm> (02 de mayo de 2017).

c. Carbono

“Es uno de los elementos más importantes y abundantes en la corteza de la Tierra, y forma parte de todos los seres vivos. Gracias a su versatilidad y la capacidad de sus átomos de unirse a los principales bioelementos, se forman diferentes combinaciones que son la base de las moléculas de los organismos. En suma, el carbono es el principal componente de la materia orgánica.”³

A través de la Bioenciclopedia en su informe presentado en 2005 explica el ciclo del carbono que se puede encontrar en la atmosfera es presentado en forma de dióxido de carbono (CO₂). En el ciclo del carbono (ciclo biogeoquímico) existe intercambio de carbono entre los diferentes organismos de la tierra por medio de distintas reacciones dadas entre la biósfera (ecosistemas), litósfera (capa sólida superficial del planeta) hidrósfera (agua bajo y sobre la superficie) y atmósfera (aire). El intercambio hace posible que el carbono regrese a la atmósfera y retorne a los seres vivos.

d. Bonos de Carbono

“Los bonos de carbono son un mecanismo internacional de descontaminación para reducir las emisiones contaminantes al medio ambiente; es uno de los tres mecanismos propuestos en el Protocolo de *Kyoto* para la reducción de emisiones causantes del calentamiento global o efecto invernadero (GEI o gases de efecto invernadero).”⁴

³ *Ciclo del Carbono*. <http://www.bioenciclopedia.com/ciclo-del-carbono/> (22 de julio de 2017).

⁴ *Que son los bonos de carbono*. <http://www.codigor.com.ar/bonosdecarbono.htm> (12 de agosto de 2017)

e. Los bosques

Los principales productores de oxígeno que respiramos, producto del proceso de fotosíntesis en donde los árboles y plantas absorben el carbono que se encuentra disuelto en el aire en forma de dióxido de carbono y es almacenado en sus tejidos, en donde como proceso secundario se tiene la liberación de oxígeno a la atmosfera.

Según el mapa de cobertura forestal nacional de Guatemala, elaborado por el plan de acción forestal del Instituto Nacional de Bosques INAB en 1992, revela que la cubierta forestal de Guatemala es de 3 390 200 hectáreas equivalente al 31.13% del territorio nacional clasificando los bosques en las siguientes categorías:

1) Bosques de especies latifoliadas

Bosques cerrados y ralos que cubren una superficie de 3 017 600 hectáreas equivalente al 27.71% de la superficie nacional.

2) Bosques de especies coníferas

Hace referencia al tipo de bosque cerrado y ralo que cubren una superficie de 228 200 hectáreas, equivalente al 2.10% de la superficie nacional.

3) Bosques mixtos

Mezcla de especies latifoliadas de clima frío. Incluye bosques cerrados y ralos, con una cobertura de 117 000 ha, equivalente a 1.17% de la superficie nacional.

4) Bosques de mangle

Cubren una superficie de 17 400 hectáreas, equivalente al 0.16% de la superficie nacional.

La mayor parte de bosque se localiza en 5 departamentos del país, siendo Petén el departamento con mayor cobertura de bosque, debido a que más de la mitad pertenece a la Reserva de la Biosfera Maya.

El 73% de bosques latifoliados es donde existe mayor deforestación y el 1.3% en bosque de mangle.

f. Corredor biológico del bosque nuboso

Llamado corredor porque es la unión de diferentes piezas de bosque que permite a los animales desplazarse.

Por medio de su revista Viatori del fotoperiodista y comunicador Jorge Rodriguez informa sobre el valor natural que constituye el corredor biológico del bosque nuboso, un pulmón para el ecosistema del país. Con más de 28 060 hectáreas en el cual se ubican 19 reservas naturales.

La unión de la Biosfera de las Sierra de las Minas y Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal “Mario Dary Rivera” que alberga diferentes especies de flora y fauna de la región.

**g. Ley de Áreas Protegidas Acuerdo Gubernativo 759-90
Criterios de zonificación**

“Artículo 12.- Zona de Amortiguamiento. Toda área protegida, deberá tener su respectiva zona de amortiguamiento, en la cual se evitarán actividades que la afecten negativamente.”⁵

h. Zona natural o núcleo

“En estas áreas es prohibido cazar, capturar y realizar cualquier acto que disturbe o lesione la vida o integridad de la fauna silvestre, así como cortar, extraer o destruir cualquier espécimen de flora silvestre, excepto por motivos técnicos de manejo que sean necesarios para asegurar su conservación.”⁶

j. Zonas de uso múltiple o sostenible, de recuperación y cultural

Según lo establecido en la ley de áreas protegidas creada en el año 1990 establece los objetivos primordiales de las zonas de uso múltiple o sostenible, de recuperación y cultural que serán área en donde exista un aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, siempre y cuando no exista daño de sus diversos ecosistemas. Las obras que serán permitidas son únicamente de restauración ambiental y las actividades humanas estableces y sostenibles.

⁵ Ley de áreas protegidas. Art. 12.

⁶ *Ibíd.*,8

k. Economía verde

Se le conoce así al mejoramiento del bienestar humano en donde las actividades reducen los impactos medioambientales y la escasez ecológica. Se sustenta sobre tres ejes principales: social, ambiental y económica.

4.1.5 Objetivos

a. General

Aportar información que sustente la importancia de la conservación de los ecosistemas presentes dentro del caserío Cumbre del Carpintero del municipio de Purulhá, Baja Verapaz.

b. Específicos

Determinar la cantidad de toneladas de carbono almacenadas en el bosque del caserío.

Delimitar las parcelas de estudio dentro del área que ocupa el caserío Cumbre del Carpintero, Purulhá B.V.

Realizar un reconocimiento de especies forestales en conjunto con los vecinos del caserío.

4.1.6 Hipótesis

La cantidad de toneladas de carbono registrado a partir de la medición de componentes evaluados dentro de las 5 parcelas establecidas, no depende específicamente de la cantidad de árboles y especies identificadas por parcelas y parámetros como maleza, suelo y hojarasca.

a. Variables

Cantidad de árboles.

Cantidad carbono.

4.1.7 Metodología

a. Técnicas utilizadas

Para la realización de la investigación enfocada hacia la estimación del carbono almacenado en el bosque del caserío Cumbre del Carpintero se tomó como base la metodología empleada por CARE – Guatemala y el Centro de Estudios Ambientales y de Biodiversidad de la Universidad del Valle que ha sido aplicada en bosques municipales del altiplano occidental, titulada Metodología para la Estimación del Contenido de Carbono de Bosques y Sistemas Agroforestales de Guatemala.

Se basa en procedimientos forestales estándares adaptados a las características locales de su aplicabilidad.

Investigación de tipo cuantitativa por la generación de información de tipo numérico que serán recolectados mediante el trabajo de campo a realizar dentro de las parcelas de muestreo establecidas. La metodología se basó en los siguientes pasos:

b. Mapeo del sitio

Para realizar el mapeo del área del caserío Cumbre del Carpintero fue necesario realizar un recorrido en compañía de comunitarios con conocimientos sobre los límites de la

comunidad, así como sus colindancias que sirvieron para la generación de mapas. Al realizar el mapeo se generaron puntos aleatorios que correspondían a las parcelas. En el mapa 2 se muestra el polígono del área de estudio correspondiente al caserío Cumbre del Carpintero con un área de 7.95 hectáreas.

MAPA 2 POLÍGONO ÁREA DE ESTUDIO CASERÍO CUMBRE DEL CARPINTERO, PURULHÁ B. V.



Fuente: Trabajo de campo. Año 2017.

c. Medición de parcelas

Los puntos generados al azar dentro del área de estudio se utilizaron para medir las parcelas la medida correspondió a 1 000 metros cuadrados. Las parcelas fueron enumeradas y quedaron ubicadas dentro del polígono del caserío de la siguiente forma:

MAPA 3 UBICACIÓN DE PARCELAS DENTRO DEL CASERÍO CUMBRE DEL CARPINTERO



Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

Por medio de la generación de puntos y medición de parcelas permitió identificar las diferentes áreas existentes dentro del caserío e ir reconociendo las áreas con mayor masa forestal, así como las zonas reforestadas.

d. Método estadístico a aplicar

Para el análisis de datos se utilizó un análisis de regresión lineal, en donde se evaluó la relación entre variables, para la determinación el modelo matemático más ajustado que describió la función de las variables con la finalidad de realizar predicciones.

Fue necesario emplear un muestreo no probabilístico correspondiente al muestreo por conveniencia que se caracteriza porque las muestras de la población se seleccionan al estar convenientemente disponibles para el investigador. Se eligieron las 5 parcelas con mayor representatividad de especies forestales latifoliadas, identificadas durante la generación de puntos, las parcelas fueron reenumeradas de 1 a 5 para mantener un orden en la toma de muestras.

No fue posible realizar muestreo en las demás parcelas establecidas, debido a que presentan conflictividad agraria lo que dificultó el permiso por parte de los propietarios para el desarrollo de la investigación.

MAPA 4 UBICACIÓN DE 5 PARCELAS DE MUESTREO CASERÍO CUMBRE DEL CARPINTERO

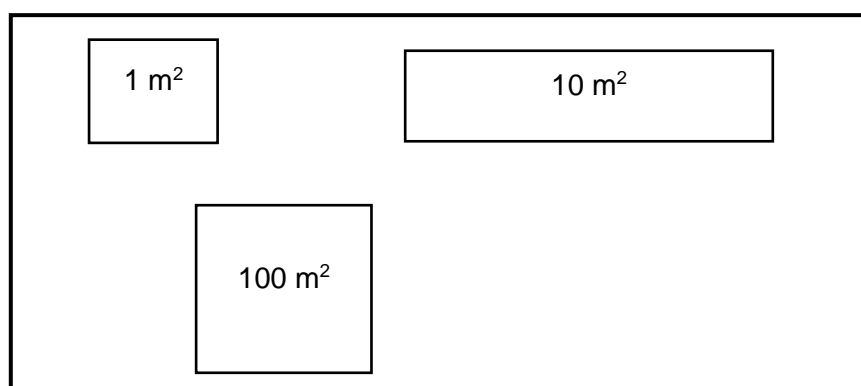


Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

e. Datos recabados por parcelas

Dentro de las parcelas establecidas se midieron tres sub parcelas con las siguientes medidas:

IMAGEN 1 DISTRIBUCIÓN DE SUB PARCELAS DENTRO DE LAS PARCELAS DE MUESTREO DE 1000 METROS CUADRADOS

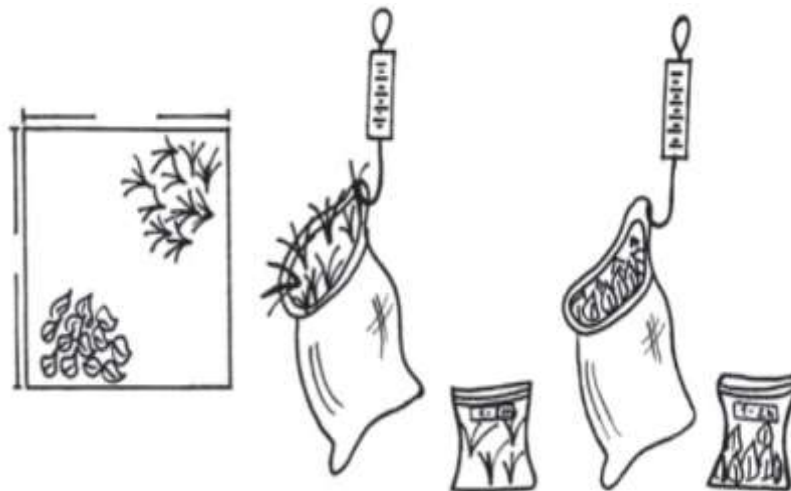


Fuente: Elaboración propia. Año 2018.

1) Primera sub parcela área de 1 m²

La sub parcela se comprendió por hojarasca, maleza y suelo. Se recolectó todo el material vivo dentro del área lo que hacía referencia al peso húmedo total de cada elemento. Se colectó una muestra de cada componente que sirvió para determinar el contenido de humedad en laboratorio con el fin de calcular la biomasa seca y por el último el carbono.

IMAGEN 2 EJEMPLO DE MEDICIÓN DE PESO



Fuente: Metodología para la estimación del contenido de carbono en bosque y sistemas agroforestales de Guatemala UVG - CARE. Año 2010.

2) Segunda sub parcela 1 x 10 m

Se midieron árboles jóvenes y arbustos que tuvieran un diámetro entre 2.2 y 9.9 centímetros lo cual se midió a 1.3 metros a partir del suelo. Se anotó la altura y el nombre de la especie con la ayuda de vecinos.

3) Tercera subparcela 10 x 10 m

Conformada por árboles grandes con un diámetro mayor de 10 centímetros a la altura del pecho (DAP), se toma la altura 1.3 metros desde el suelo, de igual manera se registró la altura y especie.

f. Equipo utilizado

Cinta métrica.

Cinta diamétrica.

Balanza de resorte.

GPS.

Libreta de campo.

Hipsómetro.

Clinómetro.

Bolsa de papel.

Material cartográfico.

Software especializado (ARC GIS 10.3).

Programa estadístico *InfoStat*.

Excel.

g. Ecuaciones para la determinación de carbono

1) Conversión del peso húmedo de campo a biomasa de hojarasca y maleza

$$BT = PHc \times MS.$$

BT: Biomasa total seca (kg) de la hojarasca, maleza, arbustos o árboles jóvenes.

PHc: peso húmedo total registrado en campo (Kg)

MS: materia seca de la muestra.

2) Densidad de carbono

Los datos obtenidos se convierten a toneladas para ser divididos por el área de la parcela de muestreo.

$$tC/ha = BT * 0.5/1000 / \text{área de parcela (ha)}$$

tC/ha = toneladas de carbono por hectárea.

3) Carbono total de hojarasca y maleza

CT_{m-h} = densidad de carbono x área del bosque.

CT_{m-h} = Carbono total en hojarasca y maleza.

4) Ecuaciones de biomasa y obtención de carbono de árboles

Con base a la metodología se muestra el desarrollo de ecuaciones de biomasa para especies más comunes en Guatemala seleccionando las siguientes:

**CUADRO 11
ECUACIONES DE BIOMASA**

Tipo de bosque	Precipitación	Ecuación	Rango de DAP (cm)
Latifoliada genérica (húmedo)	1500 – 4000	$Y = \exp[-2.289 + 2.649 * \ln(\text{dbh}) - 0.021 * (\ln(\text{dbh}))^2]$	5-148
Latifoliada local <i>Quercus spp.</i>	900-1500	$Y = 0.1773 * (2.2846 \wedge \text{DAP})$	11-45

Fuente: Ecuaciones de biomasa generadas por UVG para bosques latifoliados. Año 2010.

Para la selección de ecuaciones se tomó en cuenta el grado de precipitación. En el caserío Cumbre del Carpintero que varía de 2 045 a 2 514 mm según la información del diagnóstico ambiental rural participativo realizado.

Las ecuaciones fueron estimadas para cada árbol por individual, para reducir la variabilidad de los resultados. Fue aplicada la ecuación para la determinación de toneladas de carbono por hectárea.

$tC/Ha = \text{Promedio de carbono por árbol} \times \text{densidad de árboles (árboles/ha)}$.

5) Densidad de carbono y contenido total de carbono en suelo

Fue necesario realizar los siguientes cálculos seguido de obtener los datos de laboratorio y determinar el volumen del cilindro de muestro utilizado para la extracción de suelo.

6) Densidad aparente del suelo

$$D = \text{PSF}/\text{Vol.}$$

D= densidad del suelo (g/cm^3).

PSF= peso seco de la fracción fina (g).

Vol= volumen del cilindro (cc).

7) Densidad de carbono en el suelo

$$tC/has = \text{Prof.} \times D \times \% \text{CO.}$$

tC/has = densidad de carbono en el suelo (tonC/ha).

Prof. = profundidad de muestreo (cm).

D = densidad (g/cm^3).

%CO = contenido porcentual de carbono orgánico en e suelo.

Para la obtención de carbono total en suelo, el promedio de la densidad del suelo fue multiplicada por el total del área del bosque que correspondía a 7.95 hectáreas.

4.1.8 Análisis y discusión de resultados

a. Medición de DAP, altura e identificación de especies forestales

En el cuadro 12 se muestran las especies que fueron identificadas en la parcela 1 de muestreo, donde se encontraron 5 especies diferentes, de las cuales las más representativas en cuanto a densidad corresponden a tabacón (*Triplaris melaenodendron*) y taxiscobo (*Perymenium spp.*).

CUADRO 12
ESPECIES IDENTIFICADAS EN LA PARCELA 1
DE MUESTREO EN CASERÍO CUMBRE DEL
CARPINTERO

No.	Especies	DAP	Altura
1	Palo blanco (<i>Rosedendrom donell smitthii</i>)	8 cm	9.3 m
2	Guarumo (<i>Cecropia peltata</i>)	31 cm	12 m
3	Chut' (<i>Cyathea arborea</i>)	17 cm	9 m
4	Pimientio (<i>Malpighia puniceifolia</i>)	18 cm	9.8 m
5	Chut' (<i>Cyathea arborea</i>)	23 cm	11.6 m
6	Tabacón (<i>Triplaris melaenodendron</i>)	7 cm	6.9 m
7	Tabacón (<i>Triplaris melaenodendron</i>)	9 cm	3.5 m
8	Taxiscobo (<i>Perymenium spp.</i>)	5 cm	5 m
9	Taxiscobo 8 (<i>Perymenium spp.</i>)	3 cm	2 m

Fuente: <https://es.scribd.com/doc/106884895/Maderas-de-Guatemala>. Año 2017.

Dentro de la parcela 2 fueron identificadas 5 especies en donde la más encontrada corresponde a chut' (*Cyathea arborea*), en el cuadro 13 se muestran los datos relacionados a DAP y altura de las especies.

La especie oreja de burro es como comúnmente en el caserío, la cual no tiene una clasificación taxonómica establecida según la guía de especies V2.5.5.

CUADRO 13 ESPECIES IDENTIFICADAS EN LA PARCELA 2 DE MUESTREO EN CASERÍO CUMBRE DEL CARPINTERO

No.	Especies	DAP	Altura
1	Chut' (<i>Cyathea arborea</i>)	23 cm	3 m
2	Chut' (<i>Cyathea arborea</i>)	19 cm	3.5 m
3	Oreja de Burro (No tiene una clasificación taxonómica)	36 cm	8.5 m
4	Oreja de Burro (No tiene una clasificación taxonómica)	21 cm	5.8 m
5	Chut' (<i>Cyathea arborea</i>)	31 cm	7.20 m
6	Capulin (<i>Belotia Mexicana</i>)	20 cm	7 m
7	Encino (<i>Quercus spp.</i>)	11 cm	3 m
8	Cipres (<i>Cupressus</i>)	14 cm	5.30 m

Fuente: <http://www.naturalista.mx/taxa/282391-Quercus-sartorii>. Año 2017.

En la parcela 3 fueron encontradas 6 especies diferentes en donde las más representativas en cuanto a su densidad corresponden a tabacón (*Triplaris melaenodendron*), palo blanco (*Rosedendrom donell smitthii*), palo sano (*Bulseria arborea*) y chut' (*Cyathea arborea*), las demás especies se pueden ver en el cuadro 14.

CUADRO 14
ESPECIES IDENTIFICADAS EN LA PARCELA 3 DE
MUESTREO EN CASERÍO CUMBRE DEL
CARPINTERO

No.	Especies	DAP	Altura
1	Chut' (<i>Cyathea arborea</i>)	27 cm	6 m
2	Aguacatillo (<i>Persea caerulea</i>)	22 cm	4 m
3	Chut' (<i>Cyathea arborea</i>)	18 cm	6.2 m
4	Encino (<i>Quercus spp.</i>)	14 cm	6.3 m
5	Palo sano (<i>Bulseria arbórea</i>)	32 cm	15 m
6	Palo sano (<i>Bulseria arbórea</i>)	33 cm	11 m
7	Palo blanco (<i>Rosedendrom donell smitthii</i>)	17 cm	3.8 m
8	Palo blanco (<i>Rosedendrom donell smitthii</i>)	10 cm	3.8 m
9	Chut' (<i>Cyathea arborea</i>)	15 cm	4.5 m
10	Tabacón (<i>Triplaris melaenodendron</i>)	8 cm	3.3 m
11	Tabacón (<i>Triplaris melaenodendron</i>)	8 cm	3.4 m

Fuente: <https://es.scribd.com/doc/106884895/Maderas-de-Guatemala. Año 2017.>

A diferencia de las demás parcelas en la 4 se identificaron 8 especies diferentes en donde la especie más encontrada es copalchi (*Lacistema aggregatum*) datos mostrados en el cuadro 15.

CUADRO 15
ESPECIES IDENTIFICADAS EN LA PARCELA 4 DE
MUESTREO EN CASERÍO CUMBRE DEL
CARPINTERO

No.	Especies	DAP	Altura
1	Chut' (<i>Cyathea arborea</i>)	17 cm	15 m
2	Encino (<i>Quercus spp.</i>)	18 cm	16 m
3	Cuje (<i>Inga spuria</i>)	14 cm	10 m
4	Canilla de chunto (<i>Cupania dentate</i>)	17 cm	12 m
5	Palo sano (<i>Rosedendrom donell smitthii</i>)	25 cm	15 m

6	Palo blanco (<i>Bulseria arborea</i>)	19 cm	8.1 m
7	Cuje (<i>Inga spuria</i>)	14 cm	4.7 m
8	Copalchi (<i>Hintonia latiflora</i>)	10 cm	4 m
9	Copalchi (<i>Hintonia latiflora</i>)	14 cm	5 m
10	Copalchi (<i>Lacistema aggregatum</i>)	15 cm	4 m
11	Taxiscobo (<i>Perymenium spp.</i>)	18 cm	4.7 m
12	Copalchi (<i>Lacistema aggregatum</i>)	16 cm	3.5 m
13	Copalchi (<i>Lacistema aggregatum</i>)	14 cm	3.8 m
14	Copalchi (<i>Lacistema aggregatum</i>)	11 cm	3.3 m
15	Copalchi (<i>Lacistema aggregatum</i>)	14 cm	5.2 m

Fuente: <http://www.verarboles.com/Tepesin/tepesin.html>. Año 2017.

En el cuadro 16 se muestra la información relacionada a especies identificadas en la parcela 5 la cual fue la que menor densidad presentó en comparación a las 4 parcelas anteriores, identificando 6 especies diferentes.

CUADRO 16 ESPECIES IDENTIFICADAS EN LA PARCELA 5 DE MUESTREO EN CASERÍO CUMBRE DEL CARPINTERO

No.	Especies	DAP	Altura
1	Capulin <i>Belotia Mexicana</i>	39 cm	15 m
2	Chut' <i>Cyathea arborea</i>	20 cm	4.6 m
3	Canilla de chunto <i>Cupania dentate</i>	28 cm	7.6 m
4	Palo blanco <i>Rosedendrom donell smitthii</i>	24 cm	4.1 m
5	Cuje <i>Inga spuria</i>	28 cm	5.2 m
6	Chut' <i>Cyathea arborea</i>	19 cm	14 m

Fuente: <http://www.verarboles.com/Tepesin/tepesin.html>. Año 2017.

b. Medición de maleza, hojarasca y suelo

El cuadro 17 da a conocer los datos relacionados a el peso de las muestras obtenidas dentro de las 5 sub parcelas, en donde se presenta el peso húmedo establecido en campo, y el peso seco que fue obtenido mediante el secado de los componentes durante 48 horas. Los datos fueron utilizados para la sustitución de ecuaciones de hojarasca, maleza y suelo.

CUADRO 17
DATOS HOJARASCA, SUELO Y MALEZA DE LAS 5
SUB PARCELAS

	Maleza		Hojarasca		Suelo	
	Peso húmedo (Kg)	Peso seco (Kg)	Peso húmedo (kg)	Peso seco (kg)	Peso húmedo (Kg)	Peso seco (Kg)
Sub parcela1	0.0100	0.0023	0.0300	0.0089	0.0500	0.0164
Sub parcela 2	0.0064	0.0013	0.0300	0.0114	0.0500	0.0196
Sub parcela 3	0.0068	0.0012	0.0300	0.0093	0.0500	0.0154
Sub parcela 4	0.0085	0.0019	0.0300	0.0070	0.0500	0.0189
Sub parcela 5	0.0057	0.0012	0.0300	0.0089	0.0500	0.0225

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

Como se puede observar en el cuadro de las muestras obtenidas de maleza, hojarasca y suelo los valores de peso húmedo de la muestra de maleza son menores en comparación a los otros dos componentes y esto debido a que se colectó únicamente lo encontrado en el área de muestreo.

c. Sustitución de ecuaciones para la determinación de carbono

1) Conversión del peso húmedo de campo a biomasa

$$BT = PHc \times MS.$$

Los datos mostrados en el cuadro 18 corresponden al resultado de la sustitución de la ecuación de biomasa total seca a partir de los datos recolectados en campo. Se muestra la biomasa total seca por cada parcela.

CUADRO 18
BIOMASA TOTAL SECA DE LA MALEZA Y
HOJARASCA

No. de Parcela	Kg
BT ₁	0.0005
BT ₂	0.0005
BT ₃	0.0004
BT ₄	0.0003
BT ₅	0.0004

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

2) Densidad de carbono

Los datos obtenidos se convierten a toneladas para ser divididos por el área de la parcela de muestreo.

$$tC/ha = (BT * 0.5/1000) / \text{área de parcela (ha)}.$$

El cuadro 19 muestra la densidad de carbono de cada parcela, resultados mostrados en toneladas según lo establecido en la metodología empleada, en donde para obtener un resultado final se promediaron las 5 densidades de carbono obteniendo un resultado de 0.001962 toneladas.

CUADRO 19 DENSIDAD DE CARBONO

No.	Densidad
tC/ha ₁	0.0022 toneladas
tC/ha ₂	0.0021 toneladas
tC/ha ₃	0.0019 toneladas
tC/ha ₄	0.0017 toneladas
tC/ha ₅	0.0018 toneladas
Promedio	0.0020 toneladas

Fuente: investigación de campo. Año 2017.

3) Carbono total de hojarasca y maleza

CT_{m-h} = densidad de carbono x área del bosque.

CT_{m-h} = 0.0020 toneladas * 7.95 ha.

CT_{m-h} = 0.0159 toneladas → 15.59 kg.

d. Sustitución de ecuaciones de biomasa para la determinación de carbono en árboles

ln = logaritmo.

dbh = Diámetro * Altura.

Ejemplo de sustitución

$$Y = \exp[-2.289 + 2.649 \times \ln(\text{dbh}) - 0.021 \times (\ln(\text{dbh}))^2]$$

$$Y = 2.71[-2.289 + 2.649 \times \ln(8 \times 9.3) - 0.021 \times (\ln(8 \times 9.3))^2]$$

$$Y = 23.68 \text{ kg (biomasa)} * 0.5 \text{ (constante)}$$

$$Y = 11.84 \text{ kg carbono.}$$

El cuadro 20 muestra en resumen los promedios de los resultados por parcela de la aplicación de la ecuación de biomasa, para especies latifoliadas y lo correspondiente a las toneladas de carbono de los promedios obtenidos.

CUADRO 20 PROMEDIOS POR PARCELAS DE LA APLICACIÓN DE ECUACION DE BIOMASA

No./Parcela	Biomasa/kg	Carbono/Tn
1	31.0700 kg	15.5360 tn
2	26.2314 kg	13.1129 tn
3	25.0200 kg	12.5100 tn
4	25.5680 kg	12.7841 tn
5	29.7930 kg	14.8966 tn

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

Por medio de la obtención de promedios de biomasa de cada parcela se pudo realizar la sustitución de ecuación de densidad de carbono, obtenido al multiplicar el promedio de carbono de cada parcela por la densidad de árboles para obtener los resultados que son mostrados en el cuadro 21, datos que permitieron obtener el promedio de densidad de las 5 parcelas muestreadas.

CUADRO 21 DENSIDAD DE CARBONO DE ÁRBOLES

No. de Parcela	Densidad
tC/ha ₁	6.2160 toneladas
tC/ha ₂	10.4880 toneladas
tC/ha ₃	11.2590 toneladas
tC/ha ₄	19.1761 toneladas
tC/ha ₅	8.9379 toneladas
Promedio	11.2154 Tn

Fuente: investigación de campo. Año 2017.

Se obtuvo un promedio de densidad de carbono de 11.21 toneladas el cual se multiplico por el área de bosque para la obtención de carbono total en árboles.

1) Carbono total de árboles

CT_{m-h} = densidad de carbono x área del bosque.

CT_{m-h} = 11.2154 toneladas de carbono * 7.95 ha.

CT_{m-h} = 89.1624 toneladas equivalentes a 89 160 kilogramos de carbono.

Se estimó por individual el contenido de carbono para cada especie con el fin de poder conocer la especie predominante en el área de estudio y conocer su capacidad de almacenaje de carbono. Los datos se muestran en el siguiente cuadro:

CUADRO 22
CARBONO POR ESPECIES ENCONTRADAS

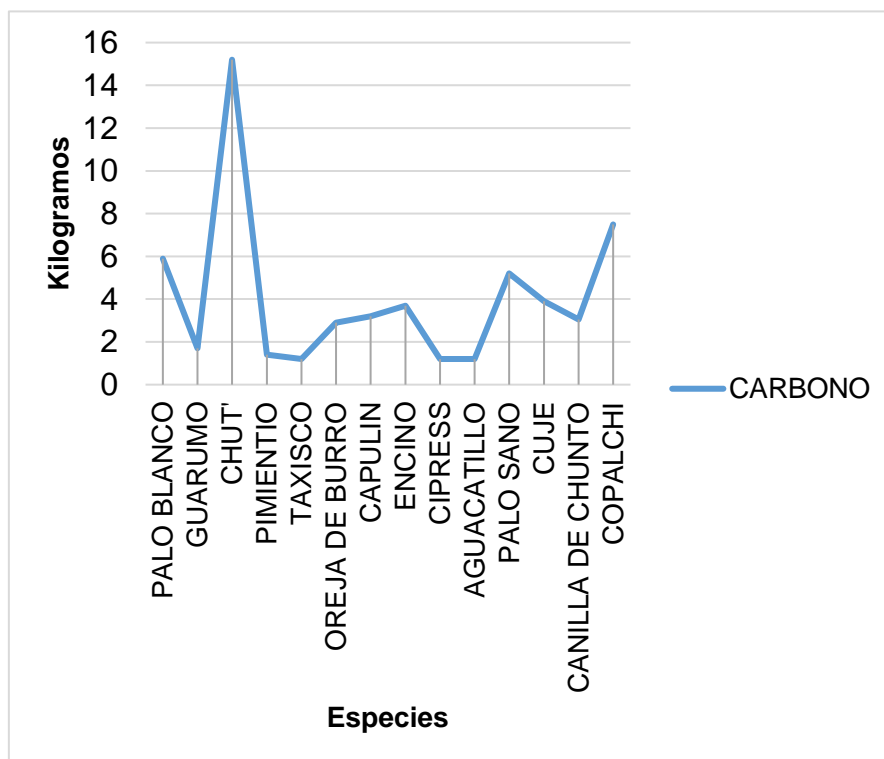
ESPECIE	CARBONO
Palo blanco	5.9810 kg
Guarumo	1.7050 kg
Chut'	15.2460 kg
Pimientio	1.4700 kg
Taxisco	1.2270 kg
Oreja de burro	2.998 kg
Capulin	3.2560 kg
Encino	3.7810 kg
Cipress	1.1830 kg
Aguacatillo	1.2400 kg
Palo sano	5.2200 kg
Cuje	3.9430 kg
Canilla de chunto	3.0500 kg
Copalchi	7.5320 kg

Fuente: investigación de campo. Año 2017.

La gráfica 2, representa la cantidad de carbono por especie; resaltando que la especie predominante es la (*Cyathea arbórea*) chut' al identificar 11 individuos dentro de

las 5 parcelas muestreadas a diferencia de las demás, que fueron encontradas en menor cantidad, lo que registra un total de carbono de la especie de chut' de 15.24 kilogramos.

GRÁFICA 2 CARBONO POR ESPECIES FORESTALES



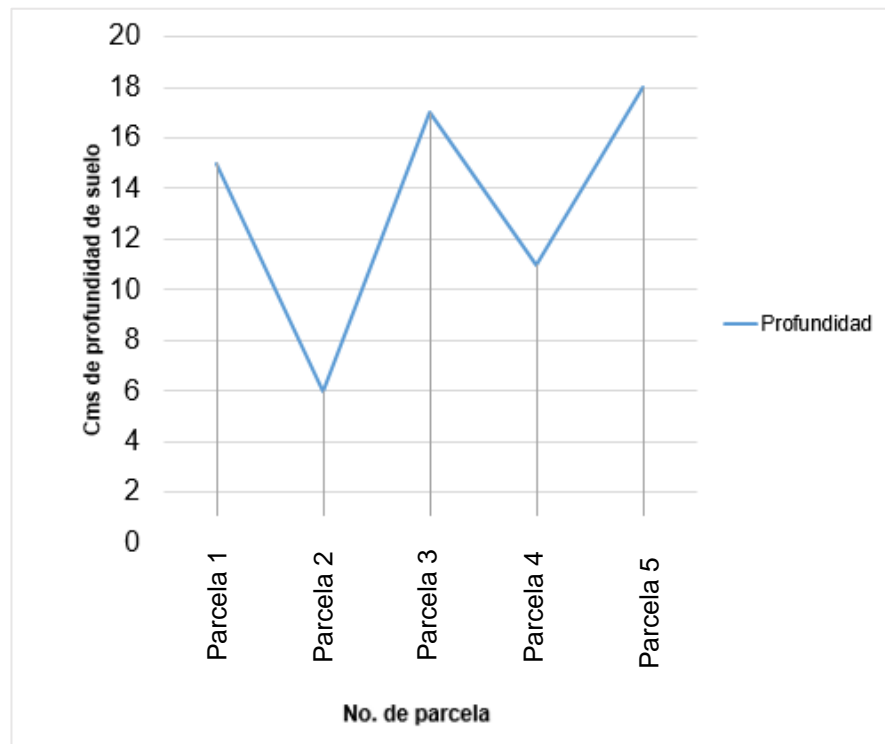
Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

e. Densidad de carbono y contenido total de carbono en suelo

La gráfica 3, representa la relación entre la profundidad del suelo en cada una de las parcelas evaluadas. Haciendo notar que es la parcela 5, en la que mayor profundidad del suelo (con 18 cm) y la que menor profundidad cuenta es la parcela 2 (6 cm) según lo evaluado en campo.

Lo que implica que la parcela 2 no cumple con las características establecidas en la metodología en donde la muestra de suelo debía obtenerse en profundidades mayores a 10 centímetros.

GRÁFICA 3 PROFUNDIDAD DE SUELO POR PARCELA



Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

1) Densidad aparente del suelo

$$D = MSf / Vol$$

Al sustituir los datos recabados en campo los resultados obtenidos fueron los siguientes:

$$- D1 = 16.35g/752.09cc$$

$$\underline{0.0217 \text{ g/cm}^3}$$

$$- D2 = 19.60\text{g}/752.09\text{cc}$$

$$\underline{0.0260 \text{ g/cm}^3}$$

$$- D3 = 15.40\text{g}/752.09\text{cc}$$

$$\underline{0.0205 \text{ g/cm}^3}$$

$$- D4 = 18.85\text{g}/752.09\text{cc}$$

$$\underline{0.0251 \text{ g/cm}^3}$$

$$- D5 = 22.5/752.09\text{cc}$$

$$\underline{0.0299\text{g/cm}^3}$$

Al obtener los resultados de densidad aparente del suelo de las cinco parcelas se pudo identificar que la densidad mayor corresponde a la parcela 5 relacionado con el valor del peso seco obtenido después de secar la muestra.

2) Densidad de carbono en el suelo

$$tC/\text{has} = \text{Prof.} \times D \times \% \text{ CO}$$

El cuadro 23 muestra los resultados de la sustitución de ecuación de densidad de carbono en suelo, para la obtención del promedio de densidad de las 5 parcelas siendo 0.3310 toneladas.

CUADRO 23 SUSTITUCIÓN DENSIDAD DE CARBONO EN EL SUELO

No. de Parcelas	Aplicación ecuación densidad de carbono en el suelo	Densidad
tC/ha ₁	15 cm x 0.0217 g/cm ³ * 89%CO	0.2896 tn
tC/ha	-----	-----
tC/ha ₃	17 cm x 0.0205 g/cm ³ x 89% CO	0.3101 tn
tC/ha ₄	11 cm x 0.0251 g/cm ³ x 89% CO	0.2457 tn
tC/ha ₅	18 cm x 0.0299 g/cm ³ x 89% CO	0.4789 tn
Promedio de densidad	0.3310 toneladas	

Fuente: investigación de campo. Año 2017.

Es importante aclarar que no se tomaron los datos de la parcela 2 al tener una profundidad de 6 cm y en la aplicación de la ecuación densidad deben ser tomadas profundidades mayores a 10 cm establecido por la metodología empleada.

Para la obtención de carbono total en suelo, el promedio de la densidad del suelo se multiplica por el total del área del bosque.

Al obtener 0.3310 toneladas de carbono se multiplico por 7.95 ha, dando un total de 2.63 toneladas equivalente a 2 630 kilogramos de carbono

CUADRO 24
RESULTADOS FINALES DE CONTENIDO DE
CARBONO POR PARCELA

No.	Árboles Tc/ha	Maleza/hoja rasca Tc/ha	Suelo Tc/hn	TOTAL
PARCELA 1	6.2160	0.0022	0.2896	6.5078
PARCELA 2	10.4880	0.0021	---	10.4901
PARCELA 3	11.2590	0.0019	0.3101	11.5710
PARCELA 4	19.1761	0.0017	0.2457	19.4235
PARCELA 5	8.9379	0.0018	0.4789	9.4286
PROMEDIO DE DENSIDAD	11.2154	0.0019	0.3310	11.5483
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	4.8498	0.0002	0.0329	4.8829
Carbono total para el bosque		91.8089 Toneladas de Carbono (tC)		

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

Para obtener el resultado final se utilizó el total de promedio de densidad de los 4 componentes correspondiente a 11.5483 el cual se multiplico por el total del área del caserío obteniendo el total de 91.80 toneladas de carbono.

La zona trabajada tiene un área de 7.95 hecteras que se compone de un bosque latifoliado comprendido por edades disetaneas, al obtener la información necesaria en campo se pudo trasladar a las ecuaciones correspondientes a los componentes evaluados como lo fueron: maleza, hojarasca, suelo y árboles.

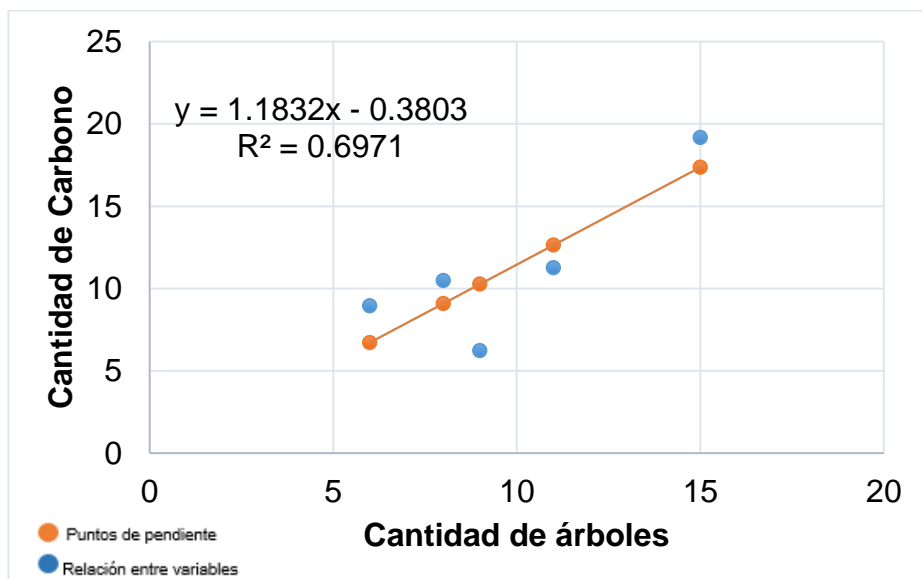
La parcela que contó con menor cantidad de árboles fue la 5 pero su contenido de carbono sobrepasa a la parcela

1 en donde hubo mayor cantidad de individuos que por sus características son arboles jóvenes y lo que podría indicar que a mayor edad de una especie, mayor es su capacidad de almacenaje de carbono.

Las 91.80 toneladas de carbono correspondiente 9 180 kilogramos de carbono, presenta una desviación estándar de 4.84 con un coeficiente de variación de 41% que es un valor elevado lo cual indica que los datos son heterogéneos presentando variabilidad al tratarse de un bosque natural en donde no existe una determinante uniforme para diámetros, alturas, diferentes etapas de crecimiento y especies.

La representación de los puntos dentro del gráfico de regresión lineal (gráfica 4), muestra que el coeficiente de correlación es de 0.83 y con un coeficiente de determinación del 0.6971, por lo que al estar cercano de 1; indica que existe una buena relación entre las variables planteadas, que correspondían a cantidad de árboles por cantidad de carbono.

GRÁFICA 4 RELACIÓN DE VARIABLES PLANTEADAS CURVA DE REGRESIÓN



Fuente: Investigación de campo. Año 2018.

Por medio análisis de regresión lineal se obtuvo el modelo matemático que permitirá realizar futuras proyecciones para otros bosques de Guatemala en donde se quisiese aplicar la metodología utilizada. (Ver en anexos estadísticas de la regresión).

Al obtener la relación de forma gráfica de las variables planteadas se determinó la buena relación existente entre las mismas, es decir que se comprobó que la cantidad de árboles si determina las toneladas de carbono, al depender de la densidad de individuos por parcela y no por el tipo de especies.

4.2 Estrategia

4.2.1 Presupuesto y Recursos

Material y Equipo			
Equipo utilizado en el trabajo de campo.			Q. 193.00
Material de oficina			
Hojas papel bond, tinta de impresora, copias, folder.			Q. 242.00
Recursos humanos			
	Días de trabajo	Costo diario	TOTAL
1 Profesional	41	Q. 350.00	Q. 14 350.00
1 Asistente	4	Q. 50.00	Q. 200.00
Trabajo de gabinete			
	Días de trabajo	Costo	Total
Elaboración de informe	90	Q. 40.00	Q. 4 500.00
Costo total estimado			Q. 19 485.00

Fuente: Investigación de campo. Año 2018.

Los costos podrían variar al realizar estimaciones de carbono en área de mayor extensión y en donde sería necesaria la participación de más personal.

4.3. Conclusiones de la investigación

Se generó información concerniente a la cuantificación del contenido de carbono de la masa forestal del caserío que permitirá a los habitantes del caserío Cumbre del Carpintero la gestión hacia instituciones públicas o privadas de un incentivo monetario por la conservación y manejo adecuado

del recurso bosque al aportar hacia preservación de especies de flora y fauna nativas del lugar.

Se determinó que el aporte del área corresponde a 91.80 toneladas de carbono que es lo almacenado por especies forestales, maleza, hojarasca y suelo del bosque del caserío Cumbre del Carpintero en donde la metodología no define catalogarlo como una cantidad buena o mala ya que actualmente no existen parámetros para establecer en un nivel lo cuantificado en la masa forestal.

Se llevó a cabo un muestreo que requirió realizar parcelas dentro del caserío ubicadas aleatoriamente en donde se midieron la cantidad de 5 parcelas de 1 000 metros cuadrados utilizadas para el estudio, así mismo se generaron 15 sub parcelas para obtener información necesaria para la sustitución de ecuaciones correspondientes a los componentes evaluados. La parcela que presenta mayor contenido de carbono en base a los componentes medidos fue la 4 con un total de 19.42 toneladas de carbono,

Con apoyo de vecinos se identificaron 14 especies latifoliadas ubicadas dentro de las parcelas de muestreo, lo que generó un inventario para la determinación de carbono y un aporte de 56.08 kilogramos de carbono.

4.3. Recomendaciones de la investigación

Es importante que los miembros activos del COCODE del caserío se encarguen de difundir la información que les será compartida, hacia todos los habitantes de la comunidad con el fin de tener conocimiento de los resultados e importancia de las actividades que se estuvieron llevando a cabo y en donde parte de ellos fueron participes.

Se considera importante que exista un acercamiento de los habitantes del caserío hacia instituciones que les puedan brindar información acerca del manejo forestal que pudieran adoptar para la conservación de especies que por sus características pueden catalogarse como jóvenes y las cuales deben de preservarse para que puedan alcanzar un desarrollo adecuado y con esto tener la capacidad de almacenar más cantidad de carbono en sus ramas, troncos y raíces.

CONCLUSIONES

Se realizaron actividades y talleres que promovieron la concientización y conservación ambiental del caserío, por medio del involucramiento del COCODE, maestros, niños y padres de familia del caserío Cumbre del Carpintero.

Se determinaron los índices de contaminación bacteriológica de las muestras obtenidas de las principales fuentes de abastecimiento del caserío Cumbre del Carpintero con el apoyo del Centro de Atención Permanente de Purulhá, determinando que existe presencia de *e coli* y coliformes totales, encontrando más de 50++ colonias en la muestra del chorro público comunitario y más de 3++ colonias en las muestras extraídas de los dos nacimientos.

Se promovió la concientización por medio de talleres y actividades enfocados a los vecinos del caserío sobre el adecuado manejo de los recursos naturales existentes en el área, especialmente de las fuentes hídricas que es el medio utilizado para abastecimiento del vital líquido, a través de campañas de reforestación y promoción de la participación activa en cada taller.

Se determinó en las 5 parcelas ubicadas dentro de las 7.95 hectáreas de bosque una concentración de carbono de 91.80 toneladas en los componentes de hojarasca, maleza, suelo y especies forestales donde la más representativa corresponde a (*Cyathea arbórea*) comúnmente conocida como *chut'*.

RECOMENDACIONES

Es importante promover el involucramiento dentro del caserío Cumbre del Carpintero al cien por ciento de la población en proyectos que pudieran gestionarse en los diferentes ámbitos; sociales, ambientales entre otros, buscando la mayor comunicación entre órgano coordinador y vecinos.

Se requiere de un monitoreo constante a las fuentes de agua que abastecen al caserío, al mismo tiempo que los habitantes estén informados de los resultados y que puedan seguir utilizando el método de desinfección de agua para consumo que se adapte mejor a sus condiciones.

Es necesario que el nuevo órgano coordinador del caserío tome en consideración la creación del comité de medio ambiente para darle seguimiento a proyectos y la aplicación de lo aprendido en los talleres ambientales realizados con la comunidad, en búsqueda de la preservación de recursos naturales existentes en la zona.

Con el aporte de la cuantificación del contenido de carbono en la masa forestal del caserío Cumbre del Carpintero se considera importante la gestión por parte de los integrantes del COCODE para plantear lo referente al estudio hacia un organismo de la cooperación internacional, del gobierno, empresa privada o universidad esto con la intención de obtener una retribución económica por la recuperación, restauración, manejo y protección de las 7.95 hectáreas que corresponde al total del área del caserío, además de ello se tome como una zona de usos sostenible que incida en la calidad de vida de los habitantes del caserío.

Se recomienda que existan futuras investigaciones enfocadas a establecer estándares que determinen los niveles cuantificables de carbono, para catalogar como bueno, regular o malo por medio de estudios de calidad de aire en diferentes bosques donde previamente se hayan realizado medición de carbono.

Se exhorta a realizar nuevamente la cuantificación de carbono en un periodo de 5 años que permita determinar el aumento de las toneladas en la masa forestal del caserío Cumbre del Carpintero.

BIBLIOGRAFÍA

- Castellanos, E. Et Al. *Metodología para la estimación del contenido de carbono en bosques y sistemas agroforestales de Guatemala*. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala: Centro de Estudios Ambientales y de Biodiversidad, 2010.
- Causas de la deforestación*. <https://www.ecologiaverde.com/causas-de-la-deforestacion/> (02 de mayo de 2017).
- Causas y consecuencias del fenómeno del niño y la niña*. <https://brainly.lat/tarea/948118> (24 de agosto de 2018).
- Ciclo del carbono*. <http://www.bioenciclopedia.com/ciclo-del-carbono/> (22 de julio de 2017).
- Congreso de la Republica. *Ley de áreas protegidas*. (Decreto 4 – 89). Guatemala: Editorial Alenro, 2005.
- . *Ley Forestal*. (Decreto 101-96). Guatemala: Ayala Jiménez Sucesores, 2005.
- Dióxido de carbono*. <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/DioxiCar.htm> (02 de mayo de 2017).
- El valor de un bosque y su valoración*. <https://es.slideshare.net/pille08/servicios-ambientales-de-los-bosques> (22 de julio de 2017).
- Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación -FAO-. *Breve descripción de los recursos boscosos de Guatemala. Causas de la deforestación*. <http://www.fao.org/docrep/007/ad102s/AD102S10.htm> (02 de mayo de 2017).
- ¿Qué es economía verde?*. <https://www.ecointeligencia.com/2016/01/economia-verde/> (02 de mayo de 2017).
- Que son los bonos de carbono*. <http://www.codigor.com.ar/bonosdecarbono.htm> (12 de agosto de 2017).

Sawyer, R. Et. Al. *Guía paso a paso para el PHAST: un enfoque de participación para el control de enfermedades diarreicas*. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud, 1999

Simmons, Charles Et. Al. *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala*. Guatemala: Editorial José de Pineda de Ibarra, 1959.

Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC-. *Biotopo Mario Dary Rivera para la conservación*. http://sitios.usac.edu.gt/wp_ebiologia/wpconten/uploads/2016/09/Biotopo-del-Quetzal.pdf (08 de abril de 2017).



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Adan Garcia Véliz', written over a horizontal line.

Adan Garcia Véliz
Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa
Bibliotecario

ANEXOS

FOTOGRAFÍA 1
ESTUDIANTES DE LA EORM CUMBRE DEL CARPINTERO



Tomada por: Everardo López. Año 2017

FOTOGRAFÍA 2
TALLER CON MADRES DE FAMILIA DEL CASERÍO CUMBRE DEL CARPINTERO EN INTERVENCIÓN MULTIDISCIPLINARIA



Tomada por: Arleny López. Año 2017

FOTOGRAFÍA 3
TALLER CON ESTUDIANTES DE PRIMARIA DE CUMBRE DEL
CARPINTERO



Tomada por: Nancy Chen. Año 2017.

FOTOGRAFÍA 4
TOMA DE MUESTRA EN UNO DE LOS NACIMIENTOS DE
CUMBRE DEL CARPINTERO



Tomada por: Nancy Chen. Año 2017.

FOTOGRAFÍA 5
ACTIVIDAD BASUREROS RECICLADOS CON ESTUDIANTES DE
PRIMARIA DE LA EORM RIO COLORADO



Tomada por: Arleny López. Año 2017.

FOTOGRAFÍA 6
HUERTOS FAMILIARES – SIEMBRA DE HORTALIZAS EN
CASERÍO CUMBRE DEL CARPINTERO



Tomada por: Floricelda Mac. Año 2017.

FOTOGRAFÍA 7 JORNADA DE REFORESTACIÓN EN CASERÍO CUMBRE DEL CARPINTERO



Tomada por: Floricelda Mac. Año 2017.

IMAGEN 1 ANÁLISIS BACTEREOLÓGICO DE AGUA DEL CASERÍO CUMBRE DEL CARPINTERO

VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA
Turbiedad y Análisis Bacteriológico

SIGSA
SIVIAGUA 4
Válida a partir del 2012
PROGRAMA DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE PARA LA ZONA RÚRICA

Área de Salud: Baja Verapaz Departamento: Baja Verapaz Distrito de Salud: Quetzal
 Municipio: Purulhá Servicio de Salud: Centro de Salud Responsable de la Información: [Firma]
 I Cargos: Inspector de Saneamiento Ambiental y TSM Fecha: 02/06/2017
 II Cargos: Técnico en Salud Rural Firma: [Firma]

Nº.	Nombre del Sistema	Datos de muestra				Turbiedad (NTU)	Análisis Bacteriológico		
		Comunidad donde se toma la muestra	Punto de Muestreo	Fecha de muestreo	Hora de muestreo		Valores (CFU)	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
1	Cumbre del Carpintero	Cumbre Carpintero	Dh. Cuchumatán	02/06/17	9:18	100	3	3	
2		Hacienda Pineda	02/06/17	9:33		100	3	3	
3		Post. Jaba	02/06/17	9:04		100	3	3	
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

1- Cargo: Responsable de la información
 1 Inspector de saneamiento
 2 Técnico en salud rural
 3 Otro:

Co. Sa. [Firma]
 DIRECTORÍA DE SALUD
 PURULHÁ
 GUATEMALA

Recibido en Municipalidad

 DIRECTOR DE SALUD MUNICIPAL
 PURULHÁ

Fuente: CAP, Purulhá, B.V. Año 2017.

IMAGEN 2
FICHA ILUSTRATIVA ENTREGADA A PADRES DE FAMILIA DEL
CASERÍO CUMBRE DEL CARPINTERO



Fuente: Elaboración propia. Año 2017.

IMAGEN 3
FICHA ILUSTRATIVA MÉTODOS DE EBULLICIÓN Y MÉTODO DE
ASOLEADO



Fuente: Elaboración propia. Año 2017.

Cuadros de volúmenes cúbicos obtenidos de las 5 parcelas de muestreo

CUADRO 1
VOLUMENES CÚBICOS DEL CASERÍO CUMBRE DEL
CARPINTERO DE LA PARCELA 1

No. ÁRBOL	Circunferencia (cm)	DIAMETRO (m)	H COMERCIAL (m)	VOL M3
1	26	0.08	9.30	0.51
2	96	0.31	12	0.57
3	52.20	0.17	9	0.52
4	56	0.18	9.80	0.53
5	72	0.23	11.60	0.54
6	22	0.07	6.90	0.51
7	28	0.09	3.50	0.51
8	16	0.05	5	0.51
9	9	0.03	2	0.51
SUMA				4.70

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

CUADRO 2
VOLUMENES CÚBICOS DEL CASERÍO CUMBRE DEL
CARPINTERO DE LA PARCELA 2

No. ÁRBOL	Circunferencia (cm)	DIAMETRO (m)	H COMERCIAL (m)	VOL M3
1	72	0.23	3	0.52
2	59	0.19	3.50	0.51
3	113	0.36	8.50	0.57
4	67	0.21	5.80	0.52
5	97	0.31	7.20	0.55
6	63	0.20	7	0.52
7	35	0.11	3	0.51
8	44	0.14	5.30	0.51
SUMA				4.22

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

CUADRO 3
VOLUMENES CÚBICOS DEL CASERÍO CUMBRE DEL
CARPINTERO DE LA PARCELA 3

No. ÁRBOL	Circunferencia (cm)	DIAMETRO (m)	H COMERCIAL (m)	VOL M3
1	85	0.25	6	0.53
2	70	0.20	4	0.52
3	56	0.16	6.20	0.52
4	45	0.13	6.30	0.51
5	101	0.30	15	0.58
6	104	0.30	11	0.57
7	54	0.16	3.80	0.51
8	30	0.09	3.80	0.51
9	48	0.14	4.50	0.51
10	25	0.07	3.30	0.51
11	25	0.07	3.40	0.51
			SUMA	5.77

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

CUADRO 4
VOLUMENES CÚBICOS DEL CASERÍO CUMBRE DEL
CARPINTERO DE LA PARCELA 4

No. ÁRBOL	Circunferencia (cm)	DIAMETRO (m)	H COMERCIAL (m)	VOL M3
1	53	0.17	15	0.53
2	55	0.18	16	0.54
3	45	0.14	10	0.52
4	54	0.17	12	0.53
5	80	0.25	15	0.56
6	59	0.19	8.10	0.52
7	45	0.14	4.70	0.51
8	31	0.10	4	0.51
9	43	0.14	5	0.51
10	48	0.15	4	0.51
11	57	0.18	4.70	0.52
12	50	0.16	3.50	0.51
13	43	0.14	3.80	0.51
14	36	0.11	3.30	0.51
15	45	0.14	5.20	0.51
			SUMA	7.81

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

CUADRO 5
VOLUMENES CÚBICOS DEL CASERÍO CUMBRE DEL
CARPINTERO DE LA PARCELA 5

No. ÁRBOL	Circunferencia (cm)	DIAMETRO (m)	H COMERCIAL (m)	VOL M3
1	123	0.39	15	0.64
2	63	0.20	4.60	0.52
3	88	0.28	7.60	0.54
4	74	0.24	4.10	0.52
5	87	0.28	5.20	0.53
6	60	0.19	14	0.54
SUMA				3.28

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

Coordenadas de las parcelas establecidas dentro del caserío Cumbre del Carpintero.

CUADRO 6
COORDENADAS GTM DE LAS PARCELAS UBICADAS
EN CASERÍO CUMBRE DEL CARPINTERO

No. de Parcela	X	Y
Parcela 1	530251	1683310
Parcela 2	530240	1683289
Parcela 3	530230	1683348
Parcela 4	530207	1683358
Parcela 5	530071	1683340
Parcela 6	530104	1683382
Parcela 7	530107	1683361
Parcela 8	530291	1683353
Parcela 9	530316	1683389
Parcela 10	530342	1683426
Parcela 11	530300	1683405
Parcela 12	530344	1683449
Parcela 13	530358	1683464
Parcela 14	530329	1683474
Parcela 15	530308	1683524

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

Tablas de resultados de la sustitución de la ecuación de biomasa de las 49 especies identificadas agrupadas por parcelas.

CUADRO 7
RESULTADO DE LA APLICACIÓN DE ECUACION DE BIOMASA
PARA LAS ESPECIES DE LA PARCELA 1

No.	PARCELA 1	
1	23.68 kg	11.84 tn
2	34.29 kg	17.14 tn
3	28.47 kg	14.23 tn
4	29.41 kg	14.70 tn
5	32.12 kg	16.06 tn
6	20.78 kg	10.39 tn
7	17.89 kg	8.94 tn
8	16.31 kg	8.15 tn
9	6.48 kg	3.24 tn
	23.27 kg	11.64 tn

Fuente: trabajo de gabinete. Año 2017.

CUADRO 8
RESULTADO DE LA APLICACIÓN DE ECUACION DE BIOMASA
PARA LAS ESPECIES DE LA PARCELA 2

No.	PARCELA 2	
10	23.17 kg	11.46 tn
11	22.92 kg	16.50 tn
12	33.00 kg	13.48 tn
13	26.96 kg	15.48 tn
14	30.96 kg	13.94 tn
15	27.88 kg	9.10 tn
16	18.20 kg	11.83 tn
17	23.66 kg	11.46 tn
\bar{x}	26.23 kg	13.11 tn

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

CUADRO 9
RESULTADO DE LA APLICACIÓN DE ECUACION DE BIOMASA
PARA LAS ESPECIES DE LA PARCELA 3

No.	PARCELA 3	
18	28.85 kg	14.42 tn
19	24.80 kg	12.40 tn
20	26.38 kg	13.19 tn
21	24.81 kg	12.40 tn
22	35.95 kg	17.97 tn
23	35.95 kg	17.97 tn
24	22.73 kg	11.36 tn
25	19.16 kg	9.58 tn
26	23.02 kg	11.51 tn
27	16.68 kg	8.34 tn
28	16.89 kg	8.44 tn
\bar{x}	25.02 kg	12.51 tn

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

CUADRO 10
RESULTADO DE LA APLICACIÓN DE ECUACION DE BIOMASA
PARA LAS ESPECIES DE LA PARCELA 4

No.	PARCELA 4	
29	31.83 kg	15.91 tn
30	32.62 kg	16.31 tn
31	27.88 kg	13.94 tn
32	30.36 kg	15.18 tn
33	34.34 kg	17.17 tn
34	28.51 kg	14.25 tn
35	22.85 kg	11.42 tn
36	19.50 kg	9.75 tn
37	23.27 kg	11.63 tn
38	22.24 kg	11.12 tn
39	24.53 kg	12.26 tn
40	21.77 kg	10.88 tn
41	21.43 kg	10.71 tn
42	18.85 kg	9.42 tn
43	23.53 kg	11.76 tn
	25.58 kg	12.78 tn

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

CUADRO 11
RESULTADO DE LA APLICACIÓN DE ECUACION DE BIOMASA
PARA LAS ESPECIES DE LA PARCELA 5

No.	PARCELA 5	
44	37.23 kg	18.61 tn
45	25.09 kg	12.54 tn
46	30.64 kg	15.32 tn
47	25.54 kg	12.77 tn
48	28.14 kg	14.07 tn
49	32.10 kg	16.05 tn
	29.79 kg	14.90 tn

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

Cuadros con información de los pesos de las muestras colectadas en campo, pesadas antes y después de secado de maleza, hojarasca y suelo.

CUADRO 12
DATOS HOJARASCA, SUELO Y MALEZA
SUB PARCELA 1

	Peso total gr	Peso Húmedo de la muestra (gr)	Peso húmedo de la muestra (Kg)	Peso seco (gr)	Peso seco (Kg)
Maleza	15	10	0.0100	2.3000	0.0023
Hojarasca	226.7960	30	0.0300	8.9000	0.0089
Suelo (g)	472.0160	50	0.0500	16.3500	0.0163

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

CUADRO 13
DATOS HOJARASCA, SUELO Y MALEZA
SUB PARCELA 2

	Peso total gr	Peso Húmedo de la muestra (gr)	Peso húmedo de la muestra (Kg)	Peso seco (gr)	Peso seco (Kg)
Maleza	10	6.4000	0.0064	1.300	0.0013
Hojarasca	226.7960	30	0.0300	11.400	0.0114
Suelo (g)	472.0160	50	0.0500	19.600	0.0196

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

CUADRO 14
DATOS HOJARASCA, SUELO Y MALEZA
SUB PARCELA 3

	Peso total gr	Peso Húmedo de la muestra (gr)	Peso húmedo de la muestra (Kg)	Peso seco (gr)	Peso seco (Kg)
Maleza	11	6.8000	0.0068	1.2000	0.0012
Hojarasca	226.7960	30	0.0300	9.3000	0.0093
Suelo (g)	472.0160	50	0.0500	15.4000	0.0154

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

CUADRO 15
DATOS HOJARASCA, SUELO Y MALEZA
SUB PARCELA 4

	Peso total gr	Peso Húmedo de la muestra (gr)	Peso húmedo de la muestra (Kg)	Peso seco (gr)	Peso seco (Kg)
Maleza	10	8.5000	0.0085	1.9000	0.0019
Hojarasca	226.7960	30	0.0300	7.0000	0.0070
Suelo (g)	472.0160	50	0.0500	18.8500	0.0188

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

TABLA 16
DATOS HOJARASCA, SUELO Y MALEZA
SUB PARCELA 5

	Peso total gr	Peso Húmedo de la muestra (gr)	Peso húmedo de la muestra (Kg)	Peso seco (gr)	Peso seco (Kg)
Maleza	8	5.7000	0.0057	1.2000	0.0012
Hojarasca	226.7960	30	0.0300	8.9000	0.0089
Suelo (g)	472.0160	50	0.0500	22.5000	0.0225

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

Estadística de regresión de los datos relacionados a las variables planteadas.

TABLA 17
ESTADISTICA DE REGRESIÓN DE VARIABLES PLANTEADAS

Coeficiente de correlación múltiple	0.83493137
Coeficiente de determinación R ²	0.6971104
R ² ajustado	0.5961472
Error típico	3.0803135
Observaciones	5

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

MAPA 1
PRINCIPALES NACIMIENTOS DEL CASERIO CUMBRE DEL CARPINTERO



Fuente: Elaboración propia. Año 2018.

MAPA 2 ECUT DEL CASERIO CUMBRE DEL CARPINTERO



Fuente: Elaboración propia. Año 2018.

**CUADRO 18
CALENDARIZACIÓN DE ACTIVIDADES**

FECHA	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo							
	Semana				Semana				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA											
Actividad	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Socialización de actividades concernientes a la investigación con comunitarios del Caserío Cumbre del Carpintero																																				
Acercamiento ante municipalidad de Purulhá para requerir información concerniente al caserío																																				
Levantamiento de puntos para creación de polígono del caserío.																																				
Medición de parcelas de muestreo en caserío Cumbre del Carpintero.																																				
Recolección de información relacionado al DAP, altura y especie de árboles dentro de 8 parcelas.																																				
Pesaje de maleza y hojarasca dentro de las sub parcelas de muestreo																																				
Toma de muestras de suelo, maleza y hojarasca de las 8 parcelas																																				
Medición de la profundidad de suelo de cada parcela en donde fue extraído el suelo.																																				
Secado de muestras en horno de convección en el laboratorio del Centro Universitario del Norte.																																				
Revisión de antecedentes para la transformación de ecuaciones.																																				
Trabajo de gabinete.																																				

Fuente: Trabajo de Campo. Año 2017.

**USAC
CUNOR**
Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario del Norte



No. 267-2018

El Director del Centro Universitario del Norte de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer los dictámenes de la Comisión de Trabajos de Graduación de la carrera de:

INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

Al trabajo titulado:

INFORME FINAL DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO, REALIZADO EN BIOTOPO UNIVERSITARIO PARA LA CONSERVACIÓN DEL QUETZAL MARIO DARY RIVERA Y EN EL CASERÍO CUMBRE DEL CARPINTERO, PURULHÁ, BAJA VERAPAZ

Presentado por el (la) estudiante:

ARLENY EDELMIRA LÓPEZ ALONZO

Autoriza el

IMPRIMASE

Cobán, Alta Verapaz 25 de Octubre de 2018.


Lic. Erwin Gonzalo Eskensy Morales
DIRECTOR

